

**EFEKTIFITAS SISTEM FERTIGASI KENDI  
PADA TANAMAN LADA PERDU (*Piper nigrum* Linn)** X  
(Effectiveness of Pitcher Fertigation System on Bushes Pepper  
Crops)

Hermantoro<sup>1</sup>, B. I. Setiawan<sup>1</sup>, S. Hardjoamidjojo<sup>2</sup>, dan M. H. Bintoro<sup>2</sup>

**Abstract**

*The successful application of pitcher irrigation system has motivated to investigate the pitcher as a fertigation system. The experiment was conducted at Leuwikopo Experiment Station, Agricultural Engineering Department, Bogor Agriculture University. The main objective of this study is to study the effectiveness of pitcher fertigation system on bushes pepper crops. The result shows that the pitcher wall is capable to release NPK solution. Diffusion rate of fertilizer solution was measured as affected by the concentration inside and outside of the pitcher. The soil moisture distribution in the soil is sufficient to transport the solution available for crops development. Concentration of Phosphate (P) and Potassium (K) decrease laterally and the Nitrogen (N) tends to accumulate homogeneously in moist part around the pitcher.*

**Key words:** Irigasi, Fertigasi, Kendi, Difusi.

**PENDAHULUAN**

Evapotranspirasi merupakan gabungan dari transpirasi dan evaporasi. Transpirasi adalah air yang masuk ke dalam tanaman melalui akar digunakan untuk membangun jaringan tanaman dan dilepaskan melalui daun ke atmosfer, sedangkan evaporasi adalah air yang diuapkan dari tanah, permukaan air dan permukaan daun tanaman (Israelsen dan Hansen, 1962). Pada sistem irigasi kendi permukaan tanah di sekitar tanaman selalu dalam keadaan kering sehingga komponen

kehilangan air melalui evaporasi sangat kecil. Dalam sistem irigasi kendi laju rembesan air diupayakan sesuai dengan laju transpirasi tanaman.

Usaha meningkatkan hasil pertanian selain dilakukan dengan memberikan air irigasi juga dengan memberikan nutrisi yang diperlukan oleh tanaman melalui pemupukan. Cara pemupukan yang umum dilakukan adalah: ditebarkan dipermukaan tanah, ditanamkan di dalam tanah, disemprotkan pada daun, atau melalui air irigasi yang biasa disebut fertigasi (Plaster, 1992). Cara terakhir dipandang lebih efisien mengingat pemupukan

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Pascasarjana Ilmu Keteknikan Pertanian IPB

<sup>2</sup> Dosen Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor

dengan cara ditebarkan di permukaan tanah ternyata banyak terbuang, demikian juga pembenaman pupuk padat memerlukan lebih banyak air dan waktu untuk dapat diserap tanaman. Metode fertigasi banyak dikembangkan pada sistem irigasi curah dan tetes. Pupuk *Urea-amonium nitrate (UAN)* biasanya paling banyak digunakan, disusul *amonium phosphate* dan *potassium nitrate*. Pemupukan dan penggunaan bahan terlarut lainnya (seperti herbisida, insektisida, dan fungisida) melalui irigasi tetes (*trickle irrigation*) disamping meningkatkan efisiensi juga menghemat tenaga dan menaikkan fleksibilitas penjadwalan sesuai dengan kebutuhan tanaman ( Buck *et al.*, 1982).

Memperhatikan keberhasilan penggunaan sistem irigasi kendi mendorong pengembangan kendi sebagai sistem fertigasi. Dinding kendi diduga mampu meloloskan larutan pupuk. Pupuk yang terlarut bersama air irigasi dapat dipasok langsung ke daerah perakaran tanaman.

Tujuan penelitian ini adalah 1) mengetahui sejauh mana efektivitas sistem fertigasi kendi untuk budidaya tanaman dan 2) memperoleh gambaran kemampuan dinding kendi meloloskan larutan nutrisi dan penyebarannya dalam tanah.

