

ANALISIS KONSUMSI AIR SAYURAN ORGANIK DALAM RUMAH TANAMAN
ANALISYS ON WATER CONSUMPTION OF ORGANIC VEGETABLE IN PLANTHOUSE

Oleh:

Vita Ayu Kusuma Dewi¹⁾, Budi Indra Setiawan¹⁾, Roh Santoso Budi Waspo¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor
Jalan Raya Dramaga, Bogor, Indonesia

Komunikasi Penulis, email: dr.vita15@gmail.com, budindra@ipb.ac.id, rohsbw@yahoo.com

Naskah ini diterima pada 05 Mei 2017; revisi pada 05 September 2017;
disetujui untuk dipublikasikan pada 28 September 2017

ABSTRACT

Organic vegetables grown special in planthouses require special irrigation practice to maintain the optimum range of soil water content throughout the cultivation season. The problem of irrigation is the absence of parameter that used to determine schedule and water irrigation. This research was to figure out whether the sprinkle irrigation used for Kailan vegetable in a planthouse could fulfil the water demand and the total water consumption based on change of water content. Herewith, the daily soil moisture was observed and analyzed the water flow in the soil based on the soil physical and hydraulic properties. The result showed that the soil water content was always within field capacity and permanent wilting point but 87% of cultivation period was lower than readily available water (RAW). This condition indicated that the water irrigation is not optimal. Based on change of soil water content analysis, water consumption for kailan was 55 mm during cultivation with the consumption rate was 1.1 mm/day. The water requirement to attain RAW condition was 130 mm.

Keywords: *irrigation, planthouse, vegetable cultivation, water consumption, water content*

ABSTRAK

Sayuran organik yang dibudidayakan di rumah tanaman memerlukan pengaturan pemberian air irigasi untuk mempertahankan kadar air tanah berdasarkan fase tumbuh tanaman. Salah satu kendala dalam pemberian irigasi adalah tidak adanya parameter yang digunakan untuk menentukan jadwal dan jumlah air irigasi yang diberikan. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui apakah pelaksanaan irigasi yang digunakan di lahan penelitian dapat memenuhi kebutuhan air tanaman serta jumlah konsumsi airnya berdasarkan pendekatan perubahan kadar air. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan kelembaban tanah setiap hari dan menganalisis aliran air tanah berdasarkan parameter sifat fisik dan hidrolika tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air tanah berada diantara kapasitas lapang dan titik layu permanen namun 87% dari masa tanam berada dibawah nilai *readily available water* (RAW). Kondisi ini menunjukkan pemberian air irigasi pada lahan penelitian masih belum sepenuhnya optimal. Berdasarkan analisis perubahan kadar air tanah, konsumsi air selama masa tanam sayuran kailan di lahan penelitian adalah 55 mm selama masa tanam dengan laju konsumsi air 1,1 mm/hari. Kebutuhan air di lahan penelitian untuk mencapai kondisi RAW adalah 130 mm.

Kata kunci: *budidaya sayuran, irigasi, kadar air tanah, konsumsi air, rumah tanaman*

I. PENDAHULUAN

Sayuran merupakan jenis dari tanaman hortikultura yang dibudidayakan baik secara organik atau non-organik dan banyak pula secara hidroponik. Penanaman dengan cara organik dapat menghindari dampak negatif penggunaan pestisida dan pupuk kimia (Andoko, 2002). Serangan hama dapat dihindari dengan menggunakan rumah tanaman (*planthouse*). Namun demikian, budidaya dalam rumah tanaman membutuhkan sistem sirkulasi air dan kelembaban udara yang efisien.

Menurut (Departemen Pertanian, 2007), salah satu permasalahan budidaya organik adalah bagaimana memberikan air irigasi dari sumber yang tidak terkontaminasi bahan kimia. Sistem irigasi yang dipilih harus disesuaikan dengan jenis tanaman dan kondisi lingkungan di sekitarnya. Sistem pemberian air irigasi akan berpengaruh terhadap hasil dan kualitas produksi tanaman.

Air irigasi harus diberikan sesuai dengan jumlah dan waktu tanaman membutuhkan air (Salokhe, Babel, & Tantau, 2005). Pemberian air yang tidak sesuai pada tanaman akan menyebabkan sayuran mati dan jika berlebihan akan membusukan akar (Yanto, Tusi, & Triyono, 2014). Irigasi hemat air merupakan solusi pemberian air yang efektif dan efisien (Kasiran, 2006).

Penelitian yang dilakukan (Fauziah, Susila, & Sulistyono, 2016) menunjukkan, pemberian air melalui irigasi hemat air memberikan pengaruh terhadap hasil produksi tanaman dibandingkan pemberian air irigasi konvensional. Penerapan irigasi hemat air telah banyak diterapkan untuk budidaya sayuran di antaranya dalam bentuk irigasi alur (*furrow irrigation*), irigasi tetes (*drip irrigation*) dan irigasi pancar (*sprinkler irrigation*) (Christen, Ayars, Hornbuckle, & Hickey, 2006).

