

Uji Performansi Rancang Bangun Mesin Penanam Benih Jagung (*Zea Mays L.*) Sistem Tugal

Gunomo Djoyowasito*, Sandra Malin Sutan, Yusuf Hendrawan, Miftahul Hilmi
Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: djoyowasitogunomo@yahoo.com

ABSTRAK

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan yang berfungsi sebagai sumber utama karbohidrat, selain gandum dan padi. Beberapa penduduk di Indonesia (misalnya di Pulau Madura) menggunakan jagung sebagai pangan pokok atau makanan sehari-hari. Pada umumnya di Indonesia terdapat lahan pertanian berpetak-petak dan sedikit sekali yang memiliki lahan yang luas milik pribadi, sehingga penanaman jagung sebagian besar dilakukan secara manual menggunakan tugal. Permasalahan seperti ini yang mendasari pembuatan "Mesin Penanam Benih Jagung (*Zea Mays L.*) Sistem Tugal". Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hasil uji performansi yang meliputi kapasitas lapang efektif (aktual), kapasitas lapang teoritis, slip roda penggerak dan nilai efisiensi lapang dari mesin penanam. Penelitian ini dilakukan di lahan yang terletak di sebelah Laboratorium Mekatronik Alat dan Mesin Agroindustri, FTP-UB. Pengujian mesin penanam ini dilakukan setelah pembuatan mesin penanam benih selesai pada lahan yang berukuran 10 m x 4,5 m. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kapasitas lapang efektif (aktual) adalah 0,23 ha/jam, kapasitas lapang teoritis adalah 0,28 ha/jam. Sedangkan untuk rata-rata slip roda penggerak sebesar 14,62% dan efisiensi lapang dari mesin penanam benih jagung sistem tugal adalah 82%.

Kata kunci: Benih jagung (*Zea Mays L.*), Mesin Penanam, Uji Performansi

Performance Test Of Corn Seed Planter Machine Design (*Zea Mays L.*) Drill System

ABSTRACT

Corn is one of the food that serves as the main source of carbohydrates, other than wheat and rice. Some people in Indonesia (eg, on the Madura Island) using corn as a staple food or daily food.. In general, in Indonesia there is a checkered farmland and a few who have vast land privately owned, so the corn planting is largely done manually using a drill. Those are the basis of making "Machinery Planter Of Corn Seed (*Zea Mays L.*) Drill System". The purpose of this study is determine the performance test results that include effective field capacity (actual), theoretical field capacity, drive wheel slip and field efficiency values of the planter machine. This research is conducted on land located next to the Mechatronics Laboratory Equipment and Machinery Agroindustry, FTP-UB. The examination of this machine was conducted after the process of manufacturing the machine was completed on land measuring 10 m x 4.5 m. Based on research that has been done, effective field capacity (actual) is 0.23 ha/hours, theoretical field capacity was 0.28 ha/hours. As for the average drive wheel slip by 14,62% and the efficiency of the field of seed corn planter drill system is 82%.

*Key words: Corn Seed (*Zea Mays L.*) , Machinery Planter, Performance Test*

PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu tanaman pangan yang berfungsi sebagai sumber utama karbohidrat, selain gandum dan padi. Beberapa penduduk di Indonesia (misalnya di Pulau Madura) menggunakan jagung sebagai pangan pokok atau makanan sehari-hari. Di Indonesia jagung termasuk bahan pangan yang sangat penting karena merupakan sumber karbohidrat kedua setelah beras. Produktivitas jagung di tingkat nasional dewasa ini mencapai 3,4 ton/ha (Ditjen Bina Produksi Tanaman Pangan, 2003). Penelitian oleh berbagai instansi pemerintah maupun swasta telah menghasilkan teknologi budidaya jagung dengan produktivitas 4,5-10 ton/ha, tergantung pada potensi lahan dan teknologi produksi yang diterapkan (Subandi, 2006).

Pada umumnya di Indonesia penanaman jagung dilakukan secara manual menggunakan tugal. Proses penugalan merupakan proses pembuatan lubang tanam dengan menggunakan tongkat kayu ataupun besi, setelah lubang tanam terbuat maka selanjutnya benih dimasukkan ke dalam lubang tersebut dengan bantuan tenaga manusia. Dengan metode konvensional ini penanaman benih membutuhkan waktu, tenaga, dan operator yang cukup besar dengan biaya yang relatif mahal. Sampai saat ini alat tanam benih jagung yang ada di pasaran diperuntukkan bagi lahan pertanian yang luas sehingga petani jagung di Indonesia tidak bisa menggunakan mesin tersebut karena lahan petani jagung di Indonesia tidak begitu luas.

