

# MODIFIKASI DAN UJI KINERJA APLIKATOR PUPUK CAIR PADA PROSES BUDIDAYA TEMBAKAU (*Nicotiana tabacum* L.)

Agus Panduwinata<sup>1</sup>, Siswoyo Soekarno<sup>2</sup>, Tasliman<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept of Agricultural Engineering, FTP, Universitas Jember, Jl Kalimantan No. 37 Kampus Tegalboto Jember 68121.  
E-mail: pandu.thewinata@gmail.com

## ABSTRAK

*Aplikator pupuk cair adalah alat yang digunakan di PTPN X Jember pada pemupukan dasar budidaya tembakau. Alat ini tidak seragam saat pemupukannya pada setiap lubang pemupukan. Untuk memperbaiki kinerjanya, maka dilakukan modifikasi pada ujung pipa pengeluaran aplikator pupuk cair dengan menambahkan penakar. Penelitian ini bertujuan melakukan modifikasi aplikator pupuk cair dengan menambahkan penakar dan melakukan uji kinerja mesin sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi. Penakar yang digunakan adalah tipe klep buka tutup dengan takaran sebesar 100 ml. Selanjutnya, uji alat dilakukan dengan mengukur tingkat keseragaman dan kecepatan pemupukan di laboratorium. Setelah itu dilakukan uji lapang dan dihasilkan Kapasitas Lapang Efektif (KLE) dan kecepatan pemupukan. Hasil penelitian menunjukkan nilai keseragaman pada aplikator pupuk cair setelah dilakukan modifikasi lebih stabil dan lebih merata dibandingkan dengan sebelum dilakukan modifikasi. Kecepatan dan KLE aplikator pupuk cair setelah dilakukan modifikasi adalah sebesar 96,1929 liter/jam dan 260,16 m<sup>2</sup>/jam.*

**Kata Kunci:** *Aplikator pupuk cair, penakar, klep buka tutup, uji keseragaman, Kapasitas Lapang Efektif.*

## PENDAHULUAN

Perkebunan merupakan salah satu sektor usaha andalan yang dimiliki Indonesia. Salah satu komoditas perkebunan yang ada di Indonesia adalah tembakau. Pemeliharaan tanaman pada budidaya tembakau meliputi pengairan, penyiangan, pemupukan, pendaringan dan pembuatan ajir (lanjaran) (Matnawi,1997). Pemupukan adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk menambahkan unsur hara pada tanah sebagai media tanam.

PT Perkebunan Nusantara (PTPN) X Jember merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri tembakau. Terdapat dua cara pemupukan yang dilakukan di PTPN X jember, yaitu menggunakan ember canting dan menggunakan aplikator pupuk cair.

Aplikator pupuk cair merupakan alat pemupuk yang dibuat oleh PTPN X Jember. Alat tersebut sudah pernah dilakukan modifikasi dengan menambahkan keran di bagian pangkal pipa penyalur. Namun, aplikator pupuk cair PTPN X Jember belum memiliki takaran yang pasti pada setiap lubang tanam. Agar setiap lubang tanam didapatkan volume pupuk yang sama tanpa memperhitungkan pengaturan tangan maka diperlukan modifikasi pada alat ini.

Penakaran pupuk dengan alat banyak dijumpai pada pupuk padat salah satunya dalam bentuk granular. Agar pupuk tepat dosis maka diperlukan peralatan VRA (Variable Rate Applicator) yang dapat mengontrol dosis penggunaan pupuk dan pestisida. VRA memerlukan komponen yang dapat mengontrol dosis pupuk yang digunakan. Salah satu komponen yang dapat digunakan adalah *metering device* (Azis,2011). Dengan menambahkan penakar ke aplikator pupuk cair diharapkan volume pupuk yang keluar memiliki volume yang sama pada setiap lubang tanam.

