



**PENGEMBANGAN MESIN FERTIGASI UNTUK TANAMAN HORTIKULTURA
PADA LAHAN RAWA LEBAK**
(*DESIGN AND DEVELOPMENT OF A FERTIGATING MACHINE FOR HORTICULTURE
IN THE SWAMPY AREA*)

Harmanto, Joko Wiyono, dan Agung Prabowo

Perekayasa pada Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong

ABSTRAK

Tanaman hortikultura berupa sayuran dan buah semusim dapat dibudidayakan di lahan rawa lebak (bagian guludan) saat musim kemarau apabila lahan sudah ditata dengan sistem surjan. Usaha tani hortikultura ini cukup banyak memerlukan modal dan tenaga kerja, sehingga pemilihan teknologi pengelolaan air dan pemberian pupuk yang tepat perlu dilakukan secara efektif. Tujuan penelitian ini adalah untuk merekayasa dan mengembangkan mesin fertigasi pada lahan terbuka di lahan rawa lebak untuk usahatani hortikultura. Mesin tersebut merupakan hasil modifikasi prototipe I mesin fertigasi untuk *greenhouse*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa harga prototipe mesin fertigasi modifikasi ini dapat ditekan hingga 25% dibandingkan harga prototipe I. Mesin ini juga mampu mencampur 3 (tiga) jenis pupuk sekaligus dan menakar dosis pupuk menurut nilai EC dan pH, menjadi lebih sederhana dan mudah. Pengaturan sensor EC dalam sistem kontrol dosis pupuk juga masih memerlukan perbaikan. Dalam penerapan di lokasi lahan rawa lebak, aplikasi mesin fertigasi ini mampu menjamin hasil panen cabe.

Kata kunci : Mesin, pencampur pupuk, irigasi, hortikultura, lahan rawa lebak.

ABSTRACT

In dry season, horticulture is able to be cultivated in swampy area with noticeable land management. This is to fulfill the requirement of horticultural crops to the area. Capital and the human labor are main constrains in cultivating, therefore a precise input technology in managing water irrigation and fertilization must be applied in order to maximize the yield. The main objective of the study was to develop an existing machine for mixing fertilizer-water irrigation (prototype I) to be suitable for open field in swampy area. Results proved that the investment cost of the modified machine was reduced by 25%. The machine has a better performance in mixing three types of fertilizer instead of two types before. Moreover the control system to adjust the EC and pH values was more simple and easier than the prototype I. However, the accuracy of EC measured from the drippers compared to the setting values was still relatively low.. Therefore, the position of EC-sensor should be evaluated. The application of modified machine gave a guarantee in producing the yield of chili crops.

Key word: fertilizer mixer, irrigation, horticulture, swampy area.

PENDAHULUAN

Luas lahan rawa di Indonesia adalah sekitar 13,28 juta hektar yang terdiri dari lebak dangkal (≤ 50 cm: 4,17 juta Ha), lebak tengahan (50-100 cm: 6,07 juta Ha) dan lebak dalam (> 100 cm: 3,04 juta Ha). Luasan tersebut berpotensi dikembangkan untuk budidaya tanaman dalam kaitan dengan program ketahanan pangan, agrobisnis, agroindustri dan

kesejahteraan masyarakat (Alihamsyah dan Noor, 2005). Pemanfaatan lahan rawa selama ini umumnya hanya untuk pertanaman padi. Kepemilikan lahan 2 Ha/orang, dan hanya mengandalkan tanaman pangan membuat petani rawa sangat sulit meningkatkan pendapatannya. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan variasi tanaman, dengan pola tanam padi – jeruk – sayuran (Alihamsyah *et al.*, 2003).

Kualitas hasil tanaman hortikultura di lahan rawa sangat dipengaruhi oleh tipologi lahan dan konsentrasi unsur hara tanah. Produksi tanaman hortikultura tergantung pada input yang diberikan, yaitu air dan pupuk yang tepat, sehingga akan menghasilkan produksi yang optimum baik kuantitas maupun kualitas (Antarlina *et al.*, 2006). Pada lahan rawa, baik rawa pasang surut maupun non pasang surut (lebak), ciri tanah bersifat *heterogen*. Sifat ini tidak hanya pada sifat fisik tanah, tetapi juga sifat kimianya. Pada lahan rawa lebak (lahan rawa non pasang surut) yang berada pada lembah datar di pedalaman, pengairannya sangat tergantung pada curah hujan. Pada saat kemarau panjang dataran lebak dapat kering sama sekali (Martooetomo dan Wirawan, 1991).