## BAHAN DAN METODE

Sistem irigasi kendi yang digunakan dalam penelitian ini

terdiri dari kendi, tabung mariot dan selang plastik (Setiawan *et al.*, 1997). Dinding kendi mempunyai permeabilitas rerata  $6,4 \times 10^{-7}$  cm/dt. Difusi larutan pupuk melalui dinding kendi didekati dengan persamaan (Fick's equation) berikut :

$$q_c = -D(c) \frac{dC}{dx} \quad (1)$$

dimana

$q_c$  = fluks aliran massa pupuk melalui dinding kendi,  $g.cm^{-2}.hari^{-1}$

$D(c)$  = koefisien difusi dinding kendi,  $cm^2.hari^{-1}$

$C$  = konsentrasi larutan,  $g.lt^{-1}$

$dx$  = tebal dinding kendi, cm

Dengan memperhatikan dimensi kendi diperoleh persamaan:

$$q_c = \frac{\Delta C_l * Vol}{A * \Delta t} \quad (2)$$

dimana :

$\Delta C_l$  = perubahan konsentrasi di luar kendi,  $g.lt^{-1}$

$\Delta t$  = interval waktu pengukuran, hari

$A$  = luas penampang dinding kendi,  $cm^2$

$Vol$  = volume larutan di luar kendi,  $cm^3$

Substitusi persamaan (2) ke (1) diperoleh nilai D,

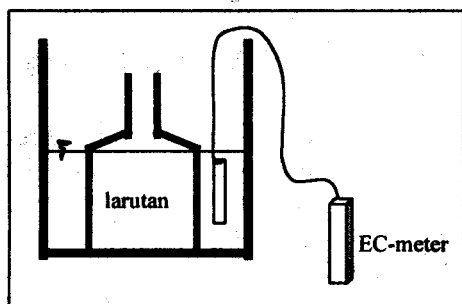
$$D = - \left\{ \frac{\Delta C_l * Vol}{A * \Delta t} \right\} / \frac{\Delta C}{\Delta x} \quad (3)$$

$\Delta C$  = perbedaan konsentrasi dalam-luar kendi,  $g.lt^{-1}$

Percobaan dan cara pengukuran masing-masing parameter dilakukan sebagai berikut :

1. Pengukuran difusi larutan pupuk melalui dinding kendi

Peralatan yang digunakan adalah EC- meter eletronis, kendi dan wadah air seperti pada Gambar 1. Kendi diisi dengan larutan pupuk yang telah diketahui konsentrasinya dan di luar kendi diisi dengan aquades, dengan tinggi air yang sama. Konsentrasi larutan dalam-luar kendi diukur dengan interval satu hari.



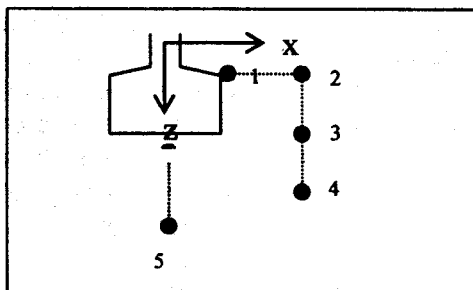
Gambar 1. Skema peralatan percobaan difusi larutan pupuk

2. Pengukuran sebaran pupuk di dalam tanah

Percobaan dilakukan dengan menggunakan tiga kotak tanah. Pengambilan sampel tanah pada beberapa posisi dalam tanah yaitu posisi 1 koordinat (7,5; 7,5), 2(15; 7,5), 3(15; 15), 4(15; 30) dan 5(0;40) seperti pada Gambar 2. Kandungan pupuk sebelum perlakuan diukur dari sampel tanah campuran tiga kotak tanah. Sampel tanah kemudian dianalisa di laboratorium untuk menentukan kandungan nutrisinya.

3. Pengukuran rembesan air dan pupuk sistem fertigasi kendi

Percobaan ini dilakukan pada tiga kotak tanah dengan tanaman lada perdu, perlakuannya adalah fertigasi dosis 1 (0,95 gr/hari/tanaman), fertigasi dosis  $\frac{1}{2}$ , dan pupuk benam dosis 1. Rembesan air diamati setiap hari dengan membaca penurunan larutan pupuk di dalam tabung mariot.