Kendala penerapan irigasi hemat air secara *on-off* atau manual khususnya di lokasi penelitian antara lain sulitnya menentukan waktu dan interval pemberian air yang tepat, terutama bila tidak dilengkapi pengukuran kelembaban tanah.

Kelembaban tanah merupakan indikator penting dalam menentukan periode pembasahan dan pengeringan, misalnya dalam sistem irigasi terputus, *Alternative Wetting and Drying* (AWD) (Arif, Setiawan, & Mizoguchi, 2014). Dengan tidak adanya kontrol terhadap kelembaban tanah untuk pemberian air irigasi dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara laju pemberian air dan laju kebutuhan air tanaman serta tidak diketahui jumlah pasti kebutuhan air pada tanaman.

Berdasarkan hal tersebut, tujuan penelitian ini adalah guna mengetahui kesesuaian pemberian air irigasi di lahan penelitian dengan kebutuhan air tanaman serta memperoleh jumlah konsumsi air berdasarkan pada perubahan kadar air tanah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan perancangan sistem irigasi yang sesuai khususnya untuk budidaya sayuran dalam rumah tanaman.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sayuran Organik

Agustina (2011) membagi cara menanam sayuran menjadi tiga jenis, yaitu sayuran organik, sayuran non organik, dan sayuran hidroponik. Sayuran organik adalah salah satu produk yang dihasilkan oleh sistem pertanian organik. Sayuran ini diproduksi tanpa pestisida dan pupuk dari zat kimia lain yang tujuannya untuk menjaga kelestarian lingkungan dengan konsep kembali ke alam.

Budidaya sayuran organik dipengaruhi beberapa faktor di antaranya faktor fisik, kimia dan biologi yang akan mempengaruhi kesuburan tanah. Faktor-faktor tersebut jika dijabarkan di antaranya jenis tanah, unsur hara, pH, jenis sayuran dan beberapa faktor lainnya. Misalnya, setiap jenis sayuran memiliki syarat pH dan unsur hara masing-masing. Jika tidak disesuaikan dengan sifat tumbuhnya, maka budidaya sayuran organik tidak akan maksimal.

2.2. Kelembaban Tanah dan Kebutuhan Air Tanaman

Laju konsumsi air tanaman akan berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Apabila ia tidak tercukupi, pertumbuhan tanaman akan terhambat atau dapat menurunkan hasil produksi (Nikolidakis, Kandris, Vergados, & Douligeris, 2015). Seiring dengan tanaman mengonsumsi air untuk proses transpirasinya, kelembaban tanah akan berkurang.

Faktor kelembaban tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Apabila kelembaban tanah tidak sesuai, maka akan mengakibatkan tanaman kering atau mati. Ketidaksesuaian kelembaban tanah disebabkan oleh suplai air tidak diberikan dalam jumlah dan laju yang tepat (Winarbawa, 2000; Adams *et al.*, 2012). Guna menghindari kondisi kurang air tersebut perlu diterapkan sistem irigasi yang efektif dan efisien.

Setiap sayuran memiliki kebutuhan air masing-masing, tergantung jenis sayurannya. Misalnya, tanaman sawi (*Brassica juncea L.*) kebutuhan

airnya adalah 0,275 liter/tanaman/hari (Muzayyanah, 2009) atau 1,86 mm/hari pada fase awal, 7,45 mm/hari pada fase tengah, dan 3,72 mm/hari pada fase (Simangunsong, Sumono, Rohana, & Susanto, 2013). Tanaman tomat memerlukan 400-600 mm air selama masa pertumbuhan, dan tanaman kentang memerlukan air sebanyak 500-700 mm selama masa pertumbuhan. Fase vegetatif tanaman cabai membutuhkan air sekitar 200 ml/hari/tanaman dan pada fase generatifnya membutuhkan air sekitar 400 ml/hari/tanaman.

III. METODOLOGI

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah tanaman sayuran organik *Agribusiness Development Station* (ADS) Institut Pertanian Bogor (6°32'54.2" LS - 106°43'57.2" BT) mulai 16 November 2016 sampai 8 Januari 2017. Kondisi rumah tanaman tampak pada Gambar 1.

Pengolahan data dan analisis dilakukan di Laboratorium Teknik Sumber Daya Air, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor.

Sayuran yang ditanam di rumah tanaman merupakan sayuran kailan yang telah melalui proses persemaian selama ± 7 hari di luar rumah tanaman. Kemudian bibit sayuran dipindahkan ke rumah tanaman dan ditanam di bedengan dengan media tanah. Satu periode masa tanam hingga panen sayuran kailan adalah selama ± 40 hari.

Irigasi pada rumah tanaman menggunakan irigasi sprinkler atau curah dengan interval irigasi

menurut ketentuan adalah setiap 30 menit sekali dari pukul 08.00 - 16.00 WIB namun pada pelaksanaannya terdapat faktor kelalaian manusia diantaranya lupa mematikan kran irigasi sehingga menyebabkan irigasi yang telah dilaksanakan tidak sesuai dengan yang dibutuhkan.

Irigasi curah yang digunakan menggunakan pipa dengan diameter 0,5 inchi, jarak antar emiter 1 meter dan debit 1,54 liter/detik. Adapun kran irigasi tersebut tampak seperti pada Gambar 2.

