



ANALISIS LAJU KONSUMSI AIR TANAMAN SELADA PADA TEKNOLOGI HIDROPONIK SISTEM TERAPUNG DALAM RUMAH TANAMAN

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

RIANI MUHAROMAH



**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN
BOGOR BOGOR
2017**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Bogor Agricultural



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul Analisis Laju Konsumsi Air Tanaman Selada pada Teknologi Hidroponik Sistem Terapung dalam Rumah Tanaman adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2017

Riani Muharomah
NIM F451150131

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



RINGKASAN

RIANI MUHAROMAH. Analisis Laju Konsumsi Air Tanaman Selada pada Teknologi Hidroponik Sistem Terapung dalam Rumah Tanaman. Dibimbing oleh BUDI INDRA SETIAWAN dan M. YANUAR J. PURWANTO.

Hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman yang menggunakan air sebagai medium tanamnya yang mengandung nutrisi dan oksigen dalam kadar tertentu. Salah satu teknik hidroponik yang banyak diterapkan untuk budidaya tanaman sayuran adalah teknologi hidroponik sistem terapung (THST). THST merupakan metode penanaman yang memanfaatkan kolam berisi air serta larutan hara, sehingga dapat menekan fluktuasi konsentrasi larutan hara. Kendala yang dihadapi oleh teknologi hidroponik sistem terapung (THST) adalah tidak adanya penambahan air pada kolam hidroponik selama masa tanam, sehingga tinggi muka air (*water level*) pada kolam terus menurun karena adanya evapotranspirasi dan tingkat konsentrasi dari komponen larutan nutrisi tanaman semakin tinggi. Penambahan air pada kolam hidroponik sistem terapung diperlukan untuk mengembalikan atau mengkompensasi kehilangan air akibat evapotranspirasi, dan menjaga konsentrasi unsur hara tersebut berada pada tingkat yang optimal. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui laju konsumsi air tanaman selada yang dibudidayakan menggunakan teknologi hidroponik sistem terapung dalam rumah tanaman dengan mengamati perubahan tinggi muka air yang terjadi, mengetahui pengaruh penurunan volume air pada kolam hidroponik sistem terapung terhadap konsentrasi air (daya hantar listrik), dan menentukan kebutuhan air tanaman selada pada teknologi hidroponik sistem terapung dalam rumah tanaman.

Metode penelitian ini terdiri dari analisis laju konsumsi air tanaman, analisis kebutuhan air, analisis konsentrasi air teknologi hidroponik sistem terapung, dan analisis laju evapotranspirasi acuan (ET₀). Konsumsi air selada yang dibudidayakan menggunakan sistem hidroponik terapung telah diketahui dari proses penurunan muka air. Dimana, pada awalnya tinggi muka air dari dasar kolam sebesar 444 mm dan menurun mencapai 404 mm pada hari ke-54 dengan jumlah volume air total sebesar 3.6 m³. Laju konsumsi air terendah sebesar 0.376 mm/hari pada awal tanam dan tertinggi sebesar 1.043 mm/hari menjelang akhir tanam. Dengan berkurangnya volume air pada kolam hidroponik sistem terapung, konsentrasi larutan nutrisi relatif konstan dan tidak mengalami perubahan yang signifikan selama 2 periode masa tanam. Rata-rata EC larutan nutrisi hidroponik berada pada nilai 0.64 mS/cm. Dengan demikian, agar muka air kolam hidroponik sistem terapung ini tetap stabil selama masa tanam selada, diperlukan laju pemberian air berkisar dari 0,45 liter/hari/m² sampai 1,14 liter/hari/m² dan persediaan air selama masa tanam (54 hari) sebesar 3.729 m³ per 90 m² luasan tanam.

Kata kunci: EC, evapotranspirasi, kebutuhan air, laju konsumsi air, THST

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



SUMMARY

RIANI MUHAROMAH. Analysis of Lettuce Water Consumption Rate on Floating Hydroponics Technology in Greenhouse. Supervised by BUDI INDRA SETIAWAN and M. YANUAR J. PURWANTO.