Permasalahan seperti ini yang mendasari pembuatan “Mesin Penanam Benih Jagung (*Zea Mays* L.) Sistem Tugal”. Rancang bangun mesin penanam benih jagung ini diharapkan bisa mengatasi permasalahan penanaman yang sering terjadi seperti kebutuhan tenaga dan operator yang banyak, serta masalah yang timbul dari penggunaan alat tanam yang di gandeng traktor yaitu biaya investasi yang mahal dan kurang presisinya penanaman benih. Salah satu karakteristik keberhasilan dalam rancang bangun alat tanam benih adalah kombinasi antara satu atau beberapa petani dengan sebuah alat dimana satu dengan lainnya akan saling berinteraksi untuk menghasilkan keluaran-keluaran yang efektif sesuai dengan yang diinginkan. Dengan adanya mesin penanam benih jagung sistem tugal diharapkan dapat menjadi acuan untuk mengatasi permasalahan yang sudah ada. Mesin penanam ini dibuat bertengakan motor bensin dengan desain yang cukup sederhana dan sesuai dengan kebutuhan petani di Indonesia. Dengan adanya mesin penanam ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas tanaman jagung dan kesejahteraan petani khususnya petani jagung.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Adapun peralatan yang digunakan antara lain mesin penanam benih jagung sistem tugal, penggaris, meteran, stopwatch, dan patok besi.. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain benih jagung BISI 816, lahan yang berukuran 10 meter x 4.5 meter, dan tali rafia.

Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses mencari dan mengkaji sumber-sumber yang terpercaya dan relevan serta menjadi acuan dalam penulisan dan pelaksanaan penelitian ini supaya dapat dihasilkan informasi yang lengkap, terarah dan terpercaya.

2. Studi Lapangan

Studi lapang merupakan proses yang pelaksanaannya dengan cara mengadakan survei langsung ke lapang atau lahan.

3. Perancangan Alat

Pada perancangan mesin penanam benih jagung dilakukan pembongkaran dari komponen-komponen mesin untuk mengidentifikasi dan menentukan bentuk yang baik dari mesin penanam benih jagung dengan menyesuaikan dimensi atau bentuk lahan yang tersedia dan dengan memperhatikan fungsi dari setiap komponen yang membentuk mesin penanam benih jagung. Kemudian dibuat desain yang sesuai dengan hasil identifikasi tersebut dengan menggunakan software AutoCAD.

4. Pembuatan Alat

Pembuatan mesin dilakukan setelah melakukan perancangan dan desain mesin, langkah selanjutnya yaitu membuat mesin penanam benih jagung sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya. Maka dari itu proses pembuatan mesin harus dilakukan secara teliti dan menggunakan standar yang telah ditentukan agar menghasilkan mesin penanam benih yang terbaik.

5. Uji Performansi

Uji performansi dilakukan untuk mengetahui bahwa kinerja mesin penanam benih jagung berfungsi sesuai yang diharapkan. Pengujian ini dilaksanakan setelah pembuatan mesin penanam selesai. Sedangkan untuk parameter yang akan diuji yaitu kapasitas lapang efektif (aktual), kapasitas lapang teoritis, efisiensi lapang dari mesin penanam benih jagung, slip roda penggerak dan efektivitas jarak tanam. Pengujian mesin penanam akan dilakukan di lahan yang terletak di sebelah Laboratorium Mekatronika Alat dan Mesin Agroindustri.

Kapasitas Lapang Teoritis

Kapasitas lapang teoritis adalah hasil kerja yang akan dicapai alat dan mesin bila seluruh waktu digunakan pada spesifikasi operasinya (Suastawa dkk, 2000).

Untuk mencari kapasitas lapang teoritis dari mesin penanam ini dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$KT=(V.s).z$$

Keterangan :

KT = Kapasitas lapang teoritis (ha/jam)

V = Kecepatan teoritis mesin penanam di lahan (km/jam)

s = Jarak antar alur atau lebar tanam (cm)

z = Jumlah roda penanam

Kapasitas Lapang Efektif (Aktual)

Kapasitas lapang efektif suatu alat merupakan fungsi dari lebar kerja teoritis mesin, persentase lebar teoritis yang secara aktual terpakai, kecepatan jalan dan besarnya kehilangan waktu lapang selama pengerjaan (Suastawa dkk, 2000).

