

**DESAIN DAN UJI KINERJA MESIN TANAM TEBU KOMBINASI PEMUPUKAN DAN PEMASANG
PIPA IRIGASI TETES**
*(Design and Performance Test of Sugarcane Planter in the Combination of Fertilizer Applicator
and Drip Irrigation Pipe Installer)*

Gambuh Asmara Kinkin¹, Joko Wiyono¹, Sigit Triwahyudi¹ dan Lilik Tri Mulyantara¹

¹Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian
Jl. Sinarmas Boulevard, Pagedangan, Tangerang, Banten 15338
Telp : (021) 75675918
Email: gambuh.asmara@gmail.com

Diterima: 26 Februari 2020; Disetujui: 4 Maret 2020

ABSTRAK

Mesin penanam tebu kombinasi pemupukan dan pemasang pipa irigasi tetes merupakan salah satu inovasi di bidang mekanisasi pertanian berupa alat penanam benih tebu yang ditarik traktor roda empat. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mendesain dan melakukan uji kinerja mesin tanam tebu kombinasi pemupukan dan pemasang pipa irigasi tetes. Alat ini di rekayasa dengan memanfaatkan putaran roda implemen dan putaran *power take off* (PTO) dari traktor untuk menggerakkan pisau pemotong benih. Batang benih tebu dimasukkan melalui bagian pengumpan secara presisi dengan sistem transmisi roda gigi. Hasil uji kinerja dengan pengoperasian mesin pada kecepatan 2,33 km/jam, benih yang tertanam pada kedalaman 19,30 cm, sedangkan kedalaman peletakan saluran pipa irigasi tetes yaitu pada kedalaman 22,3 cm. Penggunaan benih 6,5 ton/ha dengan panjang potongan benih 38,5 cm dan prosentase kerusakan mata tunas 4,17%. Prosentase benih tidak tertanam (*missing hill*) sebesar 17,33% dan penggunaan pupuk 308,31 kg/ha. Mesin ini memiliki kapasitas penanaman benih tebu 3,68 jam/ha dengan efisiensi penanaman sebesar 62,68%.

Kata kunci: Rekayasa, Uji Kinerja, Penanam Tebu, Pemupukan Tebu, Pemasangan Irigasi Tetes

ABSTRACT

*Sugarcane planter in the combination of fertilizer applicator and drip irrigation pipe installer is one of the innovation in agricultural mechanization. In field operation, the implement pulled by a four-wheel tractor. The purpose of this study was to design and conduct the performance test of sugarcane planter in the combination of fertilizer applicator and drip irrigation pipe installer. Working principle of the implement is to utilize the implement wheel rotation and the power take off (PTO) of the tractor to drive the cutting blade of sugarcane stems by feeding it into the cutting section precisely using a gear transmission system. The performance test results obtained that the implement was operated with a planting speed of 2.33 km/hr, planted the seeds of 19.30 cm from the soil surface, and depth of a drip irrigation pipe installation was 22.3 cm. Utilization of sugarcane seeds was 6.5 ton/ha with a seedling length of 38.5 cm and the percentage of bud damage was 4.17%. The percentage of seedlings not embedded (*missing hill*) was 17.33% and fertilizer application was 308.31 kg/ha. This machine resulted in sugarcane seedling capacity of 3.68 hr/ha with a planting efficiency of 62.68%.*

Keywords: Design, Performance Test, Sugarcane Planter, Fertilizer Applicator, Drip Irrigation Installer

PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu komoditas penting karena merupakan bahan baku gula. Industri gula

Indonesia mengalami penurunan produktivitas sehingga diperlukan revitalisasi. Salah satu rekomendasi dalam rangka revitalisasi industri gula, diantaranya adalah pendirian pabrik gula baru yang didukung dengan lahan untuk tebu

sebagai tempat produksi bahan bakunya (Sanusi *et al.*, 2007). Berdasarkan rencana strategis Kementerian Pertanian 2020 – 2024, empat kunci untuk mencapai pertanian maju, mandiri dan modern, yaitu: 1) peningkatan produksi dan produktivitas, 2) pertanian rendah biaya, 3) mekanisasi dan *research*, dan 4) ekspansi pertanian (Anonim, 2019).

Dukungan teknologi mekanisasi sangat penting untuk revitalisasi industri gula dalam rangka meningkatkan produktivitas, efisiensi dan nilai tambah. Usahatani tebu membutuhkan banyak tenaga kerja. Namun, ketersediaan tenaga kerja cenderung menurun karena rendahnya minat bekerja di sektor pertanian. Penanaman tebu merupakan tahapan yang penting dalam usahatani tebu karena menyangkut kontinuitas ketersediaan pasokan bahan baku dan jadwal giling pabrik gula. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi berupa mesin penanam tebu.

Mesin penanam tebu belum pernah dikembangkan di Indonesia, namun sudah berkembang di beberapa negara penghasil tebu. Berdasarkan Kumar *et al.* (2017) desain alat tanam tebu yang paling umum memiliki fungsi kerja pembukaan alur, menaburkan fungisida dan anti rayap, menaburkan pupuk pada area perakaran atau di kedua sisi tegakan tanaman tebu, menutup tanah dan memampatkan tanah. Implemen ini sudah tersedia secara komersial namun masih diperlukan modifikasi untuk perbaikan setelah telah diuji dan dievaluasi secara obyektif oleh peneliti yang berbeda.

Penelitian terhadap mesin penanam tebu dengan tipe sejenis telah dilakukan oleh Patil *et al.* (2004) dengan membandingkan dua mesin penanam tebu, penelitiannya menunjukkan kapasitas rata-rata mesin penanam tebu yaitu 0,20-0,21 ha/jam dengan efisiensi lapang 76,93-87,50, dan kecepatan maju traktor 1,8-2,5 km/jam. Penanaman benih tebu dengan sistem *billet* (batang tebu yang dipotong menjadi beberapa bagian) memiliki kapasitas dan efisiensi lapang yang lebih tinggi. Namun, masalah utama dari sistem *billet* adalah konsistensi penanamannya rendah, sehingga masih ada beberapa parameter yang perlu ditambahkan untuk pengumpanan (Jalil *et al.*, 2010).

