

## **Pengembangan Irigasi Bawah Tanah Untuk Irigasi Mikro Melalui Metoda Kapilaritas Tanah**

**Momon Sodik Imanudin, dan Prayitno**

**Dosen Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya  
Kampus Unsri Indralaya KM 32 Ogan Ilir Sumsel Telp 0711-580-460  
Email: momon\_unsri@yahoo.co.id**

### **ABSTRAK**

*Aplikasi irigasi bawah tanah di Indonesia belum begitu berkembang meskipun system ini memiliki efisiensi pengairan yang tinggi. Penelitian bertujuan untuk memperkenalkan inovasi baru tentang irigasi bawah tanah yang dapat diterapkan secara mikro dengan memanfaatkan limbah plastic. Irigasi bawah tanah dibuat dari botol aqua yang dihubungkan dengan sumbu kain. Air akan bergerak secara kapiler membasahi tanah. Hasil uji dirumah kaca menunjukkan bahwa pergerakan air secara kapiler memerlukan waktu 30 menit untuk membasahi tanah hingga diatas kapasitas lapang. Tinggi tanah adalah 10 cm dan diameter pot adalah 10 cm. Sementara itu penguapan air setiap hari adalah 0,4 cm atau 4 mm. Kalau kebutuhan air tanaman setara 5 mm, maka bila pemberian air di botol setinggi 10 cm, maka interval pengairan adalah setiap 20 hari. Hasil inovasi ini berdampak positif bagi pengembangan irigasi mikro khususnya untuk skala rumah tangga dan rumah kaca. Pemanfaatan limbah plastik botol aqua membei kontribusi positif bagi lingkungan karena mampu mengurangi volume limbah. Selain itu irigasi ini hemat air karena tidak ada air hilang karena perkolasi atau limpasan permukaan.*

*Kata kunci: irigasi bawah tanah, irigasi mikro, limbah botol aqua.*

Diterima: 10 April 2015, disetujui 24 April 2015

## **PENDAHULUAN**

Permasalahan utama pertanian pangan di lahan kering adalah terbatasnya air. Air diperlukan tanaman terus menerus sementara suplai air dari hujan dan irigasi tidak selamanya tersedia. Kondisi ini memaksa petani harus mampu menyediakan air dalam jumlah yang tepat, waktu yang tepat dan juga tempat yang tepat. Keterbatasan air ini mengharuskan adanya inovasi irigasi hemat air. Salah satu upaya adalah dengan mengembangkan irigasi mikro.

Irigasi mikro adalah salah satu terobosan yang bisa dilakukan. Teknologi ini adalah suatu istilah bagi sistem irigasi yang mengaplikasikan air hanya di sekitar zona penakaran tanaman. Irigasi mikro ini meliputi irigasi tetes (drip irrigation), microspray dan mini-sprinkler (Wiyono, 2006). Menurut Kompas (2013), dalam Litbang PU(2015) - Hingga saat ini, penerapan irigasi mikro di seluruh Indonesia baru mencapai 9.067,015 hektar. Dari total keseluruhan lahan kering di Indonesia sejumlah 143.945.000 ha, berarti masih ada 99,993 persen potensi yang dapat dikembangkan. Bila seluruh daerah tersebut menerapkan irigasi mikro, maka penghematan air dapat dilakukan hingga sebanyak 63,8 persen dari penggunaan air untuk irigasi saat

ini. Inilah peluang mempopulerkan teknologi irigasi mikro di kalangan petani kecil yang ada pada lahan kering, sekaligus mendukung ketahanan air dalam rangka penanggulangan kelangkaan air di Indonesia.