## BAHAN DAN METODE

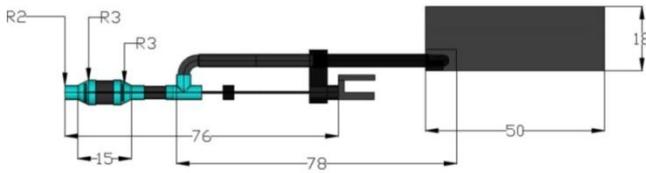
Penelitian dilakukan di Balai Penelitian PTPN X Jember, Jawa Timur. Alat yang digunakan antara lain gergaji besi, gelas Ukur, gunting, lem pipa, spidol, cutter, stopwatch, dan kikir. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jerigen 10 Liter, pipa PVC 1 Inchi, konektor pipa 4 jenis, selang, handle rem tangan, kawat 0,1 milimeter dan *Software AutoCAD 2010*. Bahan yang digunakan dalam pengujian alat adalah Air dan Pupuk cair (ZA, SP-36, )

### Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pertama adalah identifikasi masalah, perumusan ide modifikasi, dan pembuatan penakar.

Penakar memiliki bagian alat yang diperlukan untuk mengeluarkan pupuk sejumlah 100 ml. Alat ini menggunakan sistem buka tutup seperti pada pompa air galon sederhana. Bagian bagian dari penakar ini meliputi klep buka tutup, *handle*, pipa penakar, pipa penyambung

Penakar bekerja dengan sistem klep buka tutup. Klep ini terbuat dari bahan yang elastis dan anti air. Terdapat dua buah klep yang berhadapan di dalam penakar yang berfungsi buka tutup masuknya pupuk. Pada posisi biasa, klep menutup saluran pengeluaran dan membuka saluran pemasukan. Agar klep bergerak dengan teratur, dilakukan penambahan pegas di bagian ujung klep. Pegas ini berfungsi mengembalikan posisi klep ke posisi biasa.



Skala 1 : 5

Gambar 2.1 aplikator pupuk cair setelah modifikasi (a), penakar (b), dan alat tampak samping (c)

**Uji laboratorium dan uji lapang**

Uji laboratorium merupakan uji yang dilakukan sebelum alat di uji ke lapang. Pengukuran yang dilakukan dalam uji laboratorium adalah pengukuran uji fungsional alat, kecepatan pemupukan dan uji keseragaman.

**a. Uji Fungsional Alat**

Uji fungsional ini dilakukan dengan tujuan menguji kerja penakar. Hal yang dilakukan adalah mencoba kerja handle dan klep serta percobaan dengan menggunakan air. Alat dikatakan berhasil uji fungsional apabila air yang masuk tidak mengalami kebocoran, klep dan handle bekerja dengan baik tidak ada yang tersendat-sendat dan air yang masuk ke dalam penakar dapat keluar dari penakar.

**b. Kecepatan Pemupukan**

Pengukuran kecepatan pemupukan merupakan perbandingan antara jumlah lubang dengan waktu.

$$Vp = \frac{V}{t}$$

Keterangan :

Vp = Kecepatan pemupukan (liter/jam)

V = Volume pemupukan (liter)

t = Waktu pemupukan (jam)

**c. Uji Keseragaman**

Keseragaman jumlah pupuk dilakukan uji dengan menggunakan rata-rata antara jumlah pupuk yang dikeluarkan dengan jumlah percobaan. Persamaan yang digunakan adalah :

$$X = \frac{\sum xi}{n}$$

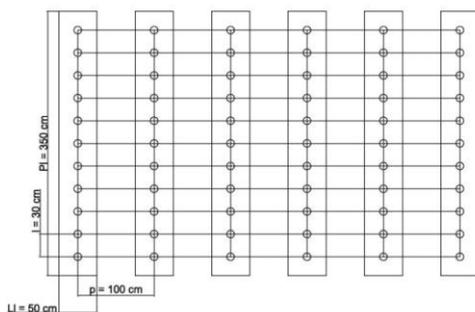
Keterangan :

X = Nilai rata-rata keseragaman

Xi = Nilai pengujian

n = Jumlah pengujian

Parameter yang diamati pada uji lapang adalah kapasitas lapang efektif (KLE). Untuk menghitung kapasitas lapang efektif (KLE) hanya diperlukan data waktu keseluruhan dari mulai bekerja hingga selesai (WK) dan luas hasil area yang dipupuk (L). Pengukuran lahan dilakukan bertujuan untuk mengubah satuan lubang ke satuan meter persegi (m<sup>2</sup>).