Untuk mencari kapasitas lapang efektif dari mesin penanam ini dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Hunt, 1977).

$$KE=A/T$$

Keterangan :

KE = Kapasitas lapang efektif (ha/jam)

A = Luas area untuk menanam dengan mesin (ha)

T = Total waktu operasi penanam (jam) Untuk total waktu operasi penanaman dari alsin penanam ini diperoleh dengan

menghitung selisih waktu antara dimulainya dengan waktu selesai selama pekerjaan menanam.

Efisiensi Lapang Mesin Penanam

Efisiensi tergantung dari hasil kapasitas lapang teoritis dan kapasitas lapang efektif (aktual). Karena efisiensi merupakan perbandingan antara hasil kapasitas lapang efektif (aktual) di bagi dengan hasil kapasitas lapang teoritis yang dinyatakan dalam bentuk (%). Efisiensi lapang ditetapkan dengan rasio antara kapasitas lapang efektif dan kapasitas lapang teoritis. Persamaan tersebut adalah : $Ef=(KE/KT)X100\%$

Keterangan :

Ef = Efisiensi lapang mesin penanam (%)

KE = Kapasitas lapang efektif (aktual)

KT = Kapasitas lapang teoritis

Slip Roda Penggerak

Slip merupakan pengurangan kecepatan maju traktor karena beban operasi pada kondisi lapang. Slip roda yang terjadi pada roda traksi traktor dapat diketahui dari pengurangan kecepatan traktor pada saat operasi dengan beban dibandingkan dengan kecepatan teoritis. Slip roda traktor merupakan salah satu faktor pembatas bagi pengoperasian traktor-traktor pertanian. Slip akan selalu terjadi pada traktor baik pada saat menarik beban maupun tidak menarik beban (Lijedahl, 1989).

$$SI = \left(\frac{S_o - S_b}{S_o} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

SI = Slip roda penggerak (%)

So = Jarak tempuh alat tanam teoritis
 (dalam delapan putaran roda) (m)

Sb = Jarak tempuh alat tanam saat proses penanaman (dalam delapan putaran roda) (m)

$$S_o = \pi Dn$$

Keterangan :

So = Jarak tempuh teoritis n putaran roda
 (m)

D= Diameter roda penggerak (m)

n = Banyak putaran roda penggerak sejauh So (putaran)

Efektivitas Jarak Tanam

Efektivitas jarak tanam tergantung dari hasil jarak tanam aktual dan jarak tanam teoritis. Karena efektivitas jarak tanam merupakan pengurangan antara hasil rata-rata jarak tanam aktual dengan jarak tanam teoritis kemudian dibagi dengan jarak tanam teoritis yang dinyatakan dalam bentuk (%). Untuk menghitung efektivitas jarak tanam dapat menggunakan persamaan berikut :

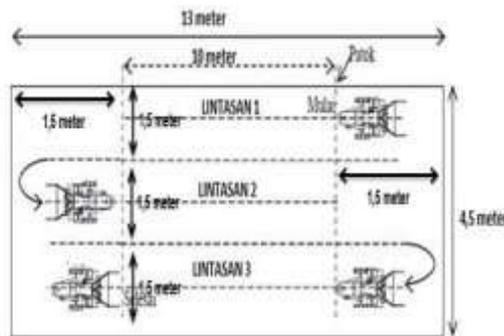
$$EF = \left(\frac{S_a - S_t}{S_t} \right) \times 100 \%$$

Keterangan :

EF = Efektivitas jarak tanam (%)

Sa= Rata-rata jarak tanam aktual (cm)

St = Jarak tanam teoritis (cm)



Gambar 3.7 Layout lahan pengujian mesin penanam benih jagung

HASIL DAN PEMBAHASAN

Slip Roda Penggerak

Rata-rata slip roda penggerak yang dihasilkan pada saat pengujian adalah 14,62%. Pada lintasan pertama dalam 8 putaran roda panjang lintasan yang ditempuh mesin penanam adalah 9,88 meter dengan hasil slip roda penggerak sebesar 14,45%, lintasan kedua dalam 8 putaran roda panjang lintasan yang ditempuh mesin penanam adalah 9,84 meter dengan hasil slip roda penggerak sebesar 14,80%, sedangkan lintasan ketiga dalam 8 putaran roda panjang lintasan yang ditempuh mesin penanam adalah 9,86 meter dengan hasil slip roda penggerak sebesar 14,63%.

Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Slip Roda Penggerak

Hasil slip roda penggerak			Rata-rata slip roda penggerak
Lintasan I	Lintasan II	Lintasan III	
14,45%	14,80 %	14,63 %	14,62 %

Rata-rata slip roda penggerak yang dihasilkan sebesar 14,62%, slip roda ini disebabkan karena pada lahan banyak terdapat gumpalan-gumpalan yang relatif besar sehingga ketika dilewati roda penggerak akan tergelincir, menurut (Wanders, 1978) Slip yang optimum pada operasi traktor sekitar 10-17%. Dimana slip roda itu terjadi pada kondisi tanah yang kering ataupun basah dengan adanya beban traktor dan kondisi tanah itu sendiri. Beban itu berasal dari motor bensin dan *gearbox*. Slip juga dipengaruhi oleh kondisi lahan yang masih terdapat banyak gumpalan tanah dan batu-batu kecil sehingga menghambat jalannya mesin penanam.

Kapasitas Kerja

Hasil nilai penanaman benih jagung di lahan yang sebelumnya telah diolah dengan mengamati kapasitas lapang efektif (aktual) (KE) didapatkan nilai sebesar 0,23 ha/jam dengan kecepatan maju penggunaan alat ini adalah 0,48 m/s atau 1,7 km/jam. Besarnya nilai kapasitas lapang efektif (aktual) dipengaruhi oleh total waktu penanaman di lahan. Semakin cepat waktu penanamannya maka akan dihasilkan nilai kapasitas lapang efektif (aktual) (KE) yang besar.

Waktu total yang dibutuhkan untuk menanam pada lahan 10 meter x 4,5 meter adalah 68,87 sekon atau 0,019 jam. Ini sudah termasuk rata-rata waktu belok yaitu 3,69 sekon dan jumlah belok sebanyak dua kali belok. Waktu untuk proses penanaman juga dipengaruhi oleh keadaan lahan, dimana waktu pengujian lahan yang digunakan kurang rata. Nilai kapasitas lapang efektif (aktual) dengan alat ini juga lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kapasitas lapang efektif (aktual) dengan menggunakan metode tradisional (manual) dimana nilai kapasitas lapang efektif (aktual) dengan metode tradisional (manual) adalah 0,0055 ha/jam.

Nilai kapasitas lapang efektif (aktual) erat hubungannya dengan waktu total yang dibutuhkan untuk proses penanaman. Semakin cepat waktu total yang dibutuhkan untuk proses penanaman akan semakin besar nilai kapasitas lapang efektif nya (aktual).

Nilai kapasitas lapang teoritis (KT) dipengaruhi oleh lebar tanam. Nilai lebar tanam adalah 70 cm. Nilai kapasitas lapang teoritis (KT) adalah 0,28 ha/jam. Kapasitas ini memberikan gambaran seberapa besar kemampuan optimal mesin penanam dalam menanam benih di lapang tanpa memperhitungkan gangguan-gangguan yang ada di lapang. Gangguan-gangguan yang dimaksud yaitu waktu pengisian benih, waktu pengisian bahan bakar, dan juga waktu belok.

Efisiensi Lapang Mesin Penanam

Hasil yang didapat dari perhitungan efisiensi lapang mesin penanam adalah 82% dalam luasan 0,0045 ha. Efisiensi tergantung dari kapasitas lapang teoritis dan kapasitas lapang efektif. Karena efisiensi merupakan perbandingan nilai antara kapasitas lapang efektif dengan kapasitas lapang teoritis. Dimana nilai kapasitas lapang efektif adalah 0,23 ha/jam dan nilai kapasitas lapang teoritis adalah 0,28 ha/jam.

Efisiensi yang dihasilkan pada penelitian ini sebesar 82 %. Nilai efisiensi lapang mesin penanam ini lebih tinggi 6 % dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Amiril (2015), dimana efisiensi lapang yang dihasilkan oleh penelitian Amiril (2015) sebesar 76 %. Nilai efisiensi lapang mesin penanam dipengaruhi oleh waktu penanaman yaitu lamanya waktu yang terpakai saat menanam benih. Waktu yang dibutuhkan untuk menanam benih adalah 68,87 sekon atau 0,019 jam. Keadaan tanah yang gembur dikarenakan sebelumnya sudah dilakukan pengolahan tanah karena apabila keadaan tanah pada lahan tersebut sangat keras dan terdapat vegetasi berupa alang-alang dan juga tumbuhan yang menjalar akan mempengaruhi waktu penanaman benih sehingga akan mempengaruhi nilai efisiensi. Waktu penanaman yang relatif singkat akan memberikan hasil kerja dan efisiensi yang lebih baik. Sesuai dengan pernyataan dalam efisiensi pengolahan lahan, menurut (Butar butar, 2015) Vegetasi yang ada di lahan, jika vegetasi yang terdapat berupa alang-alang dan tumbuhan yang menjalar akan mengganggu laju traktor sehingga akan membutuhkan waktu yang semakin besar.