Irigasi mikro memiliki kemampuan penghematan air yang tinggi. Terutama bila diberikan dibawah permukaan tanah (*subirrigation*). Beberapa irigasi bawah tanah skala mikro yang sudah dikembangkan diantaranya adalah irigasi kendi yang memiliki tingkat efisiensi 100%. Namun irigasi ini masih memiliki kelemahan karena kemampuan pengaliran sering tidak sesuai dengan keterhantaran hidroulik tanah. Inovasi selanjutnya adalah dengan irigasi kapiler. Sistem ini memanfaatkan media porous dalam mengalirkan air secara kapiler dari sumber air. Selanjutnya perlujuga dikembangkan irigasi bawah tanah sekala mikro yang sejauh ini belum berkembang di Indonesia. Irigasi ini mencoba memanfaatkan media untuk mengalirkan air langsung dibawah permukaan tanah dan berada dekat permukaan tanah. Irigasi ini akan lebih efisien karena kehilangan air karena perkolasi dan aliran permukaan tida ada. Aplikasi dilakan irigasi bawah tanah bisa juga dilakukan dengan media kapiler yaitu air dialirkan melalui bahan media dari bawah menuju media tanah di zona akar tanaman. Untuk itu pada makalah ini akan menyajikan hasil penelitian bagaimana metode kapilaritas bisa dijadikan sebagai metode penyediaan air bagi tanaman.

Adapun tujuan penelitian adalah untuk melakukan pengujian model irigasi kapiler sebagai irigasi bawah tanah. Model ini bisa dikembangkan untuk skala rumah tangga dan bisa di aplikasikan untuk pengembangan irigasi mikro di perkotaan yang memiliki lahan sempit.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian di lakukan di rumah kaca Jurusan Ilmu Tanah, pada bulan Maret 2015. Alat dan bahan yang digunakan meliputi botol aqua bekas, media tanah, sumbu kompor, air, dan alat tulis. Sebagai media tumbuh digunakan tanah dengan jenis tekstur lempung liat berpasir. Percobaan dilakukan dengan sederhana dimana irigasi bawah tanah dilakukan dengan metode kenaikan air kapiler. Air naik melalui sumbu kompor masuk ke dalam media tumbuh. Gambar 1, menunjukkan disain teknis percobaan irigasi bawah tanag dengan metode kapiler.

Epotranspirasi dihitung dengan metode empiris dengan menggunakan metode Thornthwaite metode ini paling sederhana hanya menggunakan data temperature. Pemilihan metode ini dikarenakan data iklim yang tersedia di lapangan terbatas. Selain itu metode langsung pengukuran dilakukan yaitu dengan melihat pengurangan tebal air dalam wadah akibat penguapan, pada kondisi tanpa tanaman. Data ini sebagai gambaran untuk menghitung kebutuhan air tanaman dan penjadwalan air irigasi.

### Perhitungan Evapotranspirasi Acuan (ET<sub>o</sub>)

Evapotranspirasi acuan (ET<sub>o</sub>) adalah besarnya evapotranspirasi dari tanaman hipotetik (teoritis) yaitu dengan ciri ketinggian 12 cm, tahanan dedaunan yang ditetapkan sebesar 70 det/m dan albedo (pantulan radiasi) sebesar 0,23, mirip dengan evapotranspirasi dari tanaman rumput hijau yang luas dengan ketinggian seragam, tumbuh subur, menutup tanah seluruhnya dan tidak kekurangan air (Smith, 1991 dalam Weert, 1994). Nilai ET<sub>o</sub> dapat dihitung dari data meteorologi. Perlu diperhatikan, bahwa perkiraan ET<sub>o</sub> rata-rata untuk DAS lebih kompleks, karena ragam kondisi dalam suatu DAS dapat jauh berbeda. Rumus yang menjelaskan evapotranspirasi acuan secara teliti adalah rumus *Penman-Monteith*, yang pada tahun 1990 oleh FAO dimodifikasi dan dikembangkan menjadi rumus *FAO Penman-Monteith* (Anonim, 1999) yang diuraikan sebagai berikut:

$$ET_o = \frac{0.408 (R_n - G) + \chi \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \chi (1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

keterangan :