Masalah ketersediaan air irigasi dengan kualitas yang buruk juga menjadi kendala di lahan ini. Kualitas air umumnya tergolong jelek karena pH air dapat mencapai kurang dari 3,0. Bila ingin dijadikan air irigasi untuk tanaman yang membutuhkan pH mendekati netral (misal tanaman sayuran), kualitas air tersebut harus diperbaiki. Saat musim hujan, lahan tergenang air sehingga yang dominan dilakukan adalah budidaya ikan. Sedangkan disaat musim kering, lahan menjadi kering bahkan pada bulan Juli sudah terlihat kondisi tanah yang retak-retak. Kondisi tersebut lebih diperparah karena petani hortikultura tidak melakukan penyiraman (Antarlina *et al.*, 2006). Untuk mengurangi penguapan tanah dilakukan pemberian mulsa jerami pada lahan tersebut, sementara pemberian pupuk hampir tidak pernah dilakukan. Dengan demikian perlu ada sentuhan teknologi irigasi dan pemupukan yang dapat dilakukan secara bersamaan yaitu dengan teknologi fertigasi.

Peningkatan fungsi dan pemanfaatan lahan, terutama untuk komoditas hortikultura, telah dilakukan beberapa petani di lahan rawa lebak untuk komoditas jeruk. Nutrisi yang tepat diberikan kepada tanaman sangat mempengaruhi kualitas hasil. Pengelolaan input tersebut harus dilakukan secara hati-hati untuk memperoleh keuntungan yang maksimal dan menekan resiko kerusakan lingkungan secara minimal. Pengelolaan input yang diperlukan dalam usaha tani hortikultura dapat dilakukan dengan penerapan teknologi fertigasi. Dengan penerapan teknologi fertigasi diharapkan dapat diperoleh keuntungan yang sebanding dengan biaya yang dikeluarkan sehingga mampu

meningkatkan taraf hidup petani di wilayah rawa lebak Kalimantan Selatan.

Dari survey yang dilakukan pada beberapa lokasi di Indonesia, disimpulkan bahwa tingkat penggunaan teknologi fertigasi untuk tanaman hortikultura di lahan terbuka masih terbatas. Beberapa alasan utama penyebab teknologi tersebut belum berkembang dimasyarakat adalah sebagai berikut (Harmanto *et al.*, 2006^a):

- a. Investasi awal mahal (biasanya peralatannya diimpor dari luar negeri)
- b. Sering terjadi problem pengoperasian pada komponen nozelnya, karena ada endapan cairan pupuk.
- c. Diperlukan biaya perawatan yang cukup tinggi
- d. Ketidaktahuan informasi/ketersediaan teknologi didalam negeri.

Selain itu, mesin fertigasi sudah mulai diaplikasikan dalam usahatani hortikultura di dalam *greenhouse* meskipun masih sangat terbatas. Mesin fertigasi yang cukup sederhana telah dikembangkan oleh Yoyo (2006) yang menggunakan satu injektor dari bahan sangat murah yaitu venturi *water jet pump* yang berfungsi untuk mencampur satu jenis pupuk (proposioner). Alat ini juga cukup murah karena menggunakan bahan lokal, akan tetapi sebelum digunakan di lapangan harus dikalibrasi agar dosisnya tepat. Pengaturan dosis juga didasarkan pada nilai daya hantar listrik suatu larutan (*Electrical Conductivity*, EC) sebesar 1,5 dengan mengatur debit larutan sebelum digunakan. Harmanto *et al.*, (2006^b) juga telah mengembangkan mesin fertigasi dengan 2 macam pupuk (asam dan basa) sekaligus secara otomatis di dalam *green house*. Kelemahannya adalah disain kurang kompak, kurang menarik dan relatif mahal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan mesin fertigasi yang terkontrol pada lahan rawa lebak untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemakaian air dan pupuk. Mesin fertigasi diharapkan dapat meningkatkan produksi dan kualitas hasil produksi. Lebih lanjut penelitian ini juga untuk mengelola model sistem irigasi-pemupukan yang sesuai secara agroekologi dan sosial ekonomi untuk mendukung agribisnis hortikultura di wilayah lahan rawa lebak.



BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari 2007-Desember 2007. Pabrikasi prototipe mesin fertigasi dilakukan di Lab. Perencanaan, BBP Mekanisasi Pertanian, Serpong, sedangkan pengujian dan penerapan mesin fertigasi dilakukan di Desa Tawar, Kecamatan Kandungan, Kalimantan Selatan.