Gambar 2.2 Denah lahan penelitian

$$L = \left[ \left( \frac{N}{n1} \right) - 1 \right] \times Pi$$

Keterangan :

L = Luas lahan (m<sup>2</sup>)

N = Jumlah lubang

Pi = Panjang bedeng (m<sup>2</sup>)

Persamaan yang dipakai untuk menghitung KLE adalah :

$$KLE = \frac{L}{WK}$$

Keterangan :

KLE = Kapasitas lapang efektif (m<sup>2</sup>/jam)

L = Luas area yang dipupuk (m<sup>2</sup>)

WK = Waktu kerja (jam)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Modifikasi Aplikator Pupuk Cair**

Modifikasi aplikator pupuk cair dengan menambahkan penakar pada ujung lubang pengeluaran. Bahan yang digunakan untuk memodifikasi yaitu karet anti air sebagai klep berfungsi sebagai pengatur buka tutupnya pupuk yang keluar dan pipa oversize berfungsi sebagai body penakar sekaligus menjadi tempat takaran volume pupuk. Karet yang digunakan mempunyai ukuran diameter 3 cm dan ketebalan karet 1 cm. Bahan yang dipilih karet karena karet memiliki sifat elastis dan anti air selain itu karet juga memiliki sifat tidak pecah sehingga tahan lama. Body penakar menggunakan pipa PVC karena selain bahan mudah di dapatkan juga mudah dipotong sehingga dapat dipotong sesuai ukuran volume pupuk yang diinginkan.



Gambar 4.1 Aplikator Pupuk Cair Setelah Dilakukan Modifikasi

Adapun bagian-bagian Aplikator Pupuk Cair yang telah dimodifikasi dengan penambahan penakar :

**1. Tangki penampungan.**

Pada bagian ini tangki terbuat dari bahan jirigen plastik dengan volume 10 liter. Bahan ini dipilih karena memiliki berat yang ringan sehingga meringankan pengguna dalam proses pemupukan. Selain itu bahan memiliki sifat anti bocor yang baik serta penanganan dalam mengatasi kebocoran yang mudah. Tangki ini juga dilengkapi dengan sabuk penyangga yang berfungsi memudahkan operator dalam membawa aplikator pupuk cair.



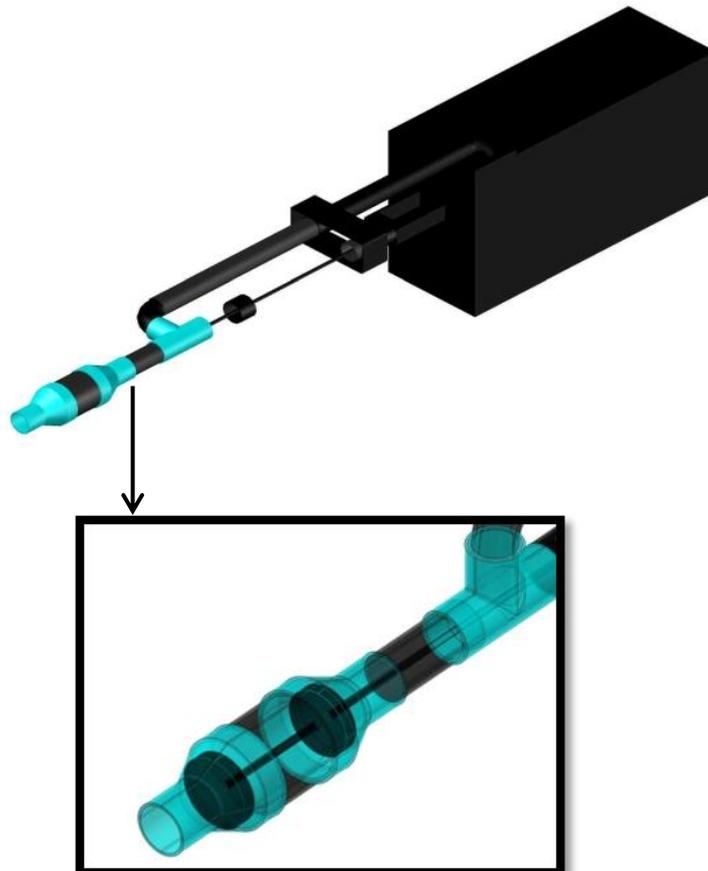
Gambar 4.2 Jirigen Plastik volume 10 liter dan Sabuk Penyangga  
2. Pipa Penyalur.