3.2. Pengambilan Data

Tanaman yang dibudidayakan di atas tanah dalam rumah tanaman. Pengambilan sampel tanah sejumlah 3 buah diambil dari lahan penelitian dengan metode *undisturbed soil sample* menggunakan *ring sampler*. Sifat fisik dan hidrolika tanah dianalisa di Pusat Penelitian Tanah, Kementerian Pertanian di Bogor.

Parameter tanah dan tanaman diukur di 4 titik, masing-masing berjarak 1 meter dari titik emiter sprinkler irigasi. Parameter yang diukur adalah kelembaban tanah dengan menggunakan *electronic soil moisture meter*. Pengambilan data kelembaban tanah dilakukan satu kali sehari selama masa tanam.

3.3. Pengukuran Sifat Fisik dan Hidrolika Tanah

Sifat fisik yang dianalisa antara lain berat jenis, densitas partikel, tekstur dan porositas tanah. Sifat hidrolika yang dianalisa adalah permeabilitas dan retensi air tanah, yaitu kadar air pada pF1, pF2, pF2,54 dan pF4,2.



Gambar 1 Rumah Tanaman di Lahan Penelitian



Gambar 2 Kran untuk Mengontrol Pemberian Air Irigasi

Kurva interpolasinya menggunakan model Genuchten (Van Genuchten, 1980) sebagai berikut:

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + |\alpha h|^n\right]^m} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- θ = kadar air tanah volumetrik ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$)
- θ_r = kadar air residual ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$)
- θ_s = kadar air jenuh ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$)
- h = hisapan air tanah/*suction head* (cm)
- α = tekanan balik udara (>0 dalam cm^{-1})
- n = konstanta Van Genuchten (>1)

$$m = 1 - \frac{1}{n}$$

Nilai α , n dan m diperoleh menggunakan program solver yang terdapat dalam *Microsoft Excel*.

Fungsi balik (*inverse function*) Persamaan 1 selanjutnya digunakan untuk menghitung hisapan air tanah sesuai dengan input kelembaban tanah hasil pengukuran. Fungsi balik tersebut berbentuk sebagai berikut:

$$h = \left[\frac{\left(\frac{\theta_s - \theta_r}{\theta - \theta_r} \right)^{\frac{1}{m}} - 1}{\alpha^n} \right]^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots (2)$$

Nilai kadar air volumetrik diperoleh dari data pengamatan kelembaban tanah yang dihitung menggunakan Persamaan 3 sebagai berikut.

$$\theta = (X \times \theta_s) - \theta_r \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- X = data pengamatan (%)
- θ_s = kadar air jenuh ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$)
- θ_r = kadar air residu ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$)

Hasil rerata kadar air volumetrik per hari disubstitusikan dalam persamaan Van Genuchten untuk memperoleh nilai hisapan air tanah (h) guna memperoleh nilai daya ikat air dalam tanah (pF) tanah.

Ketersediaan air pada tanah pada daerah perakaran tanaman dihitung menggunakan persamaan *Readily Available Water* (RAW). RAW merupakan air yang tersedia di tanah dan dapat dengan mudah digunakan oleh tanaman. RAW berada pada kondisi di antara kapasitas lapang (FC) dan titik layu permanen (PWP) (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 1998). Persamaan yang digunakan untuk menghitung RAW adalah sebagai berikut

$$\text{RAW} = p \times \text{TAW} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

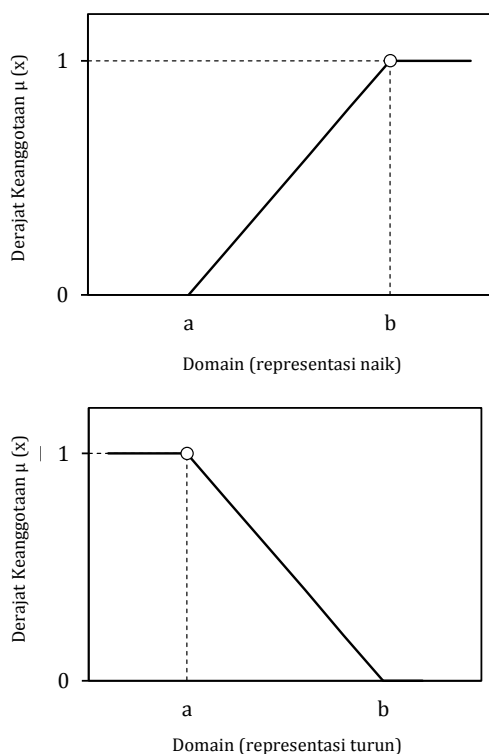
- p = faktor deplesi berdasarkan jenis tanaman
- TAW (*Total Availale Water*) = total air tersedia

TAW diperoleh dengan mengalikan kedalaman akar dan selisih kadar air pada kondisi kapasitas lapang dengan titik layu permanen. Nilai faktor deplesi yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,3.