Pengembangan lahan pertanaman tebu diarahkan pada lahan kering, sehingga upaya untuk meningkatkan produktivitas tebu, beberapa tahun terakhir banyak dikembangkan sistem budidaya tebu dengan mengadopsi sistem irigasi tetes. Menurut Ndlovu (2000), Arun *et al.* (2012) dan Gunarathna *et al.* (2018), adopsi irigasi tetes pada tanaman tebu meningkatkan efisiensi penggunaan air (60-200%), menghemat air (20-60%), mengurangi kebutuhan pupuk (20-33%) melalui fertigasi, serta menunjukkan hasil tanaman berkualitas lebih baik dan meningkatkan hasil (7-25%). Namun, timbul masalah dalam pemasangan pipa irigasi tetes terkait dengan proses instalasi karena tidak bisa dilakukan secara bersamaan pada saat proses penanaman benih tebu. Kebanyakan mesin yang tersedia secara komersial masih di jual terpisah dengan implemen penanam benih tebu sehingga tidak *compatible*.

Pada kegiatan perekayasa ini, juga dilakukan pengujian terhadap kinerja implemen penanam tebu kombinasi pemupukan dan pemasang pipa irigasi tetes pada lahan kering. Selain itu, juga kualitas hasil tanam, peningkatkan efisiensi tenaga kerja, waktu dan biaya pada tahapan kegiatan *on farm* budidaya tebu. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (BBP Mektan) bermaksud melakukan rekayasa dan pengembangan implemen terintegrasi yang dapat dioperasikan dalam sekali proses untuk 3 fungsi, yaitu: penanam tebu, pemupukan dan pemasang pipa irigasi tetes dengan penggerak traktor roda empat yang dilengkapi dengan *power take off* (PTO).

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Rekayasa dan uji kinerja dilaksanakan di laboratorium perekayasa dan lahan BBP Mektan Serpong.

Bahan dan Alat Uji

Bahan rekayasa yang digunakan dalam pembuatan kontruksi adalah besi UNP, besi plat *esser*, besi plat *stainless steel*, besi as, mur dan baut serta *bearing*. Instrumen dan peralatan yang digunakan untuk mendukung kegiatan rekayasa antara lain, mesin bubut, mesin potong, mesin las, mesin tekuk, mesin bor dan lain-lain.

Bahan uji yang digunakan adalah implemen penanam tebu dengan pemasang irigasi tetes hasil rekayasa, tebu varietas PS 865 dengan umur tanaman 7 bulan RC 1, Kebun

Percobaan BBP Mektan, traktor yang digunakan *New Holland TD 90* dengan power 90 hp, hamparan lahan kering yang telah terolah siap tanam. Peralatan uji yang digunakan terdiri dari: *roll meter*, *soil penetrometer*, *tachometer*, timbangan, kamera digital dan *stopwatch*.

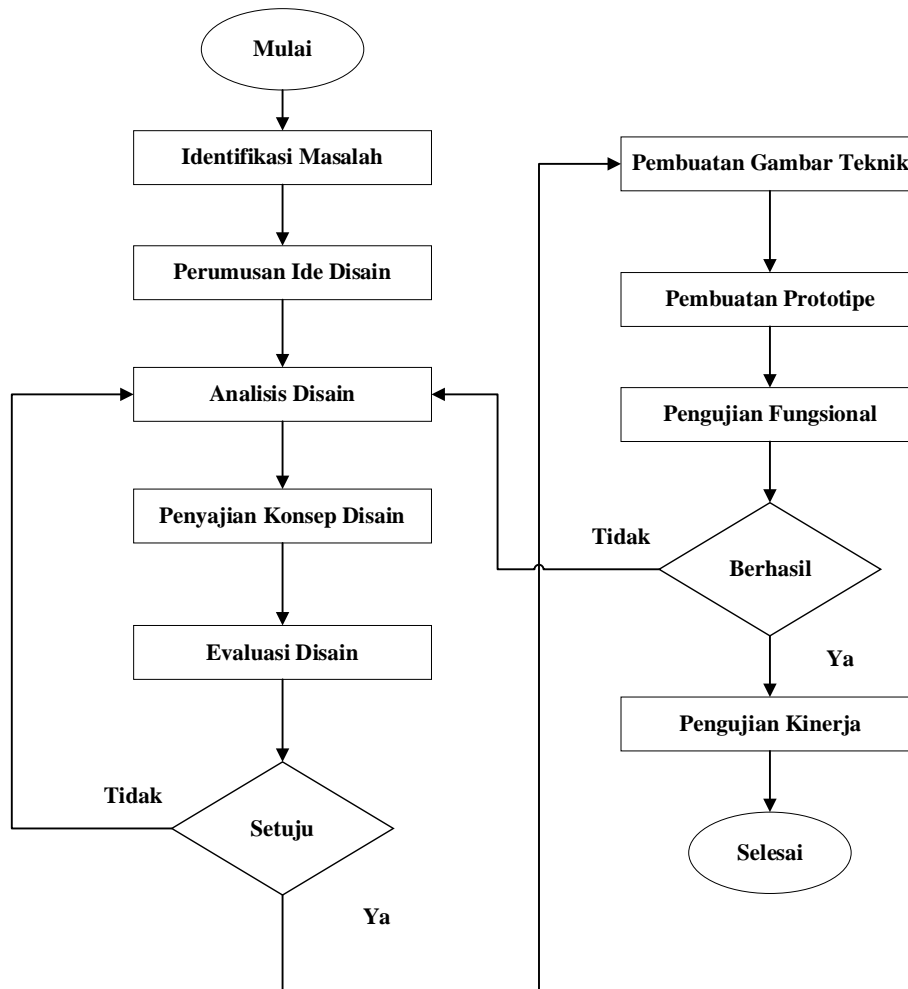
Metode

Tahapan kegiatan diawali dari kegiatan rekayasa implemen tanam benih tebu, pemupukan dan pemasangan pipa irigasi tetes ini menggunakan metode rekayasa balik (*reverse engineering*), yaitu proses penemuan prinsip-prinsip teknologi dari suatu perangkat, objek, atau sistem melalui analisis strukturnya, fungsinya, dan cara kerjanya. (Eilam *et al.*, 2007). Dalam tahap ini difokuskan pada identifikasi dan penyelesaian terkait masalah alat tanam tebu yang ada di tingkat petani dan pabrik gula. Parameter yang diukur dalam pengujian ini, yaitu kecepatan tanam, kedalaman tanam, panjang potongan, kerusakan mata tunas, penggunaan bibit, bibit tidak tertanam, penggunaan pupuk, kapasitas penanaman, efisiensi penanaman yang mengacu ke metode uji *DTI-Bureau of Product Standards*, dikarenakan SNI uji untuk mesin penanam bibit tebu yang belum ada.