- ET<sub>o</sub> = Evapotranspirasi acuan(mm/hari),
- R<sub>n</sub> = Radiasi netto pada permukaan tanaman (MJ/m<sup>2</sup>/hari),
- G = Kerapatan panas terus-menerus pada tanah (MJ/m<sup>2</sup>/hari),
- T = Temperatur harian rata-rata pada ketinggian 2 m (°C),
- u<sub>2</sub> = Kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s),
- e<sub>s</sub> = Tekanan uap jenuh (kPa),
- e<sub>a</sub> = Tekanan uap aktual (kPa),
- = Kurva kemiringan tekanan uap (kPa/°C),
- = Konstanta psychrometric (kPa/°C).

Pengaruh karakteristik tanaman terhadap kebutuhan air tanaman diberikan oleh koefisien tanaman (k<sub>c</sub>) yang menyatakankan hubungan antara ET<sub>o</sub> dan ET tanaman (ET<sub>tanaman</sub> = k<sub>c</sub> . ET<sub>o</sub>). Nilai-nilai k<sub>c</sub> beragam dengan jenis tanaman, fase pertumbuhan tanaman, musim pertumbuhan, dan kondisi cuaca yang ada.

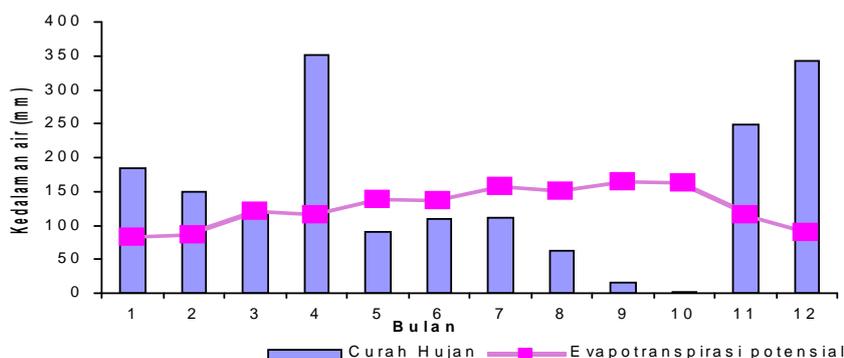
Parameter yang diamati adalah waktu yang diperlukan untuk penjemuran tanah, dan pengurangan tebal air setiap hari pada kondisi cuaca terang maksimum (tidak ada hujan).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Karakteristik Agroklimatologi Daerah Palembang

Dalam penelitian ini digunakan beberapa data sekunder untuk melakukan perhitungan kebutuhan air tanaman. Adapun tanaman yang indikator adalah tanaman tomat. Tanaman ini dipilih dengan pertimbangan tanaman memiliki daya tumbuh baik di berbagai kondisi baik dataran tinggi dan rendah, sangat umum ditanam sebagai tanaman pekarangan dalam skala mikro. Untuk perhitungan kebutuhan air tanaman digunakan pendekatan empirisi, dengan tahapan perhitungan nilai evapotranspirasi potensial yang selanjutnya dihitung nilai evapotranspirasi aktual.

Kondisi iklim di Palembang dicirikan dengan temperatur maksimum terjadi pada bulan yaitu 36,5 °C dan temperatur minimum terjadi pada bulan 22,1 °C. Untuk kelembaban relatif yaitu paling tinggi terjadi pada bulan Januari yaitu 98% dan paling rendah pada bulan Oktober hanya 38%. Curah hujan maksimum bulanan yaitu terjadi pada bulan Desember 343 mm/bulan dan kondisi kering terjadi pada bulan Oktober yaitu 2 mm/bulan. Dari Gambar 1, terlihat kondisi basah terjadi pada bulan Januari-April dan November-Desember, sementara sisanya 6 bulan adalah bulan kering yaitu dari bulan Mei, Juni, Juli, Agustus, September dan Oktober.