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Mesin Penanam

Jenis pengujian	Hasil pengujian
Jarak tanam (cm)	23,84
Lebar tanam (cm)	74
Kecepatan maju teoritis (m/s)	0,48
Kapasitas lapang efektif (aktual) (ha/jam)	0,23
Kapasitas lapang teoritis (ha/jam)	0,28
Efisiensi lapang penanaman (%)	82

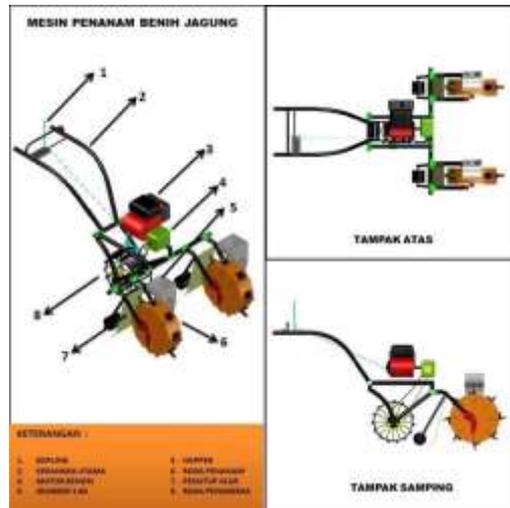
Kinerja Penanaman

Jarak tanam benih diukur berdasarkan jarak hasil penugalan yang dilakukan oleh mulut tanam. Jarak tanam yang dihasilkan belum memenuhi target dimana jarak tanam dalam barisan yang direncanakan adalah 15 cm tetapi pada hasil perancangan apabila diukur dari ujung mulut tanamnya kurang lebih 16 cm, sedangkan pada pengujian mesin penanam benih jagung di lahan rata-rata jarak tanam dalam barisan adalah 23,84 cm dengan persentase efektivitas jarak tanam sebesar 58,93 %, untuk lebar tanam atau jarak antarbaris juga belum memenuhi target karena lebar tanam atau jarak antarbaris yang direncanakan adalah 70 cm sedangkan pada saat pengujian mesin penanam benih jagung di lahan rata-rata lebar tanam atau jarak antarbaris adalah 74 cm. Hal ini terjadi karena kondisi roda penggerak yang masih belum maksimal kinerjanya dan kondisi tanah yang basah.

Untuk tanah basah, ada kecenderungan bahwa jumlah tanah yang lengket pada roda bersirip lebu tinggi daripada roda tanpa sirip. Pada kondisi tanah yang basah, jumlah tanah yang lengket pada roda penggerak cukup banyak. Tanah yang lengket pada roda penggerak akan mempengaruhi kinerja dan tingkat luncuran roda penggerak. Tingkat luncuran roda penggerak yang tinggi dan adanya tanah yang lengket pada roda penggerak ini kurang efektif menjaga konsistensi putaran roda penanam dimana didalam roda penanam terdapat *seeding wheel* atau penjatah benih yang berputar mengikuti putaran roda penanam sehingga apabila roda penanam putarannya kurang efektif akan menambah jarak tanam yang dihasilkan, dari target jarak tanam 15 cm. Tingkat luncuran roda penggerak merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja alat penanam. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Hermawan, 2012) yang menyatakan bahwa kemacetan atau luncuran roda penggerak mengakibatkan jarak tanam yang dihasilkan akan bertambah besar.