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa bahan rekayasa untuk modifikasi mesin pencampur seperti pompa air *multistage Grundfos CHL4-3* ($Q=4\text{m}^3/\text{h}$, $H=22\text{m}/2$ bars, $P=0,75$ kW), rangka besi siku, pipa PVC, sambungan pipa, sensor EC, sensor pH dan mikro-kontroller *Autonics MTW-41-DT*, Korea. Bahan dan peralatan untuk membuat jaringan irigasi tetes (*drip irrigation*) juga digunakan seperti pipa lateral PVC 1,5", PVC kran, pipa PE dia. 13 mm, oktagonal *dripper* dan *pressure gage* untuk mengukur tekanan air. Sedangkan bahan dan peralatan uji dalam penelitian ini berupa tanaman cabe (*Capsicum annum sp.*), pupuk Urea, NPK dan KCl, ajir bambu, timbangan digital, meteran dan lain-lain.

Metode

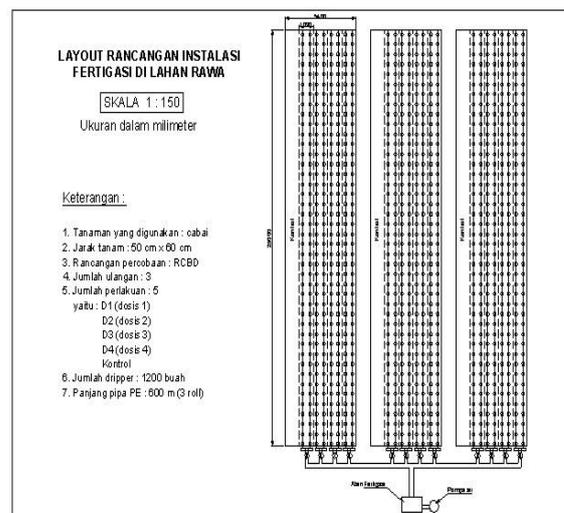
Penelitian ini dibagi dalam dua tahap, yaitu kegiatan laboratorium (rekayasa, modifikasi dan uji fungsional) dan kegiatan lapang (survey lokasi, instalasi, pengujian lapang dan pengambilan data). Pembuatan prototipe mesin pencampur pupuk dengan air irigasi dilaksanakan dengan memodifikasi prototipe hasil rekayasa sebelumnya (mesin fertigasi untuk greenhouse). Perbaikan dilakukan untuk memperbaiki kelemahan sekaligus meningkatkan kinerjanya, yaitu (1) penurunan biaya investasi; (2) pencampuran untuk 3 (tiga) jenis pupuk; dan (3) akurasi sensor EC.

Dalam perancangan mesin fertigasi, Hanson (2005) mempertimbangkan faktor-faktor penting antara lain tingkat keseragaman distribusi air dan pupuk sepanjang bidang pengaliran dan waktu yang diperlukan oleh pupuk untuk terdistribusi sampai bagian terjauh dari sistem irigasi. Burt (1998) mengemukakan bahwa penerapan fertigasi umumnya melalui sistem irigasi tetes atau *sprinkler* agar diperoleh tingkat keseragaman pendistribusian air (distribution uniformity, DU) yang tinggi. Hal ini hanya mampu dicapai oleh sistem irigasi tetes yang memiliki DU 85 - 93%.

Adapun uji coba dan penerapan mesin fertigasi dilakukan pada lahan rawa lebak

dengan lama musim kemarau sekitar 4 bulan. Penerapan (introduksi) mesin fertigasi didahului dengan survey awal dan kelayakan lokasi, pemasangan instalasi fertigasi, uji fungsional mesin fertigasi (parameter DU, keseragaman pH dan EC) dan dilanjutkan percobaan lapang (pengaruh dosis pupuk dan kualitas hasil). Perlakuan ditata dalam Modifikasi Rancangan *Strip Plot* dengan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu pemupukan melalui sistem fertigasi, melalui tanah dan cara petani. Adapun *layout* rancangan instalasi mesin fertigasi di lahan rawa lebak ditunjukkan seperti pada Gambar 1 dengan perlakuan (treatment) dalam uji lapang penerapan tersebut adalah sebagai berikut:

- D1 = Perbandingan dosis pupuk N – P – K = 150 – 150 – 150 kg/ha
- D2 = Perbandingan dosis pupuk N – P – K = 150 – 150 – 200 kg/ha
- D3 = Perbandingan dosis pupuk N – P – K = 150 – 200 – 200 kg/ha
- D4 = Perbandingan dosis pupuk N – P – K = 150 – 250 – 200 kg/ha
- K = Perbandingan dosis N – P – K = 150 – 150 – 100 kg/ha (kontrol).