Uji kinerja dilakukan dengan pola operasi tanam bibit *overlapping alteration pattern* (gambar 1), kecepatan maju traktor diatur pada kecepatan 2–3 km/jam, kedalaman *ridger*/buka alur diatur pada kedalaman 18–25 cm, kedalaman piringan penyapu diatur pada kedalaman 10-15 cm, kecepatan putar pisau potong diatur pada putaran 100-160 rpm, jumlah

potongan bibit diatur 6 potongan tiap meter, posisi jatuhnya bibit diatur pada tengah alur ridger, kecepatan putar *screw* pupuk diatur pada kecepatan 65-100 rpm, posisi jatuhnya pupuk

diatur pada samping bibit, jarak dari pusat ke pusat (PKP) diatur pada jarak 160 cm (*double row*).



Gambar 1. *Flow chart* kegiatan kerekayasa implemen tanam benih tebu, pemupukan dan pemasangan pipa irigasi tetes.

Hasil Identifikasi Masalah

a. Parameter Agronomis

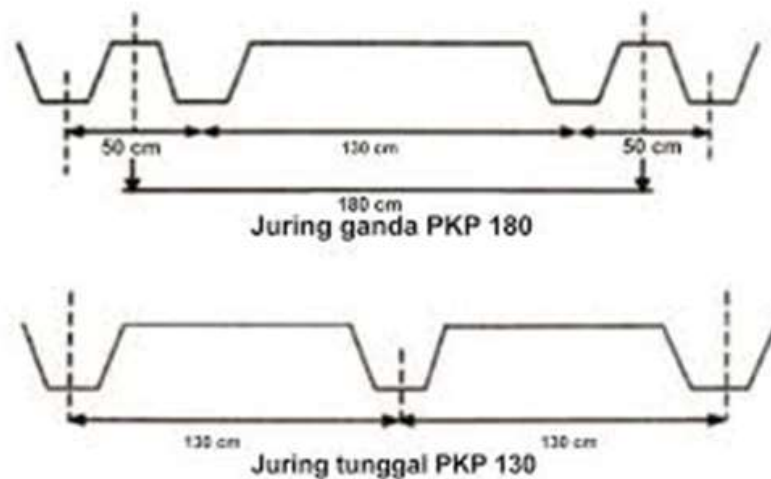
Sistem tanam tebu yang biasa diterapkan petani adalah sistem tanam baris ganda, dengan jarak tanam pusat ke pusat (PKP)

100-110 cm dan lebar juringan 50-60 cm. Dalam juringan ditanam benih dalam bentuk bagal dua baris. Sistem tanam baris ganda berbeda

dengan sistem tanam juring ganda. Pada sistem tanam juring ganda (Gambar 2), jarak tanamnya lebar, yaitu $135 \text{ cm} + (50 \times 50 \text{ cm})$. Jarak tanam $50 \times 50 \text{ cm}$ adalah PKP dari dua juring.

Pengaturan benih dalam juringan menggunakan sistem tumpang tindih (*overlay*) 50% (Effendi, 2014). Secara teknis sistem juring ganda tidak berbeda dengan juring tunggal,

yang membedakan adalah adanya perbedaan jarak tanam dan modifikasi letak alur/barisan tanaman (Gambar 3). Selain hal tersebut, faktor yang perlu dipertimbangkan dalam proses tanam tebu pada lahan kering, yaitu faktor kedalaman tanam, jarak tanam dan panjang potongan bibit. Kedalaman akar tebu didalam tanah sebesar 40–75 cm dan memiliki lebar 150-300 cm (Gambar 4).



Gambar 2. Sketsa sistem tanam juring ganda

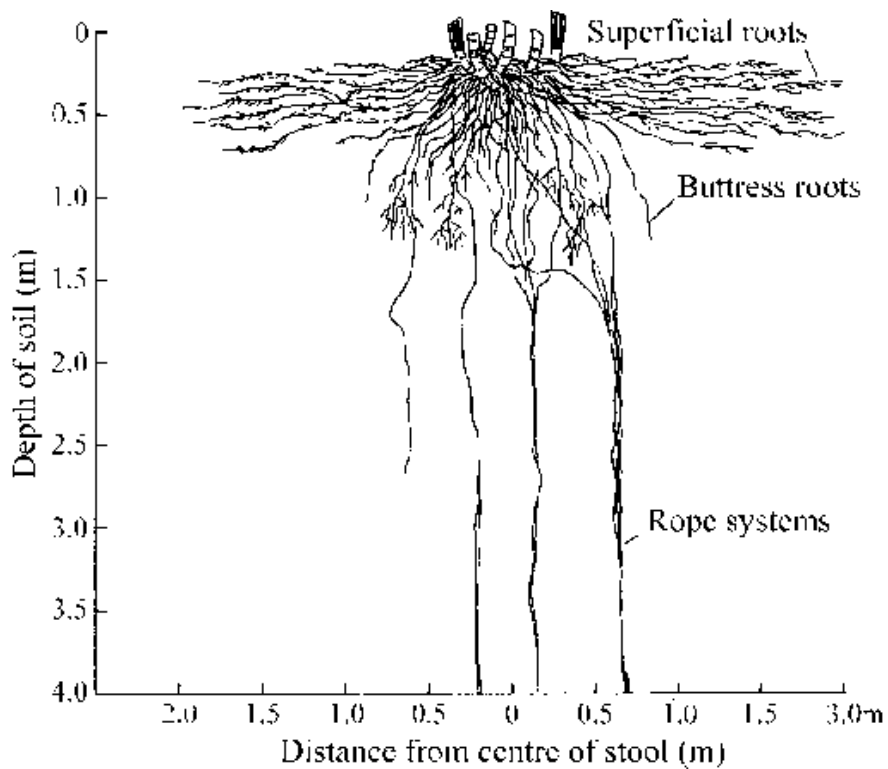


Gambar 3. Penataan benih tebu pada sistem tanam (a) juring ganda benih ganda dan (b) juring ganda benih tunggal

Tabel 1. Hubungan antara umur tebu, sebaran sistem perakaran efektif dan kedalaman permukaan air tanah

No	Umur Tebu (Bulan)	Kedalaman sistem perakaran efektif (cm)	Kedalaman minimal permukaan airtanah (cm)
1	1-3	<40	30-40
2	4-5	40-55	55-65
3	6-7	55-75	70-75
4	>8	>75	70-75

Sumber : Permentan. (2015).



Gambar 4. Sistem perakaran tanaman tebu di dalam tanah

Pemupukan dilakukan dengan dua kali aplikasi. Pada tanaman baru, pemupukan pertama dilakukan saat tanam dengan 1/3 dosis urea, satu dosis SP-36 dan 1/3 dosis KCl.

Pemupukan kedua diberikan 1-1,5 bulan setelah pemupukan pertama dengan sisa dosis yang ada (Indrawanto *et al.*, 2012).