Nilai pF yang diperoleh selanjutnya dianalisa menggunakan derajat keanggotaan Fuzzy untuk mengetahui kecenderungan mengarah ke

kapasitas lapang atau titik layu permanen. Proses analisis menggunakan logika Fuzzy menggunakan *input* berupa bilangan Crisp (tegas) selanjutnya disebut himpunan input. Bilangan Crisp diubah menjadi nilai derajat keanggotaan dalam himpunan Fuzzy, proses ini dinamakan Fuzzifikasi. Pada tahap *Fuzzy Inference System* dilakukan pengambilan kesimpulan (*reasoning*) dan keputusan. Tahap akhir adalah defuzzifikasi yaitu mengubah nilai Fuzzy menjadi bilangan Crisp (Kusumadewi & Hartati, 2006).

Derajat keanggotaan Fuzzy terdiri dari beberapa representatif diantaranya segitiga, trapesium, linear naik, linear turun, kurva s, bahu dan lonceng (Kusumadewi & Purnomo, 2004). Pada penelitian ini representatif linear naik digunakan untuk mengetahui keanggotaan titik layu permanen (PWP) sedangkan representatif linear turun difungsikan untuk mengetahui keanggotaan kapasitas lapang (FC).



Gambar 3 Grafik Representasi Linear Turun dan Naik dalam Logika Fuzzy (Kusumadewi & Hartati, 2006)

Derajat keanggotaan representasi linear turun diperoleh dengan menggunakan Persamaan 5.

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & x < a \\ \frac{b-x}{b-a} & a < x < b \\ 0 & x > b \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

Sedangkan untuk derajat keanggotaan representasi linear naik menggunakan Persamaan 6.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x < b \\ 1 & x > b \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

3.4. Perhitungan Konsumsi Air Sayuran

Konsumsi air pada sayuran dihitung berdasarkan perubahan kadar air tanah. Pendekatan yang digunakan adalah persamaan *water balance* (Setiawan *et al.*, 2014).

$$(R - ET_c + Q_i - Q_o) \Delta t - \Delta VWC \cdot Z = 0 \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

- R = curah hujan (mm)
- Q_i = merupakan air yang masuk (mm)
- Q_o = penggunaan air
- Z = kedalaman akar (mm)
- ET_c = evapotranspirasi tanaman atau juga disebut kebutuhan konsumtif tanaman (mm/hari).

Pada rumah tanaman curah hujan, cadangan air tanah, perkolasi, *run off* dianggap tidak ada, serta yang terjadi hanyalah jumlah air yang masuk (dalam hal ini infiltrasi) dan ET_c. Hal ini dikarenakan di dalam rumah tanaman terjadi iklim mikro sehingga persamaan neraca air yang digunakan adalah seperti berikut.

$$(-ET_c + Q_i) \Delta t - \Delta VWC \cdot Z = 0 \dots\dots\dots (8)$$

$$ET_c = Q_i - \frac{\Delta VWC \cdot Z}{\Delta t} \dots\dots\dots (9)$$

Laju konsumsi air irigasi diperoleh dari turunan pertama persamaan yang didapatkan dari konsumsi air pada sayuran setiap harinya.

Perhitungan evapotranspirasi acuan (ET_o) menggunakan model Hargreaves (Allen *et al.*, 1998; Hargreaves & Samani, 1985).

Perhitungan ET_o mengikuti model Hargreaves sebagai berikut.

$$ET_o = 0,0023(T_{rerata} + 17,8)(T_{maks} - T_{min})0,5R_a \dots (10)$$

R_a merupakan radiasi ekstraterrestrial (MJ m⁻²h⁻¹), T_{maks} adalah suhu harian maksimum (°C), T_{min} adalah suhu harian minimum (°C), dan T_{rata-rata} adalah suhu harian rata-rata (°C).

Persamaan empiris Hargreaves hanya memerlukan data suhu minimum dan maksimum dan dapat dimodifikasi sesuai dengan iklim lokal daerah (Hargreaves & Allen, 2003).

Penelitian penerapan beberapa model evapotranspirasi di daerah tropika khususnya Jawa Barat menyimpulkan bahwa ketelitian model evapotranspirasi sederhana yaitu memakai 2 variabel setara dengan metode Penman (Suprayogi, Setiawan, & Prasetyo, 2003).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Sifat Fisik Tanah di Lahan Penelitian

Tabel 1 menyajikan sifat fisik tanah pada lahan penelitian yang diperoleh dari hasil uji laboratorium. Berdasarkan segitiga tekstur tanah USDA, diperoleh tekstur tanah di lahan penelitian adalah lempung liat berdebu. Parameter sifat fisik tanah selanjutnya digunakan untuk analisis optimasi parameter Model Genuchten.

Tabel 1 Sifat Fisik Tanah

Parameter	Satuan	Nilai
Tekstur		
Pasir	%	19,33
Debu	%	47,33
Liat	%	33,33
Bulk density	g/cc	0,68
Particle density	g/cc	2,23
Ruang pori total	% volume	69,67
Kadar air		
pF1	% volume	45,53
pF2	% volume	37,67
pF2,54	% volume	32,43
pF4,2	% volume	19,33
Permeabilitas	cm/jam	15,46

4.2. Kurva Retensi Air Tanah

Berdasarkan model Genuchten, hubungan pF dan kadar air tanah disajikan dalam bentuk kurva retensi air tanah seperti tertera pada Gambar 3. Retensi air tanah menyatakan kemampuan tanah dalam mengikat atau menampung air.