Gambar 1. *Layout* rancangan instalasi mesin fertigasi di lahan rawa lebak, Kalimantan Selatan.

Data Pengamatan

Parameter yang diamati dan diukur selama penelitian ini, berupa unjuk kerja teknis mesin dan pengamatan tanaman cabe (*Capsicum annum sp.*) sebagai berikut:

- **Kinerja teknis:** nilai DU, debit air (flow rate) dari *emitter*, jumlah air irigasi per minggu serta nilai EC dan pH (diamati setiap 2 minggu sekali).

- **Aspek agronomi:** tinggi tanaman, jumlah cabang, diameter tanaman (diukur setiap 2 minggu) dan bobot cabe hasil panen (diukur per minggu setelah panen).

Analisa dan Evaluasi Data

Tingkat keseragaman campuran dan dosis pupuk dan air dapat dievaluasi dengan parameter EC dan pH dari campuran air irigasi yang dibandingkan dengan nilai setingannya. Sedangkan analisis agronomi yang ditunjukkan dengan parameter tinggi tanaman, jumlah cabang, diameter batang tanaman, jumlah tanaman mati, jumlah buah per pohon dan bobot hasil buah (yield) terhadap perlakuan dilakukan dengan menggunakan statistik ANOVA satu arah. *Software* statistik dari *SAS Institute, 2003* (PROC GLM, *t-test*, df of 5%) digunakan untuk menganalisis pengaruh perlakuan terhadap parameter-parameter penting tersebut.

Tabel 1. Kriteria tingkat keseragaman sistem irigasi tetes

Kriteria	SU (%)	DU (%)
sangat baik	> 90	> 87
baik	80 - 90	75 - 87
cukup	70 - 80	62 - 75
buruk	< 70	< 62

Sumber: Schulbach et al. (1999) and Pitts (1993)

Evaluasi ekonomis meliputi biaya pokok operasional mesin (dicatat harga prototipe mesin, umur pakai mesin, kapasitas kerja mesin, kebutuhan daya listrik, upah operator dan harga hasil panen cabe) serta nilai kelayakan penggunaan mesin seperti: pengembalian biaya investasi (Simple payback, NPV) maupun nilai B/C rasionya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Modifikasi Prototipe Mesin Fertigasi

Dalam mendesain suatu mesin fertigasi hal-hal yang perlu dipertimbangkan antara lain adalah tingkat keseragaman campuran pupuk dan air, jumlah pupuk yang perlu dicampurkan ke dalam tangki, pemilihan material injektor agar tidak mudah korosi oleh pupuk, tekanan pengaliran pada pipa air, tekanan pada pipa injeksi, volume tangki larutan pupuk, kebutuhan

pupuk tanaman per hari, spesifikasi pompa air yang dibutuhkan dan spesifikasi injektor yang diperlukan.

Target utama perbaikan mesin prototipe sebelumnya adalah penurunan biaya investasi, peningkatan kemampuan mencampur jenis pupuk, peningkatan akurasi pengontrolan dan perbaikan desain yang apik dan kompak. Gambar 2 memperlihatkan perubahan yang dilakukan antara prototipe I dan prototipe II (modifikasi). Penggunaan komponen lokal bagian pencampur (venturi) hingga 25% dari harga komponen prototipe I diharapkan dapat menurunkan biaya investasi, sedangkan perbaikan akurasi sensor EC dapat dimodifikasi dengan penempatan letak sensor dan voltase yang digunakan untuk mengindera daya hantar listrik dari larutan hasil pencampuran pupuk dari 24 V DC menjadi < 12 V DC.



Prototipe I

Prototipe II

Gambar 2. Tampilan prototipe II (baru) yang merupakan hasil modifikasi prototipe I (lama)

Penggunaan komponen utama mesin fertigasi berupa pipa venturi dari bahan pipa polietilen (PE)* merupakan terobosan baru untuk menurunkan harga investasi mesin. Harga satu komponen pipa venturi import sebesar Rp 1.250.000,- dapat digantikan dengan bahan lokal hasil rekayasa yang hanya sebesar Rp 125.000,-/unit atau 10 kali lebih murah. Sehingga apabila mesin fertigasi yang terdiri dari 3 (tiga) buah komponen utama venturi maka akan lebih menurunkan harga mesin tersebut. Bahkan untuk keperluan tertentu jumlah pupuk yang diaplikasikan sekaligus bisa dibuat untuk lebih dari 3 jenis pupuk. Gambar 3 memperlihatkan komponen utama venturi sebagai bagian yang berfungsi untuk mencampur pupuk (cair) dengan air irigasi. Besarnya diameter lubang venturi dan lokasi pipa penghisap pupuk (Gambar 3) merupakan parameter kritis yang menentukan laju pengisapan pupuk cair dengan air irigasi.