Pengujian mesin penanam benih jagung di lahan menghasilkan jumlah tiap lubang berkisar antara 1-2 benih per- lubang. Banyaknya benih tiap lubang tanam dipengaruhi oleh ukuran benih dan tingkat keseragaman benih. Lubang *seeding wheel* atau penjatah benih akan terisi oleh satu benih yang ukurannya relatif sama, sedangkan adanya variasi ukuran benih akan dapat mengisi lubang lebih dari satu butir benih. Penjatahan benih harus memperhatikan aspek jarak tanam tetapi penjatah benih yang terdapat pada roda penanam masih belum maksimal kinerjanya, hal ini terjadi karena penjatah benih atau *seeding wheel* kurang presisi dalam proses pembuatannya dan benih yang sebelumnya tidak dilakukan pengelompokan atau sortasi, sehingga pada saat proses penjatahan masih terdapat benih yang jumlahnya 2 per- lubang padahal penjatah benih sudah

dirancang 1 benih per-lubang. Selain itu, permasalahan yang terjadi yaitu masuk tidaknya biji tersebut pada lubang tanam. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa pengolahan tanah juga sangat berpengaruh terhadap hasil tanam, karena alat tanam membutuhkan tanah yang rata dengan lebar alat tanam. Tanah yang tidak rata menyebabkan sebagian roda penanam dari alat tanam ada yang tidak sampai ketanah akibat biji tidak masuk ke dalam lubang tanam. Keberhasilan alat tanam sangat berpengaruh terhadap keberhasilan lahan dari tunggul/bekas tanaman dan kerataan tanah.



Gambar 3.1 Gambar Teknik Desain Mesin Penanam Benih Jagung



Gambar 4.3 Mesin Penanam Benih Jagung Sistem Tugal

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan berikut ini :

1. Hasil uji performansi yang dilakukan terhadap mesin penanam benih jagung (*zea mays l.*) sistem tugal diperoleh kapasitas lapang efektif (aktual) sebesar 0,23 ha/jam, kapasitas lapang teoritis sebesar 0,28 ha/jam dan rata-rata slip roda penggerak sebesar 14,62%.
2. Nilai efisiensi lapang yang dihasilkan mesin penanam benih jagung (*zea mays l.*) sistem tugal adalah 82%.

Saran

Sebaiknya lahan yang akan digunakan untuk pengujian sudah benar-benar di olah dengan menggunakan traktor atau alat pengolah tanah lainnya. Karena pengolahan tanah sangat berpengaruh terhadap hasil tanam dan alat tanam memerlukan tanah yang rata dengan lebar alat tanam.

Karet yang digunakan sebagai penutup alur sebaiknya diganti dengan roda pematik agar lebih efektif ketika menutup alur dan benih yang akan digunakan sebaiknya sudah dilakukan pengelompokan/sortasi terlebih dahulu agar tidak terjadi kemacetan pada penjatah benih dan sebaiknya untuk penentuan jarak tanam diukur dari ujung mulut tanam agar jarak tanamnya sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiril, M. 2015. *Desain dan Uji Kinerja Unit Aplikator Pupuk Pada Mesin Penanam dan Pemupuk Jagung Terintegrasi*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Butar-butur, I.Y, Lukman, A.H., dan Saipul, B.D. 2015. *Efisiensi Lapang dan Biaya Produksi Beberapa Alat Pengolahan Tanah Sawah di Kecamatan Pangkalan Susu Kabupaten Langkat*. Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian., Vol.3 No.3 Th.2015.
- Ditjen Produksi Tanaman Pangan, 2003. Tersedia di: <http://www.deptan.go.id>.
- Hunt, D.R. 1977. *Farm Power and Machinery Management*, 7th edition, IOWA State University Press. Ames, Iowa.
- Hermawan, W. 2012. *Perbaikan Desain Mesin Penanam dan Pemupuk Jagung Bertenaga Traktor Tangan*. JTEP Jurnal Keteknikian Pertanian 24(1).
- Lijedahl, J. B, Turnquist, P. K dan Holi, M.1989. *Tractor and Their Power Units Fourth Edition*. New York : AVI Book, Van Nostrand Rienhold.
- Suastawa, I. N., Hermawan, W., dan Sembiring, E.N. 2000. *Konstruksi dan Pengukuran Kinerja Traktor Pertanian*. Teknik Pertanian FATETA IPB. Bogor.
- Subandi, Z. 2006. *Peningkatan Efisiensi Pupuk N, P, K, dan Produktivitas Jagung pada Lahan Kering Ultisol Kalimantan Selatan*. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 27(1). Hal: 32-36.
- Setyaningrum, R. 2008. *Modul Praktikum Analisa dan Perancangan Kerja*, Semarang : Fakultas Teknik UDINUS.
- Wanders, A.A. 1978. *Pengukuran Energi di Dalam Strategi Mekanisasi Pertanian*. Departemen Mekanisasi Pertanian FATETA IPB. Bogor.