Parameter dari sifat fisik tanah berupa kadar air, tekstur dan permeabilitas dioptimasi menggunakan program *solver*. Berdasarkan hasil optimasi, diperoleh nilai kadar air residual 11,0%; kadar air jenuh 46,6%; $a = 0,0254 \text{ cm}^{-1}$; $m = 0,19$ dan $n = 1,24$. Pada Gambar 4 dapat diketahui kondisi kapasitas lapang dan titik layu permanen pada tanah.

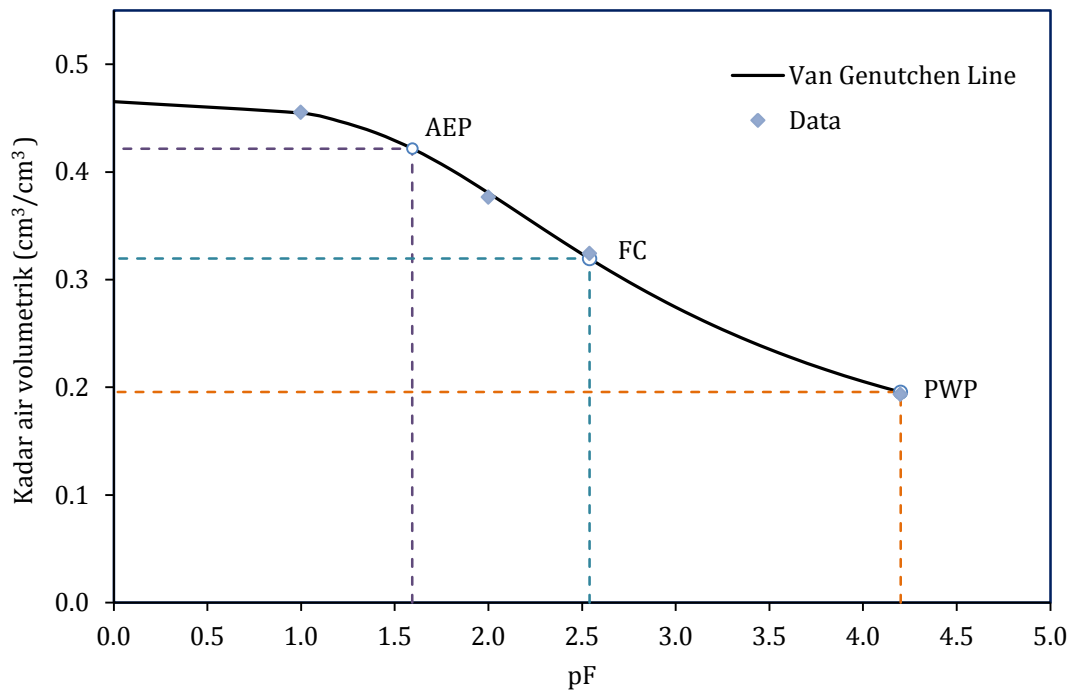
4.3. Fluktuasi Kadar Air dan pF

Gambar 5 menyajikan kadar air volumetrik dan pF setiap hari dalam masa tanam sayuran. Nilai pF terendah dalam satu masa tanam adalah 2,75 dan tertinggi 3,75 dengan rata-rata 3,20. Mengingat air tersedia berada pada pF 2,54 (kapasitas lapang) dan pF 4,20 (titik layu permanen), maka dengan kondisi yang ada di lahan penelitian berarti akar tanaman leluasa menyerap air dalam tanah.