Gambar 2. Titik-titik pengambilan sampel konsentrasi pupuk dalam tanah

4. Pertumbuhan tanaman lada perdu yang diukur tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan setiap satu minggu sekali.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Kemampuan Kendi Meloloskan Larutan Pupuk

Kemampuan dinding kendi meloloskan larutan pupuk dinyatakan sebagai difusi larutan pupuk melalui dinding kendi. Hasil pengukuran difusi larutan melalui dinding kendi dengan permeabilitas  $6,4 \times 10^{-7}$  cm/detik disajikan pada Gambar 3. Tampak bahwa laju difusi larutan melalui dinding kendi menurun dengan

bertambahnya waktu bersamaan dengan berkurangnya konsentrasi larutan di dalam kendi. Kesetimbangan terjadi pada saat konsentrasi larutan di dalam dan di luar kendi sama, yang memerlukan waktu sekitar 36 hari.

Berdasarkan data Gambar 3 koefisien difusi dihitung menggunakan persamaan (1) s/d (3) hingga diperoleh koefisien difusi berkisar antara  $6,7 \times 10^{-6}$  s/d  $3,5 \times 10^{-3}$  cm<sup>2</sup>/hr. Nilai koefisien difusi dipengaruhi oleh konsentrasi rata-rata larutan dan bila diplotkan diperoleh hubungan eksponensial seperti terlihat pada Gambar 4.

### **Pola Pembasahan Tanah dan Sebaran Pupuk**

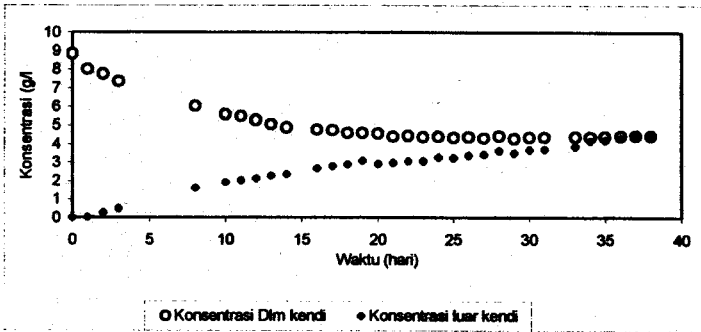
Pola pembasahan tanah hasil pengamatan setelah sekitar 3 bulan fertigasi berbentuk seperti bola tanah basah dengan diameter antara 60–65 cm mampu memberikan zona basah dengan kadar air tanah volumetrik sekitar 30 - 40 dan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Sebaran pupuk pada tanah ditunjukkan oleh konsentrasi pupuk pada titik-titik disekitar kendi seperti disajikan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 terlihat bahwa pada umumnya semakin jauh dari kendi, konsentrasi pupuk semakin berkurang, hal tersebut karena penyebaran konsentrasi pupuk terjadi melalui proses konveksi dan difusi. Unsur N di dalam tanah dikenal sebagai unsur yang sangat mudah bergerak (Hardjowigeno, 1995), sehingga distribusinya terlihat hampir

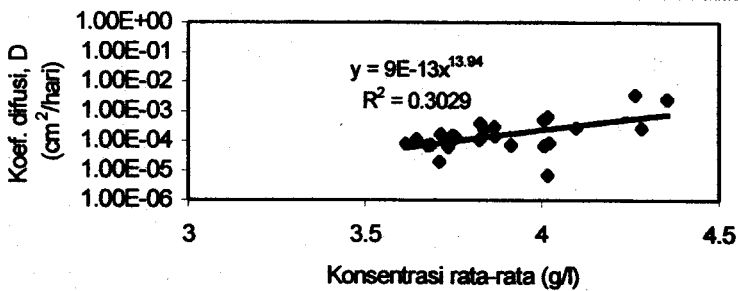
seragam diseluruh zone basah tanah. Namun demikian unsur P dan K sebaran konsentrasinya nampak menurun dengan bertambahnya jarak dari kendi walaupun proses penyebaran sudah berlangsung sekitar 6 bulan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Syarief (1989) bahwa unsur P dan K lambat bergerak dalam tanah, proses pergerakan di dalam tanah lebih banyak mengikuti proses difusi.