Selanjutnya dibandingkan dengan mesin fertigasi untuk *green house*, kinerja teknis mesin fertigasi hasil modifikasi ini dapat dilihat pada Tabel 2. Secara umum, terjadi perbaikan kinerja dari segi teknis, yaitu peningkatan kemampuan mencampur pupuk cair dari dua jenis menjadi tiga jenis pupuk sekaligus. Selain itu kenampakan fitur prototipe mesin fertigasi saat ini jauh lebih baik, kompak dan sangat mudah dipindah-pindahkan dibanding prototipe sebelumnya. Akurasi sistem pencampuran

pupuk juga meningkat, yang ditunjukkan dengan lebih rendahnya *error* pengaturan dosis pupuk terhadap EC *setting*nya dari > 20% menjadi kira-kira 13%. Sedangkan dari segi harga mesin prototipe modifikasi relatif lebih murah karena menggunakan pipa penakar pupuk jenis PE venturi hasil rekayasa, sehingga biaya investasi dapat ditekan hingga 25% menjadi Rp 15 juta per unit.



Gambar 3. Penggunaan komponen lokal pipa venturi pada prototipe mesin fertigasi

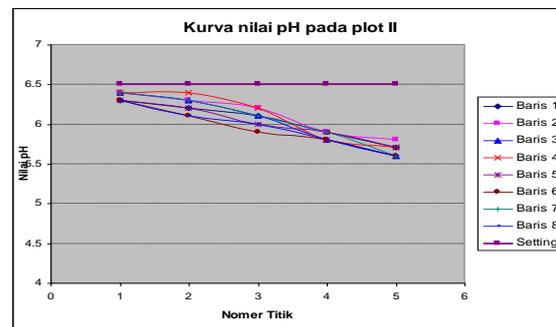
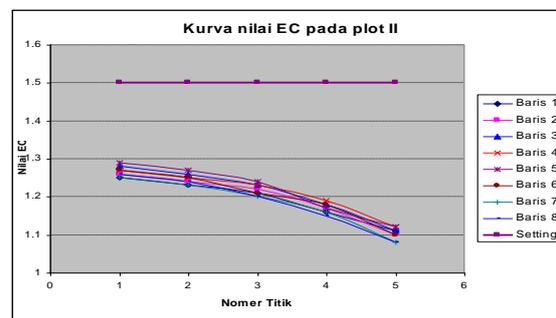
Tabel 2. Perbedaan dan Persamaan Prototipe Mesin Fertigasi

No	Item (parameter)	Mesin fertigasi Prototipe I (lama)	Mesin fertigasi Prototipe II (modifikasi Prototipe I)
1.	Harga investasi per unit	: - Rp 20 000 000,-	- Rp 15 000 000,-
2.	Kemampuan mencampur	: - 2 jenis pupuk	- 3 jenis pupuk
3.	Kenampakan (fitur)	: - Kurang menarik	- Lebih kompak dan baik
4.	Sistem kontrol dan sensor	: - <i>Error</i> > 25%	- <i>Error</i> rata-rata 18%
5.	Kebutuhan daya listrik	: - 1,5 kW	- 1,5 kW
6.	Bahan / material	: - Pipa PVC, stainless	- Pipa PVC, stainless
7.	Kemampuan pompa air	: - Q 4m ³ /h – 2 bar	- Q 4m ³ /h – 2 bar
8.	Sistem kontrol	: - Autonics, EC, pH	- Autonics, EC, pH
9.	Pengaturan dosis pupuk	: - Nilai EC (mS/cm)	- Nilai EC (mS/cm).