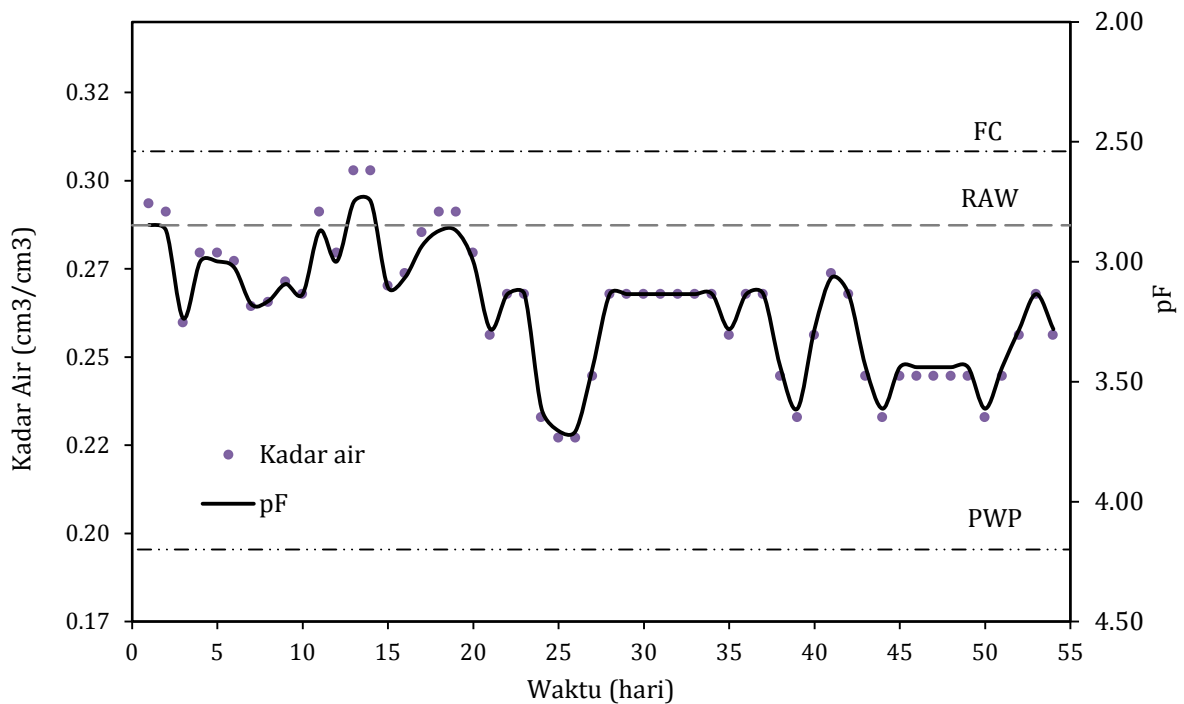
Nilai RAW pada lahan penelitian dihitung menggunakan Persamaan 4 dengan nilai RAW sebesar 18,6 mm. Hal ini berarti ketika memberikan air irigasi hendaknya mengaplikasikan kurang lebih 19 mm untuk mengisi kembali air di daerah perakaran. Kadar air pada titik kritis yang digunakan sebagai batas ambang RAW dan PWP adalah 0,282.

Apabila hanya berpedoman kondisi kadar air berada di antara kapasitas lapang dan titik layu permanen maka pemberian air irigasi yang dilakukan selama ini di lahan penelitian dianggap sudah memenuhi dengan kebutuhan tanaman. Namun apabila dilihat dari parameter RAW, nilai kadar air masih ada berada diantara titik layu permanen dengan RAW. Berdasarkan Gambar 9 diketahui bahwa dalam kondisi RAW terdapat 7 hari berada pada rentang RAW dan 47 hari lainnya masih berada di bawah RAW atau 87% masih berada pada kondisi diantara titik layu permanen dan RAW. Pada kondisi ini tanaman memerlukan kerja lebih keras untuk mengambil air dari tanah untuk memenuhi kebutuhannya. Kondisi terbaik adalah diantara nilai RAW dengan kapasitas lapang, pada kondisi tersebut menyatakan bahwa air dapat digunakan secara optimal oleh tanaman untuk pertumbuhan dan evapotranspirasi serta proses evaporasi yang secara alami terjadi pada lahan. Maka secara analisa RAW, pemberian air irigasi di lahan penelitian masih belum sepenuhnya optimal.

Guna mendapatkan angka kecenderungan dari nilai pF di lahan penelitian, digunakan analisa derajat keanggotaan *Fuzzy* seperti pada Persamaan (5) dan (6). Berdasarkan analisis logika *Fuzzy*, terdapat 39 hari berada kondisi mengarah kapasitas lapang dan 15 hari lainnya mengarah ke kondisi titik layu permanen. Hal ini menunjukkan 28% dari seluruh hari masa tanam, pemberian air irigasi sudah berada dalam rentang kapasitas lapang dan titik layu permanen namun pemberian air irigasi belum optimal karena masih mendekati nilai titik layu permanen dan belum berada dalam rentang RAW.



Gambar 4 Kurva retensi air tanah



Gambar 5 Nilai kadar air dan pF pada lahan penelitian

Maka dari itu, perlu adanya pengendalian pemberian air irigasi agar berada pada kondisi aman untuk dimanfaatkan oleh tanaman. Hasil perhitungan agar pemberian air optimal atau mencapai RAW maka diperlukan tambahan pemberian air sebesar 74,3 mm selama masa tanam. Maka dengan adanya penambahan air

irigasi tersebut kebutuhan air irigasi di lahan penelitian dapat terpenuhi.

4.4. Konsumsi Air Tanaman

Konsumsi air tanaman menyatakan jumlah air irigasi yang diserap tanah dan digunakan oleh tanaman untuk proses metabolisme tanaman

tersebut. Konsumsi air pada lahan penelitian selama masa tanam dengan rincian disajikan dalam Gambar 6. Konsumsi air tanaman ini dihitung menggunakan persamaan (9).

Berdasarkan Gambar 6, persamaan konsumsi air diperoleh dengan kurva polinomial orde 3 sebagai berikut.

$$y = 0,0004 x^3 - 0,0521x^2 + 2,7471x - 6,1248 \dots (11)$$

Laju konsumsi air diperoleh dari turunan pertama Persamaan 9 sebagai berikut.

$$y = 0,001x^2 - 0,104x + 2,747 \dots (12)$$

Konsumsi air selama masa tanam sayuran kailan adalah 55 mm selama masa tanam dengan laju konsumsi air 1,1 mm/hari. Apabila ditambahkan dengan kekurangan air agar mencapai kondisi RAW, maka kebutuhan air pada lahan penelitian selama masa tanam adalah 130 mm.