Pipa penyalur yang digunakan adalah 2 jenis pipa yaitu pipa PVC dan pipa selang lentur. Pipa selang lentur dipasang pada bagian setelah tutup tangki pupuk. Pipa selang lentur ini memiliki panjang 40 cm dan diameter 1 inci. Pipa PVC dipasang setelah pipa selang lentur. Pipa yang dipakai yaitu pipa berdiameter 1 inci 55 cm, pipa 0,75 inci 5 cm, 2 pipa penyambung, 2 pipa penutup, dan 2 pipa terminal T. Penyambungan pada pipa selang lentur dan pipa PVC perlu direkatkan dengan lem pipa dan lem tembak karena mudah bocor. Penambahan lem tembak ini berfungsi

merekatkan pipa selang lentur dengan pipa PVC dengan kuat.

### 3. Penakar.

Penakar terdiri dari 3 bagian, yaitu rangka penakar, klep, dan handle. Rangka penakar terbuat dari pipa PVC. Pipa PVC yang digunakan adalah pipa oversize 0,75 inci ke 1,5 inci. Pipa oversize ini dipilih karena bentuknya yang tabung dan memiliki sedikit bidang kerucut untuk tempat menutupnya klep. Klep yang digunakan adalah klep atas dan klep bawah. Klep atas terbuat dari bahan karet ban setebal 2 mm dengan diameter 1 cm. Klep bawah terbuat dari pipa seal otomatis pompa air. Seal otomatis pompa air dipilih karena memiliki pegas di dalamnya yang berfungsi mengembalikan posisi menutup saat tidak dilakukan penarikan. Kedua klep tersebut dihubungkan dengan besi berdiameter 1 mm dengan panjang 20 cm. Klep atas dan bawah ditahan oleh lempeng seng yang dililitkan ke besi di antara klep atas dan klep bawah. Hal ini dilakukan agar jarak antara klep atas dan klep bawah tidak berubah. Besi dikaitkan dengan kawat 0,5 mili sepanjang 20 cm untuk disambungkan ke handle. Handle yang digunakan adalah handle dengan gerak searah.



Skala 1 : 5

Gambar 4.3 Penakar tampak dalam

### Pengujian Laboratorium

Pengujian Laboratorium dilakukan untuk mengetahui kinerja aplikator pupuk cair sebelum dilakukan pengujian lapang. Parameter yang diukur adalah kecepatan aliran pemupukan dan tingkat keseragaman.