Hydroponics is a plant cultivation technique that using water as a planting medium containing nutrients and oxygen in certain levels. One of the most widely applied hydroponics techniques for vegetable cultivation is the floating hydroponic technology (THST). THST is a planting method that utilizes large ponds with large volumes of nutrient solution, so it can suppress fluctuations in nutrient concentration. The constraint faced by the floating hydroponic system technology (THST) is the absence of water additions to the hydroponic pool during the planting period, so that the water level in the pond continues to decline due to evapotranspiration and the higher concentration of the nutrient components of the plant. The addition of water to a floating hydroponic system pool is necessary to restore the water loss from evapotranspiration, and keep the nutrient concentration at an optimal level. So the purpose of this research was to know the rate of water consumption of lettuce cultivated using hydroponic technology of floating system in plant house by observing the change of water level to know the effect of decreasing the volume of water in floating system hydroponic pool to water concentration (electric conductivity), and determining the water requirement of lettuce plants on hydroponic technology of floating systems within the greenhouse.

The method of this research consisted of analysis of crop water consumption rate, water demand analysis, hydroponic floating technology water system concentration analysis, and reference rate evapotranspiration analysis (ET₀). The consumption of lettuce water grown using floating hydroponic systems has been known from the process of decreasing the water level. Where, initially the water level from the bottom of the pond was 444 mm and decreased to 404 mm on the 54th day with total water volume of 3.6 m³. The lowest water consumption rate is 0.376 mm/day at the beginning of planting and the highest is 1.043 mm/day towards the end of planting. By the reduced volume of water in the floating hydroponic pool system, the concentration of the nutrient solution is relatively constant and does not change significantly during the two planting periods. The average EC of the hydroponic nutrient solution is at 0.64 mS/cm. Thus, for a floating hydroponic pool water system to remain stable during the cultivation period of lettuce, it is necessary to give water rates ranging from 0.45 liters/day/m² to 1.14 liters/day/m² and water supply during the planting period (54 days) of 3.729 m³ per 90 m² of cropping area.

Keywords: EC, evapotranspiration, water consumption rate, water requirement, THST

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2017
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural

ANALISIS LAJU KONSUMSI AIR TANAMAN SELADA PADA TEKNOLOGI HIDROPONIK SISTEM TERAPUNG DALAM RUMAH TANAMAN

RIANI MUHAROMAH

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains
pada
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN
BOGOR BOGOR
2017**



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural

Penguji Luar Komisi pada Ujian Tesis: Dr Chusnul Arif, STP, MSi



Judul Tesis : Analisis Laju Konsumsi Air Tanaman Selada pada Teknologi Hidroponik Sistem Terapung dalam Rumah Tanaman
 Nama : Riani Muharomah
 NIM : F451150131

Disetujui oleh
 Komisi Pembimbing

Prof Dr Budi Indra Setiawan, MAgr
 Ketua

Dr Ir M. Yanuar J. Purwanto, MS
 Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi
 Teknik Sipil dan Lingkungan



Sekolah Pascasarjana

Dr Ir M. Yanuar J. Purwanto, MS

Dr Ir Dahrul Syah, MScAgr

Tanggal Ujian: 9 Agustus 2017

Tanggal Lulus: 30 AUG 2017

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



PRAKATA

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2016 ini ialah irigasi, dengan judul Analisis Laju Konsumsi Air Tanaman Selada pada Teknologi Hidroponik Sistem Terapung dalam Rumah Tanaman. Penelitian ini merupakan bagian dari proyek penelitian Program Magister Menuju Doktor untuk Sarjana Unggul (PMDSU) yang berjudul "Otomatisasi Laju Aliran Air untuk Sistem Hidroponik" yang dibiayai oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.

Terima kasih diucapkan kepada Prof Dr Ir Budi Indra Setiawan, MAgr, selaku ketua komisi pembimbing dan Dr Ir Muhammad Yanuar Jarwadi Purwanto, MS selaku anggota komisi pembimbing dan Ketua Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan IPB yang telah banyak memberi saran, masukan, dan bimbingan. Terima kasih juga diucapkan kepada Dr Ir Nora Herdiana Panjaitan, DEA selaku Ketua Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan dan Dr Chusnul Arif, STP, MSi selaku penguji luar pada ujian tesis yang telah banyak memberi saran dan masukan. Selanjutnya juga diucapkan terima kasih kepada Prof Dr Ir Anas D. Susila, MSc, selaku kepala *Agribusiness Development Station* (ADS) Institut Pertanian Bogor atas kesediaannya menyediakan tempat dan fasilitas selama penelitian ini dilaksanakan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr Ir H. Dinar Dwi Anugerah Putranto, MSPJ atas segala doa, dukungan motivasi dan semangat kepada penulis.