Nilai evapotransporasi acuan (ET_o) yang didapat menggunakan metode Hargreaves adalah 3,8 mm/hari. Apabila dikalikan dengan koefisien tanaman (K_c) maka nilai evapotranspirasi tanamannya (ET_c) adalah 3,5 mm/hari.

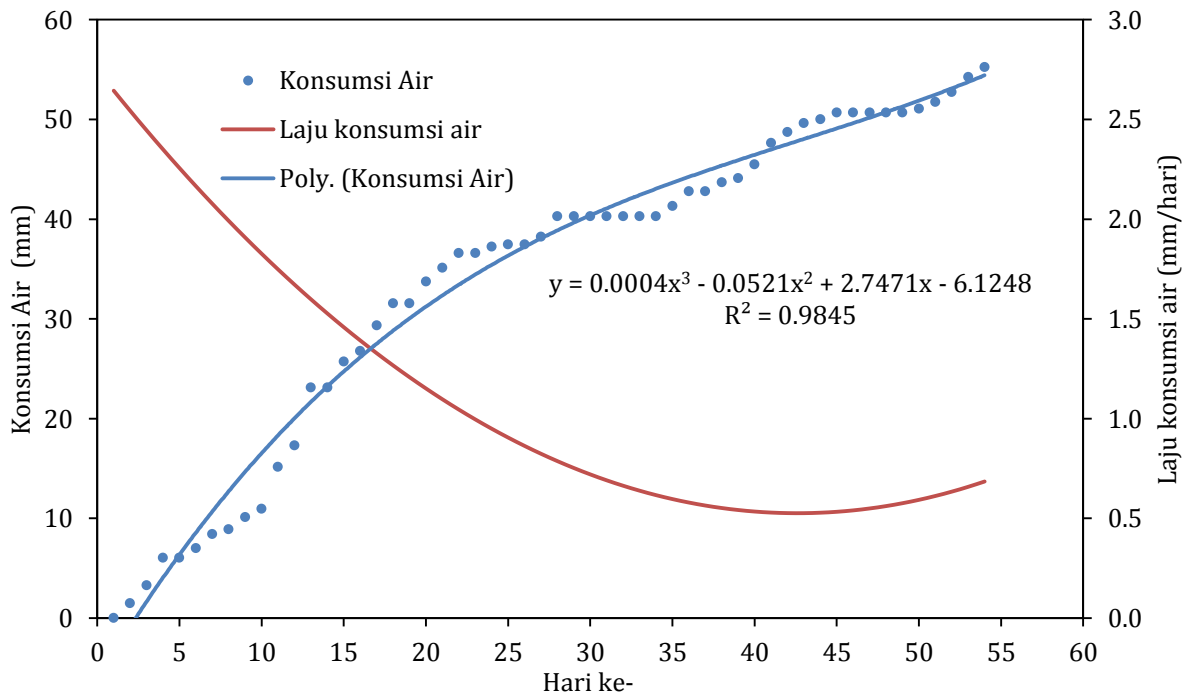
Hasil perhitungan konsumsi air di rumah tanaman lebih kecil dibandingkan ET_c menggunakan

metode Hargreaves. Kebutuhan air konsumtif ini dipengaruhi oleh usia tanaman dan jenis tanaman.

Perbedaan nilai yang didapatkan melalui pendekatan evapotranspirasi aktual dan perubahan kadar air tanah adalah disebabkan pada pendekatan evapotranspirasi aktual data yang digunakan adalah data iklim dan cuaca dari BMKG yang mana lokasinya tidak berada di lahan penelitian. Selain itu, pada lahan penelitian tanaman ditanam di dalam rumah tanaman sehingga terjadi iklim mikro.

Berdasarkan model Hargreaves, faktor yang menyebabkan perbedaan nilai konsumsi air di dalam rumah tanaman dan di lahan terbuka adalah suhu dan radiasi matahari. Menurut Nangare, Singh, Meena, Bhushan, & Bhatnagar (2015), perbedaan suhu dan radiasi tersebut salah satunya disebabkan oleh adanya penutup berupa *net* atau plastik pada rumah tanaman.

Penelitian Hashem, Medany, El-Moniem, & Abdallah (2011) menyatakan suhu dan radiasi matahari di bawah *greenhouse* lebih rendah dari lahan terbuka. Hal ini menyebabkan nilai evapotranspirasi yang ada di *greenhouse* juga lebih kecil dibandingkan lahan terbuka.



Gambar 6 Konsumsi Air dan Laju Konsumsi Air pada Lahan Penelitian

V. KESIMPULAN

Kadar air tanah selama masa tanam selalu berada dalam kisaran air tersedia, yaitu di antara pF_{2,54}-pF_{4,2} namun 87% dari masa tanam berada dibawah kondisi RAW. Dengan demikian, pemberian air irigasi pada lahan penelitian masih belum sepenuhnya optimal. Perlu adanya pengendalian dalam pemberian air irigasi agar pada seluruh masa tanam, air bagi tanaman dapat terpenuhi dengan baik.