### Kecepatan Pemupukan

Hasil yang diperoleh dari pengukuran kecepatan pemupukan aplikator pupuk cair sebelum dilakukan modifikasi dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Tabel hasil pengukuran kecepatan pemupukan dan keseragaman

| Pengulangan | Volume pupuk yang keluar (ml) | Waktu (detik) | Kecepatan pemupukan (ml/detik) |
|-------------|-------------------------------|---------------|--------------------------------|
| 1           | 125                           | 2,3           | 54,34783                       |
| 2           | 150                           | 1,5           | 100                            |
| 3           | 150                           | 1,87          | 80,2139                        |
| 4           | 75                            | 1,46          | 51,36986                       |
| 5           | 75                            | 1,09          | 68,80734                       |
| 6           | 150                           | 2,8           | 53,57143                       |
| 7           | 125                           | 2,22          | 56,30631                       |
| 8           | 150                           | 2,08          | 72,11538                       |
| 9           | 150                           | 2,01          | 74,62687                       |
| 10          | 125                           | 1,75          | 71,42857                       |
| 11          | 125                           | 1,07          | 116,8224                       |
| 12          | 150                           | 1,86          | 80,64516                       |
| 13          | 125                           | 1,98          | 63,13131                       |
| 14          | 100                           | 1,6           | 62,5                           |
| 15          | 75                            | 1,07          | 70,09346                       |
| 16          | 150                           | 2,09          | 71,77033                       |
| 17          | 100                           | 1,76          | 56,81818                       |
| 18          | 100                           | 1,9           | 52,63158                       |
| 19          | 125                           | 2,05          | 60,97561                       |
| 20          | 125                           | 1,12          | 111,6071                       |
| Rata-rata   | 122,5                         | 1,779         | 68,85891                       |

Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa volume pupuk yang keluar dihasilkan nilai yang beragam dan melebihi 100 ml. Waktu yang diperoleh pada saat pengukuran beragam. Hal ini mempengaruhi nilai kecepatan pemupukan yang beragam pula. Hal ini disebabkan karena tinggi rendahnya selang saat pemupukan. Sehingga saat posisi selang semakin kebawah maka kecepatan aliran pemupukan juga semakin besar.

Setelah mengetahui nilai kecepatan pemupukan aplikator pupuk cair sebelum dilakukan modifikasi, selanjutnya menghitung nilai kecepatan pemupukan setelah dimodifikasi. Hasil yang diperoleh pada pengukuran kecepatan pemupukan setelah dilakukan modifikasi dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel hasil pengukuran kecepatan pemupukan dan keseragaman pada aplikator pupuk cair setelah modifikasi

| Pengulangan | Volume pupuk yang keluar (ml) | Waktu (detik) | Kecepatan pemupukan (ml/detik) |
|-------------|-------------------------------|---------------|--------------------------------|
| 1           | 90                            | 2,81          | 32,02847                       |
| 2           | 100                           | 2,75          | 36,36364                       |
| 3           | 100                           | 2,43          | 41,15226                       |
| 4           | 90                            | 2,72          | 33,08824                       |
| 5           | 100                           | 3,05          | 32,78689                       |
| 6           | 100                           | 2,77          | 36,10108                       |
| 7           | 80                            | 2,37          | 33,75527                       |
| 8           | 90                            | 2,54          | 35,43307                       |
| 9           | 110                           | 2,84          | 38,73239                       |
| 10          | 100                           | 2,22          | 45,04505                       |
| 11          | 100                           | 2,52          | 39,68254                       |
| 12          | 90                            | 2,82          | 31,91489                       |
| 13          | 100                           | 2,72          | 36,76471                       |
| 14          | 90                            | 2,58          | 34,88372                       |
| 15          | 100                           | 2,97          | 33,67003                       |
| 16          | 100                           | 2,81          | 35,58719                       |
| 17          | 100                           | 2,66          | 37,59398                       |
| 18          | 100                           | 2,75          | 36,36364                       |
| 19          | 100                           | 2,41          | 41,49378                       |
| 20          | 80                            | 2,40          | 33,33333                       |
| Rata-rata   | 96                            | 2,66          | 36,13097                       |

Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa volume pupuk yang keluar dari 20 pengulangan memiliki nilai yang tidak jauh

berbeda. Waktu yang dibutuhkan pada setiap pengulangan rata-rata sebesar 2,66 detik. Nilai kecepatan pemupukan diperoleh dari persamaan 3.2 nilai yang beragam dikarenakan waktu yang memiliki nilai yang beragam. Kecepatan pemupukan yang dihasilkan dari aplikator pupuk cair setelah dilakukan modifikasi adalah 36,13 ml/detik.