Uji Penerapan Mesin Fertigasi di Lahan Rawa Lebak

Kinerja teknis mesin fertigasi yang telah diterapkan di lahan rawa lebak di desa Tawar, Kalimantan Selatan dievaluasi dengan 3 (tiga) parameter yang diukur selama pengujian lapang berlangsung. Kemampuan mencampur pupuk dengan dosis tertentu ditentukan dengan cara pengaturan nilai EC, sedangkan tingkat kenetralan larutan yang akan diberikan ke tanaman diatur dengan parameter nilai pH. Selain itu, kemampuan jaringan irigasi untuk menyalurkan air irigasi dievaluasi dengan parameter DU atau pengukuran debit tetesan untuk masing-masing *emitter*. Gambar 4 memperlihatkan akurasi nilai EC dan pH yang keluar dari *octagonal dripper* terhadap nilai *setting* pada mesin fertigasi pada masing-masing EC=1,5 dan pH=6,5.

Besarnya kesalahan pengukuran (*error*) nilai EC terhadap nilai *setting* selama pengujian bervariasi antara 12,5-25 % atau rata-rata 18%, sedangkan *error* nilai pH relatif lebih kecil 1,5-12,3% atau rata-rata 7%. Penyimpangan nilai aktual EC terhadap nilai *setting*nya mungkin disebabkan oleh sensitivitas elektroda sensor EC dalam membaca dosis larutan pupuk dengan air irigasi yang akan digunakan. Penempatan sensor EC yang tidak tercelup seluruhnya saat mesin fertigasi beroperasi (misal debit air cukup kecil) menyebabkan pembacaan nilai EC di panel *display* sedikit menyimpang. Pengamatan nilai EC yang berbeda untuk masing-masing titik pengamatan menunjukkan bahwa semakin jauh dari pompa fertigasi suplai air irigasi ke tanaman juga menurun dalam debit air dan nilai EC (dosis pupuknya).



Gambar 4. Pengukuran nilai EC dan pH pada berbagai titik pengamatan

Tingkat keseragaman distribusi tetesan *emitter* (*dripper*) berkisar antara 79,69 %-90,33% dengan rata-rata 84,74%, sehingga dapat dikatakan dalam kategori BAIK (Tabel 3). Demikian pula dengan tingkat keseragaman (SU) dosis pupuk pada masing-masing titik tanaman menunjukkan bahwa tingkat keseragamannya secara perhitungan juga masuk dalam kategori BAIK dengan nilai rata-rata SU adalah 83,45%. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi jaringan irigasi masih dalam kondisi baik untuk mendistribusikan campuran pupuk-air irigasi dengan baik pada masing-masing tanaman cabe.



Tabel 3. Data debit air dan perhitungan DU dari jaringan masing-masing perlakuan

Perlakuan	Debit air pada <i>emiter</i> (l/jam)				DU (%)	
	Pipa 1		Pipa 2		Pipa 1	Pipa 2
D1	9.8 7.9 8.9 8.3 8.1 6.4 7.6 8.4 5.9	8.7 7.4 7.1 7.5 6.5 7.1 7.0 8.4 6.4	83,66	90,33		
D2	6.8 8.6 6.1 6.5 8.6 6.1 5.4 8.4 6.3	7.5 5.8 8.1 7.5 5.8 8.1 5.2 6.9 6.9	83,85	81,26		
D3	7.2 8.3 7.3 6.6 8.3 5.5 5.5 8.9 5.8	9.1 7.0 5.7 6.7 7.7 6.2 6.9 6.9 5.2	79,69	83,65		
D4	6.8 8.6 7.5 5.9 6.5 6.6 5.5 6.3 7.2	6.2 5.8 5.2 6.0 5.1 6.6 6.6 5.5 7.0	87,23	88,29		

Keterangan : DU = tingkat keseragaman pendistribusian air (Distribution Uniformity)

D1, D2, D3, D4 = Perlakuan dosis pupuk N/P/K

Adapun kebutuhan air tanaman dan manajemen pengoperasian pompa dalam sistem fertigasi selama pengujian lapang di lokasi dilakukan berdasarkan perhitungan kebutuhan air tanaman rata-rata dari model *Penman-Monteith* yakni evapotranspirasi dari input data cuaca setempat (suhu udara, RH, kecepatan angin dan radiasi matahari). Kebutuhan air tanaman cabe rata-rata adalah 1,41 liter/hari. Jumlah tanaman dalam satu baris adalah sebanyak 50 tanaman. Jumlah baris dalam tiga petak lahan adalah 24 baris. Sehingga kebutuhan air total untuk tanaman cabe adalah 1.692 liter/hari. Bila penyiraman dilakukan 2 kali dalam sehari, maka satu kali penyiraman membutuhkan air 846 liter.