Ucapan terima kasih juga diucapkan kepada Pak Tris, Mbak Anisa, Mbak Tuti, Pak Mulyatullah, Pak Supandi, dan rekan-rekan di Wisma Wageningen, Pak Edi, Pak Joko, Mas Septian, Mbak Aini, Kak Ega, Vita, dan Lily atas kebersamaan yang baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan SIL angkatan 2015 atas semangat dan kebersamaan yang baik.

Selanjutnya penghargaan dan terima kasih diucapkan kepada ayahanda Bapak Warnizal Husni, Ibunda Ibu Kurniati Zaini (Almh), Ayunda Rizka Khoirunnisa, SPsi dan Adinda Muhammad Arrasyidin Gibraltar, dan seluruh keluarga, serta Bunda Nini Munirah Renur, ST MSi atas segala doa, perhatian, dan curahan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Agustus 2017

Riani Muharomah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
1 PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	2
Tujuan Penelitian	2
Manfaat Penelitian	2
2 TINJAUAN PUSTAKA	3
Teknik Hidroponik Sistem Terapung	3
Penggunaan Air dan Nutrisi, dan Evapotranspirasi pada Hidroponik	3
3 METODE PENELITIAN	5
Waktu dan Tempat	5
Sistem Hidroponik	5
Prosedur Penelitian	6
4 HASIL DAN PEMBAHASAN	10
Laju Konsumsi dan Kebutuhan Air Tanaman	10
Konsentrasi Larutan Nutrisi Hidroponik	12
Laju Evapotranspirasi Acuan (ET ₀)	14
5 SIMPULAN DAN SARAN	17
Simpulan	17
Saran	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN	21
RIWAYAT HIDUP	28

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural



DAFTAR TABEL

1	Tinggi muka air kolam hidroponik	10
2	Perbandingan penurunan muka air hasil pengukuran dan perhitungan	11
3	Laju konsumsi dan kebutuhan air tanaman	12
4	Konsentrasi larutan nutrisi pada kolam hidroponik	13
5	Hasil analisis evapotranspirasi acuan (ET ₀)	14

DAFTAR GAMBAR

1	Penggunaan air rigasi, drainase, dan penggunaan air tanaman (ET dan penggunaan internal tanaman) selama produksi 13 minggu mentimun hidroponik di greenhouse komersial di Sydney Barat, Australia	4
2	Kolam teknologi hidroponik sistem terapung	6
3	Sensor water level ultrasonik pada kolam hidroponik sistem terapung	7
4	Diagram alir penelitian	9
5	Penurunan muka air dan laju konsumsi air tanaman	10
6	Hubungan volume air dan EC pada kolam hidroponik	13
7	Akumulasi Evapotranspirasi acuan (ET ₀)	15
8	Faktor rumah tanaman	16
9	Hubungan laju ET ₀ dan laju konsumsi air tanaman	17

DAFTAR LAMPIRAN

1	Foto selada penelitian	22
2	Data pengukuran muka air kolam hidroponik sistem terapung	24
3	Data pengukuran EC kolam hidroponik	25
4	Data iklim Stasiun Dramaga	26

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1 PENDAHULUAN

Latar Belakang

Hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman yang menggunakan air sebagai medium tanamnya yang mengandung nutrisi dan oksigen dalam kadar tertentu. Menurut Savage (1985) dalam Susila (2015) hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman dalam lingkungan terkendali, tanpa tanah, dengan pemberian hara tanaman yang terkendali, serta dapat dilaksanakan menggunakan *substrate* maupun tanpa *substrate*. Teknik hidroponik banyak digunakan untuk menanam tanaman hortikultura seperti sawi, bayam, tomat, paprika dan melon.