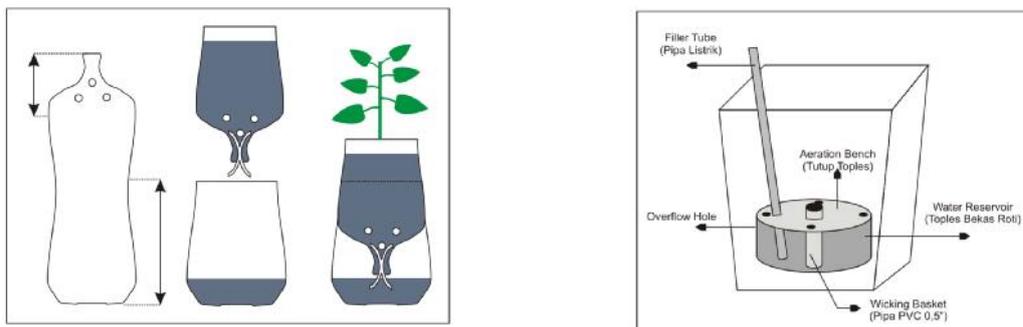
Gambar 1. Hubungan antara curah hujan dan evapotranspirasi bulanan

Kondisi iklim di tahun 2014 ini sedikit ekstrim karena memiliki jumlah bulan kering yang tidak normal. Biasanya bulan kering terjadi bulan Juni sampai September rata-rata hanya 4 bulan. Kondisi ini menjadikan lahan lebih lama berada dalam kondisi defisit air terjadi pada dari bulan Mei sampai Oktober. Oleh karena itu untuk bisa tetap melakukan budidaya tanaman di musim kemarau diperlukan pengairan.

Secara fisiologis tanaman tomat memiliki kedalaman akar yang tergolong panjang yaitu 30-40 cm; dan umur tanaman adalah antara 90-150 hari. Kebutuhan air berkisar antara 400 sampai 600 mm tergantung dengan kondisi iklim lokal. Kebutuhan air sangat tergantung juga kepada fase pertumbuhan tanaman. Nilai koefisien tanaman pada masa pertumbuhan awal 15 hari adalah masa perkembangan adalah 0,7-0,8 (20-30 hari), masa pertengahan 1,05-1,25, (30-40 hari), masa ahir pertumbuhan 0,8-0,9 (30-40 hari), dan masa panen 0.6-0.65 (FAO, 2013). Tanaman tomat juga menghendaki kondisi drainase yang baik, namun juga tidak terlalu kering. Peningkatan temperatur diatas 25 °C juga dapat menurunkan produksi. Sementara itu tanaman tomat dengan perlakuan pemberian irigasi yang tepat dapat meningkatkan produksi sampai 80% (LeBoeuf., et al 2013).

### B. Irigasi Sistem Kapilar Untuk Pengembangan Irigasi Mikro Bawah Tanah

Irigasi mikro adalah salah satu terobosan yang bisa dilakukan. Teknologi ini adalah suatu istilah bagi sistem irigasi yang mengaplikasikan air hanya di sekitar zona penakaran tanaman (Wiyono, 2006). Sejauh ini irigasi mikro yang diterapkan adalah lebih banyak berdasarkan sistem pemberian melalui atas (permukaan). Penelitian mengenai irigasi mikro bawah permukaan sangat jarang. Pada percobaan ini irigasi dilakukan dengan sistem bawah permukaan dimana air dialirkan dengan gaya kapiler tanah.



Gambar 2. Contoh rancangan irigasi bawan tanah dengan metode kapilaritas

Hasil uji perambatan aliran kapiler dilakukan di rumah kaca Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Unsri dan menunjukkan bahwa kecepatan aliran pada tanah tekstur lempung berpasir menunjukkan waktu yang diperlukan untuk membasahi seluruh permukaan tanah adalah 38 menit dengan tinggi permukaan tanah adalah 10 cm. Kondisi tanah yang kering dan basah setelah proses kapilaritas sempurna dapat dilihat pada Gambar 3. Percobaan dilakukan dengan masa penguapan 1 hari (8 jam) yaitu mulai jam 10.15 dan berakhir di jam 17.15. Tabel 1. Menunjukkan hasil percobaan lapangan dimana pada hari pertama penguapan berjalan lebih cepat karena kondisi tanah masih aga kering yaitu 4 mm, namun setelah hari kedua hanya terjadi kenaikan 3 mm. Namun demikian dalam perhitungan irigasi kita gunakan angka 4 mm/hari untuk pertimbangan keamanan.