Tabel 2. Jenis pemupukan tanaman tebu berdasarkan jenis tanah

Jenis Pemupukan	Kwintal per ha		
	Urea	SP-36	KCL
Tanaman Baru			
- Aluvial	5-7	0-2	0-1
- Regosol/Litosol/ Kambisol	5-8	1-2	1-2
- Latusol	6-8	1-3	1-2
- Grumosol	7-9	2-3	1-3
- Mediteran	7-9	1-3	1-2
- Podozolik merah kuning	5-7	4-6	2-4

Sumber. Puslitbangbun (2012)

b. Parameter Kondisi Lahan

Sifat fisik lahan kering :

Daya dukung lahan

Daya dukung tanah merupakan daya yang dibutuhkan oleh tanah untuk menahan beban yang berada di atasnya. Apabila suatu alat berada di atas tanah, maka alat tersebut akan memberikan *ground pressure*. Jika *ground pressure* traktor roda empat lebih besar dari daya dukung tanah, maka traktor tersebut akan terbenam (Kurnia *et al.*, 2006). Pengukuran daya dukung tanah pada penelitian ini menggunakan penetrometer dengan ukuran *cone* 1,4 cm x 5,4 cm dengan luas 23,74 cm².

Berdasarkan hasil pengukuran daya dukung tanah pada tabel 3 diperoleh daya dukung tanah 0,22 kg/cm² untuk kedalaman 5 cm, 0,85 kg/cm² untuk kedalaman 10 cm, dan 1,81 kg/cm² untuk kedalaman 15 cm. Sedangkan hasil pengukuran daya tekan dari roda traktor *New Holland* TD 90 diperoleh (Tabel 4) sebesar 0,68 kg/cm² dengan rincian bobot total 5.109 kg dan luas total tapak roda traktor

7.536 cm² mengacu SNI syarat mutu dan metode uji – traktor pertanian roda empat gandar ganda NO. 7016:2013.

Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa hingga kedalaman tanah 10 cm, nilai daya dukung tanah masih lebih besar dibandingkan dengan tekanan dari roda traktor terhadap tanah yang akan digunakan. Sehingga *plot* lahan dapat digunakan untuk menguji implemen penanam tebu beserta traktor roda empat.

Draft tanah

Tanah di Kebun Percobaan BBP Mektan Serpong termasuk golongan tanah *podsolik* merah kuning. Menurut Santosa (2006) pada kondisi lembab, tanah *podsolik* merah kuning mempunyai nilai *draft* spesifik yang terbesar, tanah tersebut ditandai dengan kandungan liat yang tinggi. *Podsolik* Merah Kuning memiliki *draft* spesifik pembajakan 1,087 kg/cm² saat kondisi lembab dan 0,936 kg/cm² saat kondisi tanah kering.

Infiltrasi tanah

Menurut Susanto & Suhardianto (2005) untuk menghitung berapa jumlah air yang masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*) dapat didekati dengan pendekatan jumlah air yang masuk melalui profil tanah. Selain itu, kecepatan *infiltrasi* air ditentukan juga oleh *permeabilitas* tanah. *Permeabilitas* secara kuantitatif diartikan sebagai kecepatan Bergeraknya suatu cairan

pada suatu media berpori dalam keadaan jenuh. Dalam hal ini sebagai cairan adalah air dan sebagai media berpori adalah tanah. Pergerakan air di dalam tanah sebagai suatu larutan atau sebagai uap air, terutama melalui pori-pori yang berukuran besar. Jadi semakin besar ukuran pori tanah semakin besar kecepatan *permeabilitas*. Besarnya laju *infiltrasi* wilayah Tangerang sebesar 0,333 mm/menit atau 19,98 mm/jam termasuk kelas agak lambat.

Tabel 3. hasil pengukuran daya dukung tanah

		Kedalaman (cm)		
		5	10	15
Kekerasan Tanah (Kg/cm ²)	1	0,21	1,18	0
	2	0,17	1,85	3,37
	3	0,21	1,47	2,11
	4	0,25	0,51	1,69
	5	0,17	0,42	0,63
	6	0,21	0,34	0,51
	7	0,21	0,63	2,11
	8	0,21	0,63	2,32
	9	0,25	0,63	1,47
	10	0,34	0,84	2,11
Rata-rata		0,22	0,85	1,81

Tabel 4. Hasil perhitungan daya tekan traktor New Holland TD 90

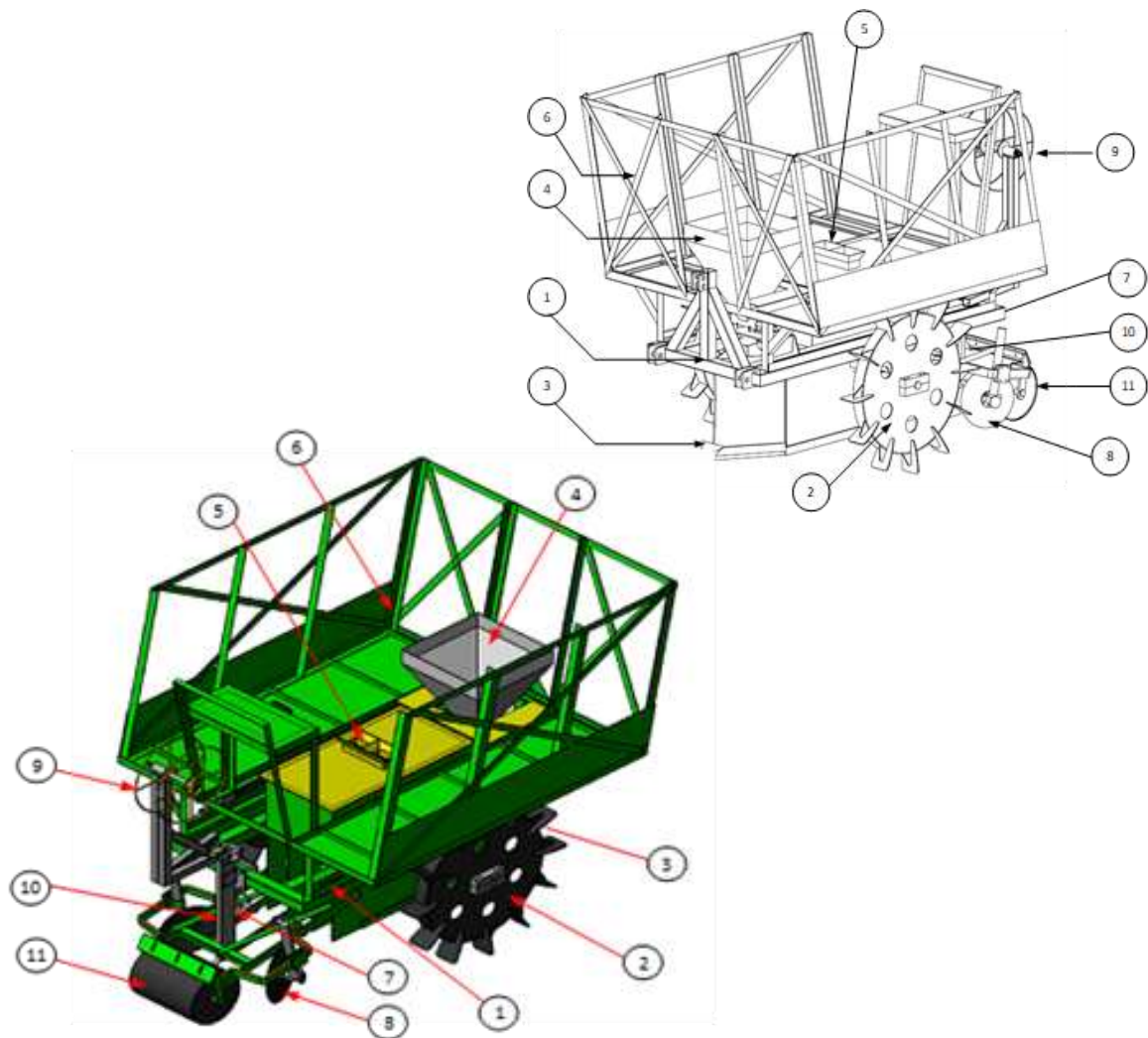
No	Dimensi traktor	Satuan	Ukuran
1	Luas Tapak Roda Depan	cm ²	1.500
2	Luas Tapak Roda Belakang	cm ²	2.268
3	Luas Total 4 Roda	cm ²	7.536
4	Bobot Total TR4 ¹	kg	5.109
5	Ground Pressure	Kg/cm ²	0,68