Berdasarkan perubahan kadar air tanah, konsumsi air selama masa tanam sayuran kailan di rumah tanaman adalah 55 mm selama masa tanam dengan laju konsumsi air 1,1 mm/hari dan kebutuhan air pada lahan penelitian selama masa tanam adalah 130 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas dukungan biaya penelitian dalam rangkaian penelitian "Otomatisasi Irigasi pada Sayuran Organik dalam Rumah Tanaman" dan beasiswa Program Magister menuju Doktor untuk Sarjana Unggul (PMDSU), serta kepada *Agribusiness Development Station* (ADS) Institut Pertanian Bogor atas dukungan tempat dan fasilitasnya selama berada di lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, H.D., Luce, C.H., Breshears, D.D., Allen, C.D., Weiler, M., Hale, V.C., Huxman, T.E. (2012). Ecohydrological consequences of drought-and infestation-triggered tree die-off: insights and hypotheses. *Ecohydrology*, 5(2), 145-159.
- Agustina, L. (2011). *Budidaya Sayuran Organik: Skala Rumah Tangga Menuju Standar Sertifikasi Pangan Organik*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56)*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.
- Andoko, A. (2002). *Budidaya Padi Secara Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Arif, C., Setiawan, B.I., & Mizoguchi, M. (2014). Penentuan kelembaban tanah optimum untuk budidaya padi sawah SRI (System of Rice Intensification) menggunakan algoritma genetika. *Jurnal Irigasi*, 9(1), 29-40.
- Christen, E., Ayars, J., Hornbuckle, J., & Hickey, M. (2006). *Technology and Practice for Irrigation in Vegetables*. State of New South Wales: NSW Department of Primary Industries.
- Departemen Pertanian. (2007). *Pedoman Penyusunan Standar Operasi (SPO) Padi Organik*. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Fauziah, R., Susila, A.D., & Sulistyono, E. (2016). Budidaya bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada lahan kering menggunakan irigasi sprinkler pada berbagai volume dan frekuensi. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 7(1), 1-8.
- Hargreaves, G.H., & Allen, R.G. (2003). History and evaluation of Hargreaves evapotranspiration equation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 129(1), 53-63.
- Hargreaves, G.H., & Samani, Z.A. (1985). Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Engineering in Agriculture*, 1(2), 96-99.
- Hashem, F.A., Medany, M.A., El-Moniem, E.A., & Abdallah, M.M.F. (2011). Influence of greenhouse cover on potential evapotranspiration and cucumber water requirements. *Annals of Agricultural Sciences*, 56(1), 49-55.
- Kasiran, K. (2006). Teknologi irigasi tetes "RO drip" untuk budidaya tanaman sayuran di lahan kering dataran rendah. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 8(1), 26-30.
- Kusumadewi, S., & Hartati, S. (2006). *Neuro Fuzzy-Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Sistem Pendukung Keputusan - Edisi Pertama*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Muzayyanah. (2009). *Pengaruh Pemberian Pupuk Bokashi terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica juncea L.)* (Skripsi). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang. Diperoleh dari <http://etheses.uin-malang.ac.id/1025/1/04520046%20Skripsi.pdf>
- Nangare, D.D., Singh, J., Meena, V.S., Bhushan, B., & Bhatnagar, P.R. (2015). Effect of green shade nets on yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) in semi-arid region of Punjab. *Asian Journal of Advances in Basic and Applied Science*, 1(1), 1-8.
- Nikolidakis, S.A., Kandris, D., Vergados, D.D., & Douligieris, C. (2015). Energy efficient automated control of irrigation in agriculture by using wireless sensor networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 113, 154-163.
- Salokhe, V.M., Babel, M.S., & Tantau, H.J. (2005). Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. *Agricultural Water Management*, 71(3), 225-242.
- Setiawan, B.I., Imansyah, A., Arif, C., Watanabe, T., Mizoguchi, M., & Kato, H. (2014). SRI paddy

growth and GHG emissions at various groundwater levels. *Irrigation and Drainage*, 63(5), 612–620.

Simangunsong, F.T., Sumono, S., Rohana, A., & Susanto, E. (2013). Drip irrigation efficiency analysis and crop water requirements of mustard (*Brassica juncea*) in the inceptisol soil. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 1(2), 83–89.

Suprayogi, S., Setiawan, B.I., & Prasetyo, L.B. (2003). Penerapan beberapa model evapotranspirasi di daerah tropika. *Buletin Keteknikan Pertanian*, 17(2), 7–13.

Van Genuchten, M.T. (1980). A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal*, 44(5), 892–898.

Winarbawa, S. (2000). Pengaruh kadar air tanah terhadap pertumbuhan dan produksi dua tipe kapolaga sabrang. *Buletin Agronomi*, 28(1), 1–8.

Yanto, H., Tusi, A., & Triyono, S. (2014). Aplikasi sistem irigasi tetes pada tanaman kembang kol (*Brassica Oleracea* Var. *Botrytis* L. Subvar. *Cauliflora* DC) dalam green house. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(2), 141–154.