### **Rembesan Air Melalui Dinding Kendi**

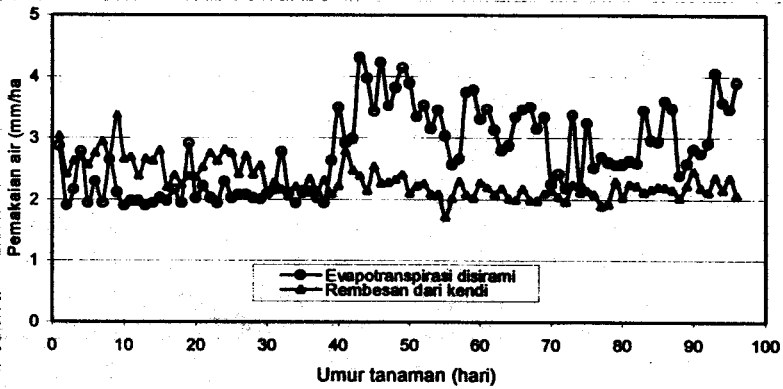
Hasil pengukuran rembesan air dari kendi rata-rata adalah 2,3 mm/hari dengan kisaran antara 1,7 – 3,2 mm/hari. Laju rembesan tersebut nampaknya dapat mencukupi kebutuhan air tanaman lada perdu, hal ini dibuktikan dengan pertumbuhan tanaman lada yang baik. Fluktuasi laju rembesan nampaknya dipengaruhi oleh keadaan cuaca harian di daerah penelitian. Sementara itu hasil penelitian laju evapotranspirasi pada sistem irigasi siram adalah 2,8 mm/hari, dengan kisaran antara 1,9 – 4,3 mm/hari (Hermantoro et al., 2002). Rerata laju rembesan air dari sistem kendi lebih kecil dibandingkan laju evapotranspirasi sistem irigasi siram. Hal ini berarti pemakaian air dengan sistem fertigasi kendi lebih efisien dibandingkan irigasi siram. Rembesan dan pemakaian air harian tanaman lada perdu disajikan pada Gambar 5.



Gambar 3 Laju difusi larutan pupuk melalui dinding kendi



Gambar 4 Koefisien difusi dinding kendi pada berbagai rerata konsentrasi larutan



Gambar 5 Rembesan air dari kendi dan evapotranspirasi irigasi siram

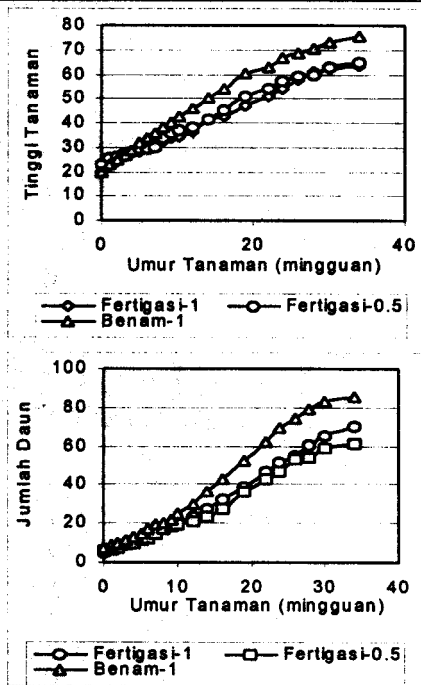
Tabel 1. Hasil pengukuran sebaran konsentrasi pupuk NPK dalam tanah