Catatan : ¹ termasuk berat operator, pupuk, benih, implemen dan selang irigasi

Implemen Penanam Tebu, Pemupuk dan Pemasang Pipa Irigasi tetes

Mesin penanam tebu kombinasi pemupuk dan pemasang irigasi tetes (Gambar 5) implemen terintegrasi ini dapat digunakan untuk

memupuk dan memasang pipa *irigasi tetes* sekaligus menanam tebu secara mekanis dalam satu proses pengoperasian. Implemen ini digerakkan dengan traktor roda empat (Gambar 5).



Keterangan gambar:

1. Kerangka utama (frame)
2. Dua unit roda penggerak (kanan-kiri)
3. Unit pembuka alur tanam tebu
4. Unit pemupuk
5. Unit pemotong
6. Unit penampung batang tebu
7. Unit pembuka alur irigasi tetes
8. Unit penutup alur tanam tebu
9. Unit penggantung gulungan (roll) irigasi tetes
10. Unit pipa lengkung
11. Unit silinder pemampat

Gambar 5. Rancangan mesin tanam tebu dan pemasang irigasi tetes (tampak depan dan tampak belakang isometrik)

C. Uji Kinerja

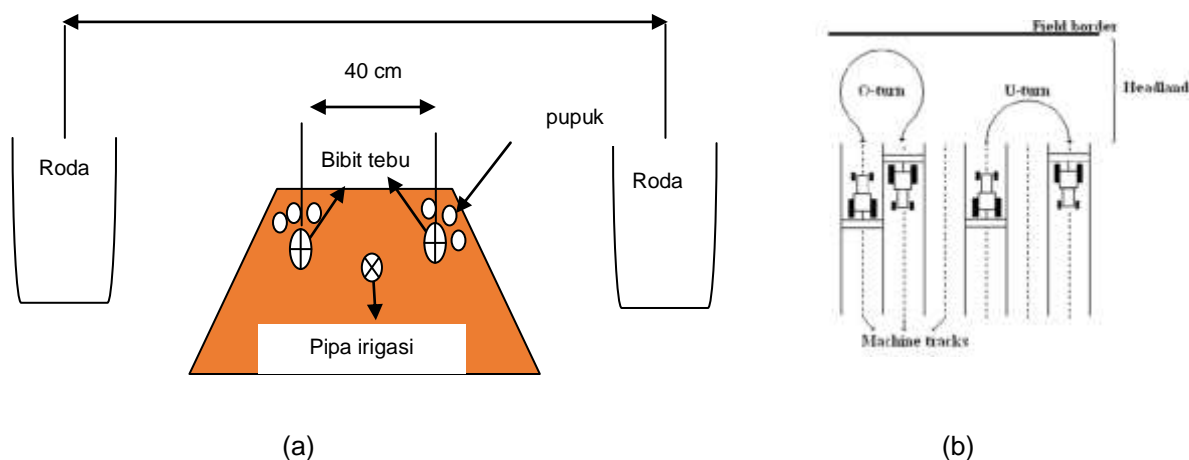
Untuk memastikan prototipe yang direkayasa dapat berfungsi dengan baik maka dilakukan secara fungsi dan kinerja agar dapat dilihat hasil unjuk kerjanya. Tahapan kegiatan uji kinerja diawali dari persiapan lahan uji dan pengolahan lahan uji dilanjutkan persiapan benih. Parameter yang diukur dalam pengujian ini yaitu kecepatan tanam, kedalaman tanam, panjang potongan, kerusakan mata tunas, penggunaan bibit, bibit tidak tertanam, penggunaan pupuk, kapasitas penanaman, efisiensi penanaman yang mengacu ke standar uji PAES DTI-Bureau of Product Standards dikarenakan SNI uji untuk mesin penanam bibit tebu yang belum ada.

Uji kinerja dilakukan dengan pola operasi tanam bibit *overlapping alteration pattern* (Gambar 6), kecepatan maju traktor diatur pada kecepatan 2–3 km/jam, kedalaman *ridger*/buka alur diatur pada kedalaman 18–25 cm, kedalaman piringan penyapu diatur pada kedalaman 10-15 cm, kecepatan putar pisau potong diatur pada putaran 100-60 rpm, jumlah potongan bibit diatur 6 potongan tiap meter, posisi jatuhnya bibit diatur pada tengah alur

ridger, kecepatan putar *screw* pupuk diatur pada kecepatan 65-100 rpm, posisi jatuhnya pupuk diatur pada samping bibit, jarak dari pusat ke pusat (PKP) diatur pada jarak 160 cm (*double row*).