Tabel 1. Data hasil pengamatan pengurangan kolom air dari gaya kapilaritas tanah

Hari	Lama pengamatan	Air yang menguap
Minggu	8 jam (10:15-17:15)	0,4 cm
Senin	8 jam (10:15-17:15)	0,4 cm
Selasa	8 jam (10:15-17:15)	0,3 cm



Gambar 3. Kondisi tanah sebelum dan sesudah aplikasi irigasi bawah tanah sistem kapiler

Tanaman tomat digunakan sebagai tanaman indikator untuk rancangan aplikasi pengairan bawah tanah. Beberapa asumsi dijadikan referensi dalam perhitungan, dan digunakan angka maksimal untuk keamanan irigasi. Nilai koefisien tanaman maksimum adalah 1,2 dan nilai evapotranspirasi potensial adalah 4 mm/hari (angka maksimum). Oleh karena itu kebutuhan air tanaman (Evapotranspirasi aktual) adalah 4,8 mm dan di bulatkan menjadi 5 mm/hari. Tanaman tomat memiliki masa pertumbuhan 150 hari (angka maksimal) sehingga total kebutuhan air adalah 150 hari x 5 mm/hari = 750 mm.

Dari analisis teknis aplikasi irigasi bawah tanah ini memiliki nilai efisiensi 100% karena air diberikan secara kapiler melalui sumbu dan mengalir dibawah permukaan tanah, sehingga tidak ada kehilangan air melalui perkolasi. Namun bila sistem irigasi permukaan maka efisiensi hanya berkisar 50-70% sehingga kebutuhan air tanaman bisa lebih banyak.

Aplikasi penjadwalan air irigasi dalam sistem kapiler ini adalah tergantung kepada bidang permukaan tanah. Dalam kasus ini media tanah yang digunakan adalah botol aqua dengan diameter 10 cm. Sehingga luas permukaan media tanah adalah 78,5 cm<sup>2</sup>. Oleh karena itu penurunan air secara kapiler yang di tunjukan dalam penelitian sebesar 4 mm/hari, ini artinya terjadi pengurangan volume air sebesar 31,4 cm<sup>3</sup>. Ini menunjukkan bahwa setiap hari akan berkurang air sebesar 31,4 cm<sup>3</sup>, dan bila tanaman berumur 150 hari maka diperlukan volume air selama hidupnya adalah 4.710 cm<sup>3</sup> atau setara dengan 4,71 liter. Aplikasi penambahan air tergantung kapasitas reservoir di bagian bawah. Dalam studi ini menggunakan bekas botol aqua dimana diameter 10 cm, dan tinggi air yang disimpan adalah 5 cm atau setara 50mm. Oleh karena itu pemberian air cukup dilakukan setiap 10 hari. Kondisi ini dilakukan dengan asumsi media tanam tidak menggunakan mulsa.

Untuk lebih menghemat penggunaan air maka di permukaan media tanah bisa dilakukan penutupan (mulsa) baik organic atau plastik. Penggunaan mulsa ini bisa menghemat penggunaan air sampai 40-50% (Sanders, 2001). Oleh karena itu penjadwalan air irigasi bisa dua minggu sekali dan kebutuhan air hanya berkisar 3 liter. Sementara itu pengujian pada tanah bertekstur liat menunjukkan proses perambatan air sangat lambat dimana dalam waktu 8 jam penguapan hanya terjadi 2 mm. Bila diambil koefisien tanaman tomat 1,2 maka kebutuhan air tanaman adalah 2,4 mm/hari. Bila ketinggian air di reservoir adalah 100mm maka penjadwalan air irigasi adalah 40 hari. Ini berarti air baru akan habis didalam reservoir setelah 40 hari.