Perlakuan	Titik sampel	Unsur Pupuk		
		Nitrogen (%)	Phospor (ppm)	Kalium (me/100 g)
Sebelum pelakuan	Komposit	0,06	12,8	3,58
Fertigasi - D1	1 (7,5,7,5)	0,10	27	4,99
	2 (15, 7,5)	0,12	9	4,60
	3 (15, 15)	0,10	8,4	4,85
	4 (15, 30)	0,10	6,4	4,09
	5 (0, 40)	0,11	6,5	4,03
Fertigasi - D ½	1 (7,5,7,5)	0,11	17,4	4,47
	2 (15, 7,5)	0,11	9,5	4,22
	3 (15, 15)	0,10	9,8	3,96
	4 (15, 30)	0,12	6,9	3,78
	5 (0, 40)	0,11	6,3	3,60
Ppk benam - D1 (30 hari setelah Pemupukan)	1 (7,5,7,5)	0,11	30	5,49
	2 (15, 7,5)	0,12	31,5	5,01
	3 (15, 15)	0,10	14,9	4,35
	4 (15, 30)	0,10	11,5	3,71
	5 (0, 40)	0,10	8,2	3,52

**Pertumbuhan Tanaman Lada Perdu**

Tanaman lada perdu dengan sistem fertigasi kendi ternyata memperlihatkan pertumbuhan yang cukup baik. Hasil pengukuran tinggi tanaman dan jumlah daun sebagai fungsi umur tanaman diajikan pada Gambar 5.

Dari Gambar 5 terlihat bahwa pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman dan jumlah daun) pada perlakuan fertigasi-1 (dosis 1), fertigasi ½ (dosis ½) dan benam-1 (dosis 1) tidak berbeda jauh. Pertumbuhan tanaman perlakuan benam-1 cenderung lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan fertigasi. Pertumbuhan tanaman pada perlakuan fertigasi-½ ternyata masih cukup baik, meskipun tidak sebaik dua perlakuan lainnya.



Gambar 5 Pertumbuhan tanaman dengan aplikasi fertigasi kendi

## KESIMPULAN

1. Dinding kendi mampu meloloskan larutan pupuk, sehingga kendi dapat digunakan sebagai sistem fertigasi.
2. Sebaran konsentrasi pupuk P dan K menurun dengan bertambahnya jarak dari kendi, sedangkan unsur N cenderung merata pada daerah lembab dalam tanah.
3. Dengan aplikasi sistem fertigasi kendi tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

## Ucapan Terima Kasih

Paper ini merupakan sebagian dari penelitian untuk disertasi Program Pasca Sarjana Jurusan Ilmu Keteknikan Pertanian IPB. Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih kepada Yayasan Pendidikan Kader Perkebunan (YPKP)-INSTIPER, Yayasan Supersemar dan BPPS yang telah memberikan beasiswa dan bantuan biaya penelitian tersebut.

## PUSTAKA

Buck D.A., F.S. Nakayama, and A.W. Warrick. 1982. Principles, Practices, and Potentialities of Trickle (Drip) Irrigation.

Advances in Irrigation ed. Hillel, D. Academic Press. NY. 273 - 276.

Hardjowigeno S., 1995. Ilmu Tanah. Akademika Presindo. Jakarta. 233 p.

Hermantoro, B.I. Setiawan, S. Hardiamidjojo, dan M.H. Bintoro, 2002. Kajian Sistem Fertigasi Kendi pada Budidaya Tanaman Di Lahan Kering. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional PERTETA, UNIBRAW, Malang 3 - 4 Mei 2002. 6 p

Israelsen, O.W., and V.E. Hansen, 1962. Third edition. John Wiley and Sons, Inc. New York. 447 p.

Plaster J.E., 1992. Soil Science and Management. 2<sup>nd</sup> Edition. Delmar Publishers Inc. Albany. New York 12212. 514 p.

Setiawan B.I., E. Saleh, dan Dedi K. Kalsim. 1997. Aplikasi Irigasi Kendi Pada Budidaya Tanaman Cabai Keriting. Prosiding Seminar Optimasi Pemanfaatan Air Irigasi Di Tingkat Usahatani menuju Pertanian Modern. Bekasi, 30 Oktober 1997. 172 - 179.

Syarief S. 1989. Fisika Kimia Tanah Pertanian. Penerbit Pustaka Buana. Bandung. 220 p.