Pemasangan pipa irigasi dilakukan bersamaan dengan proses tanam, sebelum dilakukan proses tanam, pipa irigasi ditarik keluar sepanjang ±100 cm hal ini dilakukan untuk proses penggabungan dengan saluran irigasi utama yang kemudian bila satu alur tanam tebu telah dilakukan proses pemotongan pipa irigasi dilakukan setelah ditarik keluar dengan panjang yang sama di proses awal tanam. Proses penggabungan pipa irigasi dilajur tanam dengan saluran utama dilakukan dengan menggunakan konektor khusus pipa irigasi. Posisi peletakan pipa irigasi berada ada di antara bibit tebu yang tertanam didalam tanah.

Tahap berikutnya adalah pelaksanaan uji dan analisis hasil uji serta pengamatan pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan penanaman dan pemupukan secara konvensional.



Gambar 6. Pola Tanam (a) dan ilustrasi peletakan bibit tebu, pupuk dan selang pipa irigasi (b) Hasil uji kinerja mesin tanam tebu (*planter*), pemupukan dan pemasangan pipa irigasi tetes

Hasil Uji Kinerja Mesin Tanam Tebu (*Planter*), Pemupukan, Pemasang Pipa Irigasi Tetes

Kegiatan budidaya tebu secara konvensional terdiri dari pengolahan tanah, pembuatan juring, penanaman, pemeliharaan tanaman (pemupukan, pembumbunan, pengendalian hama dan penyakit, klentek seresah tebu) dan pemanenan (Indrawanto *et*

al., 2012). Dengan introduksi teknologi mekanisasi, yaitu mesin tanam tebu (*planter*), pemupuk dan pemasang pipa irigasi tetes maka kegiatan budidaya tebu menjadi berbeda dengan cara konvensional karena terdapat penggabungan beberapa tahapan kegiatan usahatani yang digabung menjadi satu kali proses (Tabel 5) sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi waktu, tenaga kerja dan biaya.

Tabel 5. Kegiatan usahatani tebu konvensional dan menggunakan teknologi mekanisasi

No	Tahapan Usahatani Tebu	
	Konvensional	Teknologi Mekanisasi
1	Pengolahan tanah	Pengolahan tanah
2	Pembuatan Juring	Dengan mesin tanam tebu (<i>planter</i>), pemupuk dan pemasang pipa irigasi tetes
3	Pemupukan I	
4	Penanaman	
5	Pemasangan pipa irigasi tetes	
6	Pemeliharaan tanaman : - pemupukan II - pembumbunan - pengendalian hama dan penyakit - klentek seresah tebu	Pemeliharaan tanaman: - Dengan mesin pemupuk dan pembumbun - Mesin pengendalian hama dan penyakit - Mesin klentek seresah tebu
7	Panen	Mesin panen tebu

Uji kinerja mesin dilakukan di lahan kebun percobaan BBP Mektan dengan jenis tanah *Podsolik* merah kuning, kondisi lahan telah diolah dengan bajak piringan dan bajak rotari. Bahan uji yang digunakan benih tebu varietas PS 865 yang diperoleh dari Kebun Percobaan BBP Mektan. Benih tersebut memiliki umur berkisar 7 bulan.

Batang tebu yang dijadikan bibit dipilih tebu yang memiliki diameter minimal 2 cm, tidak tercampur dengan varietas lain, bebas dari hama penyakit dan tidak mengalami kerusakan fisik. Diperoleh bibit (*baga*) siap tanam sebanyak $\pm 2,200$ Kg untuk memenuhi kebutuhan bibit seluas $\pm 2,500$ m².

Tabel 6. Kondisi Bahan Uji

No	Panjang Batang (mm)	Diameter (mm)	Berat (gram)	Jumlah Mata	Berat (kg)	Panjang (m)	Bobot (kg/m)
1	1230	27,5	850	7	0,85	1,23	0,691
2	1550	27	950	14	0,95	1,55	0,613
3	1320	24	700	12	0,7	1,32	0,53
4	1310	22	550	13	0,55	1,31	0,42
5	1620	27	1000	11	1	1,62	0,617
6	1400	28	800	11	0,8	1,4	0,571
7	1540	30	950	8	0,95	1,54	0,617
8	1180	28	850	8	0,85	1,18	0,72
9	1200	27,5	700	9	0,7	1,2	0,583
10	1220	28	850	9	0,85	1,22	0,697
Rerata	1357	26,9	820	10,2	0,82	1,357	0,606



Gambar 7. Kegiatan pengujian kinerja mesin tanam tebu kombinasi pemupuk dan pemasang irigasi tetes di Kebun Percobaan BBP Mektan

Pengujian alat tanam tebu dengan menggunakan traktor *New Holland TD 90 D* (Gambar 7). Hasil uji unjuk kerja alat penanam tebu dan pemasang irigasi tetes menunjukkan rata-rata kecepatan tanam sebesar 2,33 km/jam. Pengukuran jarak PKP mempunyai hasil rata-rata 162,85 cm, rata-rata kedalaman tanam bibit 19,30 cm dan kedalaman tanam pipa 22,30 cm sesuai dengan standar kedalaman tanam bibit tebu dan terjadinya perbedaan hasil antara pengaturan jarak PKP teoritis dan hasil aktual disebabkan oleh tingkat kemahiran operator traktor dalam pengoperasian traktor saat dilakukan uji kinerja fungsi.

Selain itu faktor kondisi tanah yang masih agak basah dikarenakan hujan satu hari sebelum dilaksanakan uji kinerja fungsi sehingga terjadi slip saat mengendalikan laju traktor dan tanah yang melekat di bagian pembuka tanah. Dahono (1997) mengemukakan perbedaan lebar dan kedalaman tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu keterampilan operator saat menjalankan traktor agar tetap berjalan lurus, pengaruh putaran rotari yang menimbulkan getaran dan guncangan serta saat pengangkatan implement, apabila traktor menabrak halangan seperti batu, tanah keras, batang, maka akan menimbulkan gesekan atau getaran.

Tabel 7. Konsumsi Bibit Tebu

No	Luas plot uji (m ²)	Waktu kerja (menit)	Kecepatan kerja (km/jam)	Konsumsi bibit		
				(kg/uji)	(kg/jam)	(ton/ha)
1	1.512,00	33,20	2,31	980,00	1771,08	6,48
2	1.530,00	33,75	2,36	990,00	1760,00	6,47
3	1.515,60	33,42	2,33	980,00	1759,60	6,47
4	1.494,00	33,15	2,32	970,00	1755,66	6,49
5	1.533,60	33,93	2,34	1010,00	1785,85	6,59
Rerata	1517,04	33,49	2,33	986,00	1766,44	6,50

Menurut Indrawanto *et al.* (2012) kebutuhan bibit tebu per hektar 6-8 ton cm dan standar kualitas bibit tebu mempunyai panjang ruas 15-20 cm dan diameter batang \pm 2 cm, sedangkan hasil uji kinerja fungsi menunjukkan (Tabel 7) konsumsi bibit sebesar 6,5 ton/ha sehingga konsumsi bibit dirasa cukup karena masih dalam standar kebutuhan bibit tebu (Tabel 7). Hasil potongan bibit tebu dengan mesin

penanam tebu mempunyai rata-rata hasil potongan 38,5 cm, penyebab terjadinya selisih kualitas hasil potongan dengan standar kualitas bibit adalah kondisi lahan yang uji yang masih basah karena hujan sehingga terjadi slip yang akibatnya roda pemotongan bibit tidak bergerak. Kerusakan mata tunas di bibit tebu akibat proses pemotongan dengan mesin penanam tebu memiliki persentase 4,17% (Tabel 8).