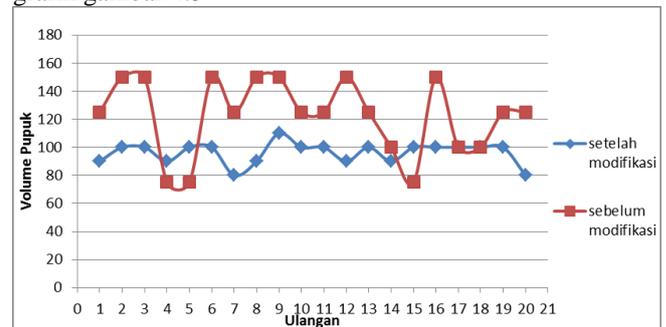
Hasil kecepatan pemupukan pada aplikator pupuk cair sebelum dimodifikasi lebih besar dibandingkan dengan setelah dilakukan modifikasi. Hal ini dikarenakan pengeluaran pupuk cair tidak langsung dikeluarkan ke lahan, namun masuk dahulu ke penakar, sehingga kecepatan berkurang saat pupuk keluar.

### Uji Keseragaman

Hasil yang diperoleh saat melakukan uji keseragaman sebelum dilakukan modifikasi dapat dilihat pada tabel 4.1. Pada tabel 4.1 hasil pengujian tingkat keseragaman penakar dapat dicari menggunakan persamaan 3.3 adalah 122,5 ml. Hasil ini melebihi volume yang diinginkan yaitu 100 ml. Nilai yang diperoleh pada setiap pengulangan juga beragam.

Selanjutnya hasil uji keseragaman aplikator pupuk cair setelah dilakukan modifikasi. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.2. Dari tabel 4.2, hasil yang diperoleh setelah dilakukan modifikasi adalah 96 ml. Nilai yang diperoleh pada setiap pengulangan tidak jauh beda. Pengukuran panjang pipa yang kurang akurat dapat mengakibatkan volume pupuk yang keluar tidak 100 ml.

Dari kedua hasil pengujian, dapat dilihat perbedaannya pada grafik gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik Uji Keseragaman

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa aplikator pupuk cair setelah dilakukan modifikasi memiliki hasil yang lebih banyak mendekati volume yang diinginkan yaitu sebesar 100 ml. sementara pada pengujian aplikator pupuk cair tanpa penakar dihasilkan volume yang kurang stabil.

### Uji Lapang

Hasil pengujian pada aplikator pupuk cair sebelum modifikasi dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Tabel hasil pengujian lapang aplikator pupuk cair sebelum modifikasi

| Pengulangan | Jumlah Lubang | Waktu Pemupukan 10 liter |       |        | Kapasitas Lapang Efektif (m <sup>2</sup> /jam) | Kecepatan Pemupukan (Liter/jam) |
|-------------|---------------|--------------------------|-------|--------|--|---------------------------------|
|             |               | Detik                    | Menit | Jam    |  |                                 |
| 1           | 90            | 249                      | 4,150 | 0,0692 | 325,3012048                                    | 144,5783                        |
| 2           | 67            | 245                      | 4,083 | 0,0681 | 229,2244898                                    | 146,9388                        |
| 3           | 81            | 253                      | 4,217 | 0,0703 | 281,7391304                                    | 142,2925                        |
| Rata-rata   | 79,33         | 249                      | 4,150 | 0,0692 | 279,0361446                                    | 144,6032                        |

Dari tabel 4.3, jumlah lubang dari hasil pengujian aplikator pupuk cair sebelum dilakukan modifikasi berbeda cukup jauh pada setiap perlakuan. Namun waktu yang diperlukan tidak memiliki perbedaan yang cukup jauh. Kapasitas lapang efektif rata-rata yang dihasilkan sebesar

279,036 m<sup>2</sup>/jam. Kecepatan pemupukan yang diperoleh sebesar 144,6 liter/jam.