Menurut Stanley dan Clark (2013) kebutuhan air tomat untuk irigasi permukaan dengan metode drip (curah) menunjukkan pada kondisi pemberian 50% air kapasitas lapang habis adalah 1000 galon/acre atau setara dengan 3700 liter/0,4 ha atau setara 9.250 liter/ha untuk tanah bertekstur kasar. Dan 18.500 liter/ha untuk tekstur pasir halus sampai sedang, dan 27.750 liter/ha untuk bertekstur halus. Pada tanah dengan tesktur kasar maka frekuensi irigasi harus lebih sering. Total kebutuhan air rata rata adalah 101.750 liter/ha, atau 101 m<sup>3</sup>/ha.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil uji laboratorium menunjukkan pergerakan air kapiler sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah. Tekstur halus (liat) memiliki kecepatan pengaliran dua kali lebih rendah dari tekstur medium (lempung berpasir).

Irigasi bawah tanah dengan sitem kapiler ini memiliki beberapa keuntungan yaitu dalam hal penghematan air. Sistem ini memiliki efisiensi pengairan 100% yaitu air sepenuhnya digunakan untuk kanaikan air kapiler yang akan membasahi seluruh permukaan tanah di sekitar perakaran tanaman. Selain itu dapat meringankan petani karena hemat waktu. Pemberian air hanya dilakukan setiap 2 minggu bahkan bisa saja satu kali aplikasi selama periode pertumbuhan tanaman, tergantung besar reservoir yang akan dijadikan penampungan air. Sistem irigasi ini tidak memerlukan peralatan khusus buatan pabrik, tetapi bisa memanfaatkan limbah. Misalnya limbah botol plastik atau wadah bekas cat.

Untuk lebih menahan laju evaporasi maka akan lebih baik aplikasi ini diikuti dengan penggunaan mulsa. Kelemahan irigasi kapiler ini yaitu hanya untuk budidaya tanaman hortikultura dan luasan terbatas hanya skala mikro, untuk areal lahan luas memerlukan instalasi yang besar sehingga tidak efektif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1999, *Crop Evapotranspiration-Guideline for Computing Crop Water Requirement*, FAO Corporate Document Repository, ([www.fao.com](http://www.fao.com)).
- Kompas, 2003. Air Mahal? Terapkan Irigasi Mikro! dalam LITBANG PU. Diunduh 2015 <http://litbang.pu.go.id/tag/irigasi-mikro>.
- Sanders, D. 2001. Using Plastic Mulches and Drip Irrigation for Vegetables Horticulture Information Leaflet, NC Cooperative Extension Resources. downloaded 2015 <http://content.ces.ncsu.edu/using-plastic-mulches-and-drip-irrigation-for-vegetables/>.
- Stanley, C.D. and Clark.G.A. 2013. Water Requirements for Drip-Irrigated Tomato Production in Southwest Florida. U.S. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida, IFAS, Florida A & M University Cooperative Extension Program, and Boards of County Commissioners Cooperating. Down loaded 2015. <http://edis.ifas.ufl.edu/ss432>.
- Sutoyo, 2014. Model Sip (Sub Irrigated Planter), diunduh 2015 dari <http://sutoyoridjaya.blogspot.com/2014/10/model-sip-sub-irrigated-planter.html>.
- Van der Weert, R., 1994, *Kondisi Hidrologi Indonesia*, WL | Delft Hydraulics.
- Wiyono J. 2006. Musim Kemarau Datang, Sistem Irigasi Mikro di Lahan Kering Jadi Pilihan. Tabloid Sinar Tani, 23 Agustus 2006. Diunduh 2015. <http://www.litbang.pertanian.go.id>.