Tabel 8. Kualitas hasil pemotongan bibit dengan menggunakan mesin penanam tebu

No	Panjang (mm)	Jumlah Mata	Jarak Antar Mata (mm)	Kerusakan Mata Tunas (%)	
1	390	2	200	0	0
2	390	2	190	0	0
3	380	4	120	0	0
4	400	3	145	0	0
5	380	3	115	1	33,3
6	400	2	165	0	0
7	390	3	140	0	0
8	390	2	220	0	0
9	380	3	120	0	0
10	390	3	125	0	0
11	380	2	170	0	0
12	380	3	140	0	0
13	350	2	125	0	0
14	380	4	85	1	25
15	380	4	95	0	0
16	400	2	190	0	0
17	390	2	185	0	0
18	380	4	85	1	25
19	380	4	90	0	0
20	390	3	140	0	0
Rerata	385	2,85	142,25	0,15	4,17

Hasil pengukuran *missing hill* proses penanaman dengan pengaturan jumlah 6 potongan dalam 1 m batang tebu pada Tabel 9. menunjukkan *prosentase* jumlah bibit tidak terpotong dan tertanam (*missing hill*) sebesar 17,33%. Nilai hasil pengukuran *missing hill* dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal berkaitan langsung dengan kondisi batang tebu yang akan dijadikan bibit sedangkan

faktor eksternal berkaitan langsung dengan gerak mesin penanam serta suplai benih kedalam unit pemotong benih oleh operator tanam. Suplai benih kedalam unit pemotong oleh operator tanam yang tidak kontinyu melalui bagian pengumpan memiliki pengaruh yang besar untuk terjadinya *missing hill* dikarenakan tidak tersedia batang tebu di dalam unit pemotong saat traktor bergerak maju maka terjadi kekosongan potongan bibit tebu di dalam tanah.

Tabel 9. *Missing Hill* Penanaman

No	Jumlah potongan dalam 10 m	Persentase (%)
1	48	20
2	55	8,3
3	46	23,3
4	50	16,7
5	51	15
6	52	13,3
7	48	20
8	51	15
9	48	20
10	47	21,7
Rata-rata		17,33

Mesin ini dilengkapi dengan unit pemupuk. Pemberian pupuk merupakan hal yang harus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan tanaman, agar dapat tumbuh dan berkembang serta dapat berproduksi dengan baik. Pupuk mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman baik unsur hara makro maupun mikro. Setiap jenis unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman memiliki fungsi masing-masing (Indrawanto *et al.*, 2012 dan Diana *et al.*, 2017).

Pemberian pupuk yang sesuai dengan kebutuhan tanaman merupakan bagian dalam kegiatan pemupukan berimbang. Kementerian Pertanian sebagai lembaga yang bertanggung jawab terhadap kebijakan pupuk, mendefinisikan pemupukan berimbang sebagai pemberian pupuk bagi tanaman sesuai dengan status hara

tanah dan kebutuhan tanaman untuk mencapai produktivitas yang optimal dan berkelanjutan (Permentan, 2011). Terminologi ini lebih menekankan kepada metode pemupukan, bukan kepada jenis pupuknya.

Pemupukan dilakukan di dekat baris tanaman, penempatan pupuk di dekat baris tanaman cenderung menambah kemampuan bersaing tanaman (Singgih *et al.*, 1989). Penempatan pupuk diduga berkaitan dengan daya jangkau akar pada daerah hara. Hasil pemupukan yang tersaji dalam tabel 10 mempunyai rata-rata tingkat kedalaman pemupukan 148, 55 mm didalam tanah (Tabel 10). Untuk konsumsi pupuk rata-rata sebesar 308,93 kg/ha (Tabel 11).

Kapasitas penanaman mesin penanam tebu kombinasi pemupuk dan pemasang pipa irigasi tetes hasil unjuk kerja sebesar 3,68 jam/ha sedangkan kapasitas teoritis sebesar 2,29 jam/ha maka efisiensi penanaman sebesar 62,68% (Tabel 12). Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja tersebut, yaitu

operator yang belum ahli dalam mengendalikan traktor beserta implemen penanam, kondisi lahan terolah secara sempurna, luas areal putar traktor yang sempit, bentuk petakan pada lahan yang kecil, termasuk *supply* benih dan pupuk saat proses kerja mesin berlangsung.

Tabel 10. Kedalaman Pemupukan

No	Kedalaman pemupukan (mm)		rata-rata (mm)
	kiri	kanan	
1	140	142	141
2	150	151	150,5
3	165	155	160
4	145	144	144,5
5	148	146	147
6	151	150	150,5
7	150	155	152,5
8	151	150	150,5
9	145	143	144
10	144	146	145
Rata-rata	148,9	148,2	148,55

Tabel 11. Konsumsi pupuk mesin penanam tebu kombinasi pemupuk dan pemasang pipa irigasi tetes

No	Luas plot uji (m ²)	Waktu kerja (menit)	Kecepatan kerja (km/jam)	Konsumsi pupuk		
				(kg/uji)	(kg/jam)	(kg/ha)
1	1.512,00	33,20	2,31	46,85	86,67	309,85
2	1.530,00	33,75	2,36	47,50	84,44	310,46
3	1.515,00	33,42	2,33	46,50	83,49	306,81
4	1.494,00	33,15	2,32	45,50	82,35	304,55
5	1.533,00	33,93	2,34	48,00	84,87	312,99
Rerata	1517,04	33,49	2,33	46,87	83,97	308,93

Tabel 12. Kapasitas penanaman mesin penanam tebu kombinasi pemupuk dan pemasang pipa irigasi tetes