Hasil pengujian aplikator pupuk cair setelah modifikasi dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Tabel hasil pengujian lapang aplikator pupuk cair setelah dimodifikasi

| Pengulangan | Jumlah Lubang | Waktu Pemupukan 10 liter |       |        | Kapasitas Lapang Efektif (m <sup>2</sup> /jam) | Kecepatan Pemupukan (Liter/jam) |
|-------------|---------------|--------------------------|-------|--------|--|---------------------------------|
|             |               | Detik                    | Menit | Jam    |  |                                 |
| 1           | 102           | 365                      | 6,084 | 0,1014 | 257,4247                                       | 98,63014                        |
| 2           | 108           | 361                      | 6,017 | 0,1003 | 278,2271                                       | 99,72299                        |
| 3           | 106           | 399                      | 6,650 | 0,1108 | 246,3158                                       | 90,22556                        |
| Rata-rata   | 105,3         | 6,25                     | 375   | 0,1042 | 260,16   | 96,1929                         |

Dari tabel 4.4, Hasil pengujian jumlah lubang yang dihasilkan melebihi jumlah pemupukan. Hasil pengujian lapang jumlah lubang memiliki perbedaan kurang dari 10 lubang pada setiap perlakuannya. Kapasitas lapang rata-rata yang diperoleh sebesar 260,16 m<sup>2</sup>/jam. Kecepatan pemupukan pada pengujian lapang sebesar 96,1929 liter/jam.

#### Kendala Penelitian

Adapun kendala – kendala penelitian antara lain pemilihan bahan, perbedaan waktu pengambilan data yang berbeda, operator yang berbeda, dan kondisi lahan. Dari hasil modifikasi aplikator pupuk cair tersebut diperoleh beberapa pendapat dari petani, antara lain sebagai berikut.

- Operator lebih merasa nyaman saat melakukan proses pemupukan, hal ini dikarenakan operator tidak lagi melakukan perkiraan dalam melakukan pemupukan.
- Aplikator pupuk cair terlihat lebih praktis dan ringan.
- Saat pemupukan juga menghemat orang dalam kerja.
- Disisi lain, petani juga mengeluhkan jika alat tersebut lama dalam pemupukan.

#### KESIMPULAN

Modifikasi penambahan penakar pada ujung lubang pengeluaran. Pemberian penakar pada aplikator pupuk cair ini volume pemupukan terbukti lebih seragam. Hasil uji laboratorium pengujian keseragaman sebelum modifikasi sebesar 122,5 ml dan setelah modifikasi sebesar 96 ml. Hasil uji lapang pengujian kecepatan pemupukan sebelum modifikasi sebesar 144,6032 liter/jam dan setelah modifikasi sebesar 96,1929 liter/jam. Hasil uji lapang pengujian Kapasitas Lapang Efektif (KLE) sebelum modifikasi sebesar 279,0361446 m<sup>2</sup>/jam dan setelah modifikasi sebesar 260,16 m<sup>2</sup>/jam.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Dr. Siswoyo Soekarno., S.TP., M.Eng. dan Ir. Tasliman., M.Eng sebagai dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, dan juga kepada kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan dengan sepenuh hati dalam bentuk apapun. serta teman-teman angkatan 2011 yang selalu memberikan dukungan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Azis, A., Setiawan R.A.P., dan Subrata, I.M.D., 2011. Disain dan Pengujian Metering Device untuk Alat Penjatah Pupuk Granular Laju Variabel (Variable Rate Granular Fertilizer Applicator). JTEP Jurnal Keteknik Pertanian Vol. 25 No.2 Oktober 2011.
- Matnawi, H. 1997. Budidaya Tembakau Bawah Naungan. Yogyakarta: Kanisius