

**EFEKTIFITAS SISTEM FERTIGASI KENDI  
PADA TANAMAN LADA PERDU (*Piper nigrum* Linn)**  
(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 well 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 selaiu 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 pertyebarannya 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,  $g.lit^{-1}$

$dx$  = tebal dinding kendi,  $cm$

Dengan memperhatikan dimensi kendi diperoleh persamaan:

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

dimana :

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

$\Delta t$  = 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,

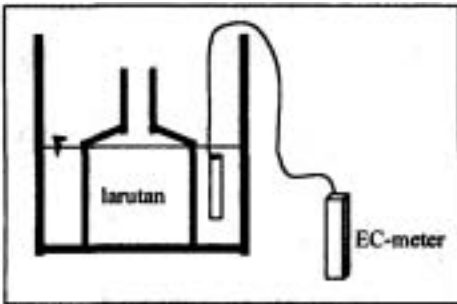
$$D = - \left\{ \frac{\Delta C_i * Vol}{A * \Delta t} \right\} / \frac{\Delta C}{\Delta x} \quad (3)$$

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

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.



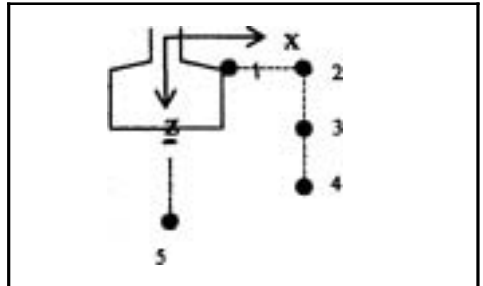
Gambar 1. **Skema** peralatan percobaan difusi **larutan** pupuk

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 **denan** 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  $6,7 \times 10^{-3}$  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**

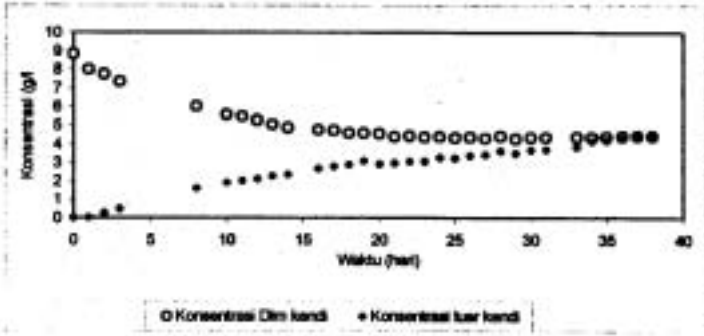
**Pola** pembasahan **tanah** hasil pengamatan **setelah** sekitar 3 bulan fertigasi **berbentuk** seperti bola **tanah basah** dengan diameter antara 60–65 cm mampu **memberikan** zona **basah** dengan kadar **air tanah volumetrik** sekitar 30 - 40 dan **nutrisi** untuk **pertumbuhan tanaman**. Sebaran 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

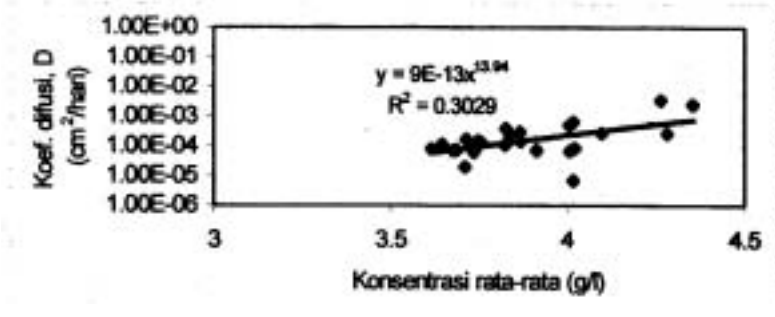
**seragam** diseluruh zone **basah tanah**. Namun demikian unsur P dan K sebaran **konsentrasinya** nampak **menurun** dengan bertambahnya jarak dari kendi walaupun proses **penyebaran** sudah berlangsung **sekitar** 6 bulan. Hal **tersebut** sesuai dengan pernyataan Syarief (1989) bahwa unsur P dan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

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

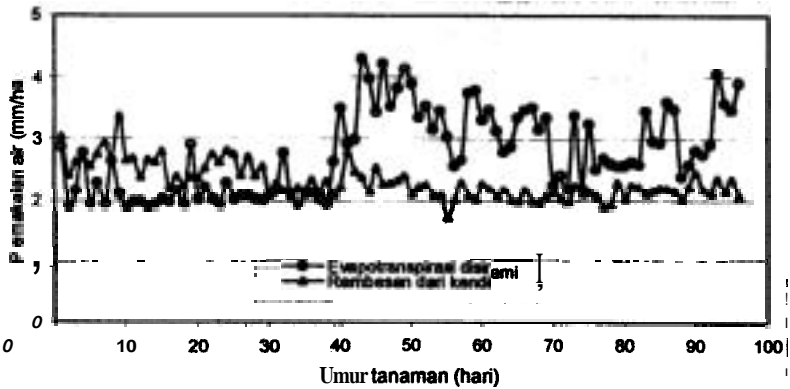
Hasil pengukuran **rembesan** air dari kendi **rata-rata** adalah **2,3 mm/hari** dengan kisaran antara 1,7 - 3,2 mm/hari. **Laju rembesan tersebut** **nampaknya** dapat mencukupi kebutuhan air **tanaman** lada perdu, **hal ini dibuktikan** dengan pertumbuhan **tanaman** lada yang baik. **Fluktuasi** 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

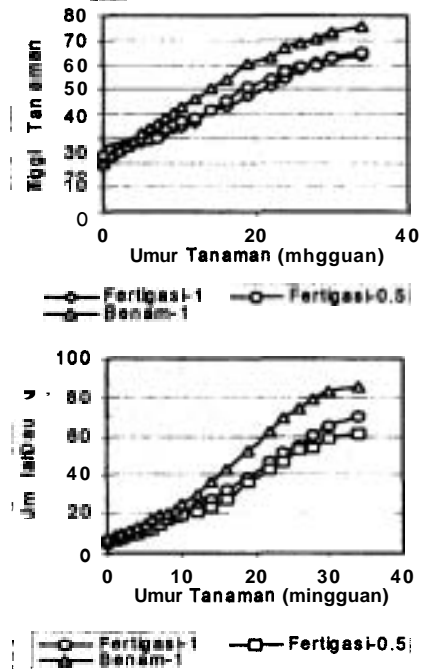
Tabel 1. Hasil pengukuran sebaran konsentrasi pupuk NPK dalam tanah

Perlakuan	Titik sampel	Unsur Pupuk		
		Nitrogen (%)	Phospor (ppm)	Kalium (me/100 g)
Sebelum perlakuan	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 **melo-**loskan **larutan** pupuk, **sehing-**ga 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 2002.0 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. Sateh, 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.