No	Luas plot uji (m ²)	Waktu kerja (menit)	Kecepatan kerja (km/jam)	Kapasitas Lapang Penanaman			Efisiensi (%)
				(kg/uji)	(kg/jam)	(kg/ha)	
1	1.512,00	33,20	2,31	2732,53	0,27	3,66	62,62
2	1.530,00	33,75	2,36	2720,00	0,27	3,68	62,33
3	1.515,60	33,42	2,33	2721,28	0,27	3,67	62,36
4	1.494,00	33,15	2,32	2704,07	0,27	3,70	61,97
5	1.533,60	33,93	2,34	2711,67	0,27	3,69	62,14
Rerata	1517,04	33,49	2,33	2717,91	0,27	3,68	62,28

Lebar kerja teoritis : 1,6 m ; Kapasitas teoritis : 2,29 jam/ha

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kegiatan rekayasa dan pengembangan mesin penanam tebu, pemupukan dan pemasangan irigasi tetes, disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan implemen penanam tebu, pemupukan dan pemasangan pipa irigasi tetes ini, persiapan lahan cukup pengolahan tanah saja. Kegiatan penanaman benih tebu tidak perlu pembuatan juring terlebih dulu seperti yang dilakukan pada tahapan usahatani tebu konvensional.
2. Pada uji unjuk kerja, mesin dioperasikan dengan kecepatan tanam 2,33 km/jam sehingga mampu menanam bibit sebesar 19,30 cm ke dalam tanah disertai kedalaman peletakan saluran pipa irigasi tetes sebesar 22,3 cm penggunaan bibit 6,5 ton/ha dengan hasil panjang potongan bibit 38,5 cm dan persentase kerusakan mata tunas hasil potongan benih tebu 4,17%. Persentase bibit

tidak tertanam (*missing hill*) hasil uji sebesar 17,33% dengan besar konsumsi penggunaan pupuk 308,31 kg/ha. Mesin ini memiliki kapasitas penanaman bibit tebu 3,679 jam/ha dengan efisiensi penanaman sebesar 62,68%.

Saran

1. Kegiatan rekayasa dan pengembangan mesin penanam tebu, pemupukan dan pemasangan irigasi tetes ini pertama kali dilakukan di Indonesia. Uji kinerja mesin masih pada tahap awal dari rangkaian kegiatan rekayasa yang masih terus berproses dalam penyempurnaannya. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian-penyesuaian antara tahapan usaha tani tebu secara konvensional dengan introduksi teknologi mekanisasi tanpa mengkesampingkan faktor agronomis dan aspek sosial yang ada di masyarakat.
2. Untuk kegiatan perawatan tanaman diperlukan implemen pembumbun yang dilengkapi fungsi pemupukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arun, K., Rahul, P., & Sing, KG. (2012). *Drip Irrigation in Sugarcane: A Review. Agricultural Reviews*: 2012(33): 211-219.
- Anonim. (2019), *Balitbangtan Siap Dukung Rencana Strategis Kementerian Pertanian 2020-2024*. (Diakses 22 April 2020).
- Indrawanto, C., Purwono, Siswanto, Syakir, M., Munarso, S.J., Pitono, J., & Rumini, W. (2012). *Budidaya dan Pasca Panen Tebu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Dahono. (1997). *Pengolahan Tanah Dengan Traktor Tangan*. Jakarta: Bagian Proyek Pendidikan Kejuruan Teknik IV.
- Diana, N.E., Sujak. & Djumali. (2017). *Efektivitas Aplikasi Pupuk Majemuk NPK Terhadap Produktivitas dan Pendapatan Petani Tebu. Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, hal 43-52, Vol. 9(2), Oktober 2017, ISSN: 2085-6717, e-ISSN: 2406-8853.
- DTI-Bureau of Product Standards. 2011a. *Philippine National Standards. Agricultural Machinery – Sugarcane Planter – Methods of Test BUREAU.*, PAES 159:2011.
- DTI-Bureau of Product Standards. 2011b. *Philippine National Standards. Agricultural Machinery – Sugarcane Planter – Methods of Test BUREAU.*, PAES 160:2011.
- Effendi, D.S. (2014). *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, hal 5, Vol 36 No.1, 2014
- Eilam, E., & Chikofsky, E. J. (2007). *Reversing: secrets of reverse engineering*. John Wiley & Sons. hlm. 3. ISBN 978-0-7645-7481-8. jilid
- Gunarathna, M.H.J.P., Sakai, K., Nakandakari, T., Momii, K., Onodera, T., Kaneshiro, H., Uehara, H., & Wakasugi, K. (2018). *Optimized Subsurface Irrigation System: The Future of Sugarcane Irrigation*. *Water*. 10. 314. 10.3390/w10030314.
- Jalil R., & Moslem N. *Determination of forward speed effect on planning uniformity in a sugarcane billet planter*. Canadian Society for Bioengineering (CSBE/SCGAB) Québec City, Canada. June 13-17, 2010.
- Kumar, S., Pal, S., Khandai, S., Kumar, M., & Tripathi, A. (2017). *Performance evaluation of sugar cane cutter planter using different parameters. International Journal of Agricultural Engineering*, 10(2), 367–373. <https://doi.org/10.15740/has/ijae/10.2/367-373>
- Kurnia, U., Sodik, M., & Setiari. (2006). *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Departemen Pertanian: Jakarta.
- Ndlovu, L. S. (2000). *The Performance Of Subsurface Drip Irrigation At Royal Swaziland Sugar Corporation During Its First Season*. *Proc S Afr Sug Technol Ass* (2000) 74, 157–161.
- Patil, A., Dave, A. K., & Yadav, R. N. S. 2004. *Evaluation of Sugarcane Cutter Planter. Sugar Tech*, 6(3), 121–125. <https://doi.org/10.1007/BF02942713>
- Peraturan Menteri Pertanian. (2015). Nomor 53/Permentan/KB.110/10/2015.

- Susanto, A., & Suhardianto, A. (2005). Penentuan Ukuran Sumur Resapan Berdasarkan Luasan Rumah, Curah Hujan, dan Infiltrasi (Studi Kasus di Komplek Perumahan Reni Jaya, Pamulang, Tangerang, Banten). *Jurnal Matematika, Sains, Dan Teknologi*, 6(1), 31-39.
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 *tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah*.
- Puslitbangbun. (2012). *Pedoman Teknis Percepatan Penerapan Teknologi Tebu Terpadu (P2T3)*. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Santosa. (2006). *Draft Spesifik Pengolahan Tanah : Terminologi dan Kegunaannya*. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. Vol. 10. No. 2, September 2006 : 14-18.
- Sanusi, G., Rustam E., & Intan M. Y. S. (2007). *Memfaatkan Industri Rekayasa Nasional untuk Pengembangan PG* (Issue 04).
- Singgih, S., Panbiru, A.M., Alla, A. & Pairunan., A.K. (1989). *Pemupukan Nitrogen pada Tumpangsari Jagung dan Kedelai*. Agrikam.