Cara pendistribusian air ke lahan adalah melalui pompa fertigasi. Pompa yang digunakan memiliki spesifikasi *multistage*, debit 4 m³/jam (66,67 l/mnt) dan tekanan 2 kg/cm². Dengan debit pompa tersebut maka dalam satu kali siram untuk seluruh petak dilakukan selama 13 menit.

Analisis Agronomi

Pemberian air dan pupuk secara bersamaan (*fertigasi*) pada berbagai variasi debit, pH, EC dan waktu sangat mempengaruhi kondisi tanaman. Kondisi tanaman yang dapat diamati dalam satu kali musim tanam antara lain adalah tinggi tanaman, jumlah cabang, diameter kanopi, jumlah tanaman hidup, jumlah buah dan berat (hasil) buah.

Dari analisa statistik (*GLM, t-test ANOVA one-way*) yang dilakukan terhadap hasil panen cabe (berat buah maupun rata-rata jumlah tanaman hidup) diperoleh hasil bahwa perbedaan dosis pemberian pupuk sangat mempengaruhi hasil panen cabe (*yield*) dimana dosis tertinggi (EC = 2) memiliki berat rata-rata buah cabe terbesar (0,20 kg/pohon) seperti

terlihat pada Tabel 4. Perlakuan kontrol (yang biasa dilakukan petani setempat di rawa lebak) menunjukkan hasil panen cabe terkecil.

Tabel 4. Rata-rata tanaman hidup, tinggi tanaman dan berat buah per pohon

No	Perlakuan	Tanaman hidup (pohon)	Tinggi tanaman (cm)	Berat buah (g/pohon)
1	D1 = 150-150-150	92,3 ^a	73,5 ^b	10,298 ^{bc}
2	D2 = 150-150-200	95,3 ^a	75,9 ^b	13,571 ^b
3	D3 = 150-200-200	94,3 ^a	80,8 ^a	16,876 ^a
4	D4 = 150-250-200	94,3 ^a	80,0 ^a	20,326 ^a
5	K = 150-250-100	93,0 ^a	70,4 ^c	9,634 ^c

Keterangan: Huruf berbeda dibelakang angka menunjukkan berbeda nyata secara statistik pada $\alpha=5\%$

Pengamatan hasil panen dari penelitian akibat perbedaan perlakuan dosis pupuk dengan mesin fertigasi ini cukup baik karena jumlah populasi tanaman cabe yang hidup selama budidaya masih di atas 92% untuk masing-masing perlakuan. Analisa statistik juga menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan perlakuan dosis pupuk terhadap rata-rata jumlah tanaman yang hidup. Sehingga sampel dari populasi tanaman cabe yang ada masih cukup mewakili (*representatif*) atau dengan kata lain mempunyai *error* kecil.

Meski demikian, sudah menjadi karakteristik tersendiri bahwa lahan rawa lebak hanya memiliki sifat kekeringan tanah maksimal selama 5 bulan (selama musim kemarau saja), sedangkan selebihnya akan terendam air hingga setinggi 1- 2 m saat musin hujan tiba. Hal ini juga terjadi pada jaringan irigasi dalam penelitian ini, dimana seminggu setelah masa panen cabe pertama, musim hujan sudah mulai sehingga demplot percobaan terendam air (Gambar 5) setinggi 0,5 m. Akibatnya jaringan irigasi tidak diperlukan lagi dan harus diangkat sedangkan tanaman cabe harus segera dipanen awal agar tidak terendam seluruhnya.



Gambar 5. Kondisi jaringan irigasi tetes pada musim kemarau dan penghujan

Melihat sifat dan kondisi lahan rawa lebak yang hanya memiliki masa kekeringan yang relatif sangat pendek yaitu antara 3-5 bulan saja, maka perlu dipikirkan manajemen dan penggunaan jaringan irigasi yang fleksibel dan mudah untuk dibongkar-pasang atau menggunakan sistem terapung (dengan syarat bahan pipa irigasi harus tahan terhadap perubahan cuaca panas dan hujan). Untuk luasan lahan di atas 1 Ha misalnya, menggunakan dan melepas jaringan irigasi dalam waktu yang singkat merupakan permasalahan tersendiri, karena masa pakai jaringan yang hanya 3-5 bulan tersebut.

Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi dilakukan dengan cara menghitung kebutuhan biaya investasi,

perkiraan biaya tetap dan biaya tidak tetap untuk memperoleh biaya pokok per kilogram hasil. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa besarnya biaya pokok operasional mesin adalah Rp 54.715,- per hari dengan perincian 50% adalah untuk biaya investasi dan penyusutan mesin sedangkan 50% lainnya adalah untuk membiayai upah operator. Dari segi teknis, untuk investasi mesin fertigasi sebesar Rp 15.000.000,- per unit diperlukan biaya operasional mesin sebesar Rp 54.715,- per hari atau 0,4 % per harinya. Apabila kebutuhan air irigasi per hari adalah 1,7 m³ maka biaya operasional untuk menyalurkan air dengan mesin ini adalah Rp 32.185,- / m³ air.

Dari hasil perhitungan diatas diketahui bahwa untuk memproduksi 1 kilogram cabe membutuhkan biaya operasional Rp 912,-. Apabila dibandingkan dengan harga jual cabe



sebesar Rp 15.000,-/kg maka besarnya biaya pokok operasional mesin fertigasi masih layak untuk dipertimbangkan. Artinya tambahan biaya produksi sebesar Rp 912,- per hari tersebut maka penggunaan mesin fertigasi layak digunakan karena nilai *B/C ratio* dihitung sebesar 1,17. Hanya saja rendahnya waktu penggunaan per tahun (hanya efektif 3-5 bulan per tahun) merupakan kendala yang harus dicarikan solusinya karena dapat berakibat pada lebih rendahnya *B/C ratio* dan tingginya lama waktu pengembalian modal (*simple payback period*).

KESIMPULAN

1. Mesin fertigasi hasil modifikasi dapat menekan biaya investasi sebesar 25% dari harga prototipe sebelumnya menjadi sebesar Rp 15 juta per unit. *Performance* dari hasil modifikasi ini relatif lebih baik, yaitu mampu mencampur 3 (tiga) jenis pupuk (dalam bentuk cair) sekaligus dengan pengaturan dosis pupuk EC (0,5-3,5) dan pH (5-7). Sistem kontrol dan pengaturan dosis juga relatif lebih baik;
2. Mesin fertigasi ternyata juga dapat dioperasikan di lahan terbuka di luar *green house* untuk tanaman hortikultura. Kebutuhan daya listrik minimal 1,5 kW dengan voltase konstan sebesar 220 VAC.

DAFTAR PUSTAKA

- Alihamsyah, T., M. Sarwani, A. Jumberi, I. Ar-Riza, I. Noor dan H. Sutikno. 2003. *Lahan Rawa Pasang Surut, Pendukung Ketahanan Pangan dan Sumber Pertumbuhan Agribisnis*. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Banjarbaru, ISBN: 979-8253-53-1.
- Alihamsyah, T., dan I. Noor. 2005. *Laporan Tahunan Penelitian Pertanian Lahan Rawa Tahun 2004*. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Banjarbaru, ISSN: 1410-637 X.
- Antarlina S.S., H.D. Noor, I. Noor dan S. Raihan. 2006. *Teknologi Peningkatan Produktivitas Lahan dan Kualitas Tanaman Jeruk di Lahan Rawa*. Laporan Akhir Kegiatan. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian (*unpublished*).
- Burt C.M. 1998. *Selection of Irrigation Methods for Agriculture : Drip/Micro Irrigation*. Proceedings of Water Resources Division, ASCE, Annual Conference, Memphis, Tenn.
- Hanson B. 2005. *Irrigation System Design and Management : Implications for Efficient Nutrient Use*. Western Nutrient Management Conference. Vol. 6. Salt Lake City. UT.
- Harmanto, A. Nurhasanah dan A. Prabowo. 2006^a. *Rekayasa Kontrol Fertigasi untuk Hortikultura di Tropical Greenhouse*, Laporan Akhir Kegiatan Penelitian TA 2006, Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Serpong (*unpublished*)
- Harmanto, A. Nurhasanah, dan A. Prabowo. 2006^b. *Rekayasa Alsin Sistem Fertigasi untuk Tanaman Hortikultura pada Tropical Greenhouse*. Makalah dalam Prosiding Seminar Nasional Perteta (Perhimpunan Teknik Pertanian), 28-29 November 2006, Bogor.
- Martooetomo S. dan Wirawan. 1991. *Irigasi di Indonesia, Strategi dan Pengembangan*. LP3ES, Jakarta.
- SAS Institute. 2003. *Step-by-Step Basic Statistics Using SAS: Student Guide*. Cary, North Carolina, SAS Institute USA.
- Schulbach, K., S. Tjosvold, and D. Kasapligi. 1999. *Improving Irrigation Systems Conserves Water in Greenhouse Grown out Flowers*. Calif. Agric. 53 (2), 44-48.