Pada awalnya sistem hidroponik identik dengan penanaman tanpa media tanah, akan tetapi sesuai dengan perkembangan teknologi, hidroponik digunakan untuk pertumbuhan tanaman dengan mengontrol nutrisi tanaman sesuai dengan kebutuhannya (Supriyadi *et al.* 2011). Larutan unsur hara atau nutrisi sebagai sumber pasokan air dan mineral merupakan faktor yang sangat penting untuk pertumbuhan dan kualitas hasil tanaman pada budidaya sistem hidroponik. Namun pemberian larutan nutrisi pada tanaman hidroponik ini harus diperhatikan dan diperlukan kontrol yang tepat. Pemberian kadar nutrisi yang tidak sebanding dengan kebutuhan tanaman mengakibatkan tanaman kerdil, daun menguning dan gugur sehingga tanaman tidak saling menaungi satu sama lain dan luas daun tanaman rendah (Indrawati *et al.* 2012).

Salah satu teknik hidroponik yang banyak diterapkan untuk budidaya tanaman sayuran adalah teknologi hidroponik sistem terapung (THST). Teknik hidroponik sistem terapung (THST) atau biasa juga disebut hidroponik rakit apung (*floating raft*) adalah teknik hidroponik yang ditempatkan pada *styrofoam* yang diapungkan pada sebuah kolam besar yang berisi larutan nutrisi (Hussain *et al.* 2014, Soares *et al.* 2015). Teknologi hidroponik sistem terapung (THST) adalah salah satu sistem budi daya tanaman secara hidroponik yang dikembangkan dari *water culture*. THST merupakan metode penanaman yang memanfaatkan kolam berukuran besar dengan volume larutan hara yang besar pula, sehingga dapat menekan fluktuasi konsentrasi larutan hara (Susila dan Koerniawati 2004). THST dianggap sebagai alat pertumbuhan yang penting yang membantu petani memperoleh produk yang lebih bersih dan bebas dari jejak substrat. THST menghasilkan prosedur pencucian yang lebih ringan dan mengurangi pemborosan air oleh konsumen. Dalam THST, pengendalian salinitas membantu peningkatan karakteristik kualitas pasca panen dan bahkan menghilangkan kandungan nitrat dalam sayuran berdaun (Frezza *et al.* 2005, Fallovo *et al.* 2009, Scuderi *et al.* 2011). Pada sistem ini tidak dilakukan sirkulasi larutan hara, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap ketersediaan energi listrik. Namun permasalahan yang terjadi adalah terendamnya akar tanaman pada larutan hara tersebut, sehingga mengakibatkan rendahnya kadar oksigen di daerah perakaran. Kekurangan oksigen pada aktifitas sistem perakaran mempengaruhi terjadinya proses penyerapan air dan mineral hara (Susila 2015).

Kendala yang dihadapi oleh teknologi hidroponik sistem terapung (THST) adalah tidak adanya penambahan air pada kolam hidroponik selama masa tanam, sehingga tinggi muka air (*water level*) pada kolam terus menurun karena adanya



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

evapotranspirasi dan tingkat konsentrasi dari komponen larutan nutrisi tanaman semakin tinggi. Penambahan air pada kolam hidroponik sistem terapung diperlukan untuk mengembalikan atau mengkompensasi kehilangan air akibat evapotranspirasi, dan menjaga konsentrasi unsur hara tersebut berada pada tingkat yang optimal. Sehingga keutamaan dari penelitian ini adalah menghitung kebutuhan air tanaman berdasarkan besarnya kehilangan air akibat evapotranspirasi guna mendapatkan kualitas pertumbuhan sayuran yang optimum.

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan diatas, maka terdapat beberapa permasalahan yaitu bagaimana laju konsumsi dan kebutuhan air tanaman selada berdasarkan penurunan muka air kolam hidroponik sistem terapung yang berada dalam rumah tanaman. Bagaimana pengaruh penurunan volume air pada kolam hidroponik sistem terapung terhadap konsentrasi larutan nutrisi berdasarkan EC (daya hantar listrik). Bagaimana hubungan antara evapotranspirasi acuan (ET_0) terhadap laju konsumsi air tanaman selada pada teknologi hidroponik sistem terapung dalam rumah tanaman.

Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengetahui laju konsumsi dan kebutuhan air tanaman selada pada teknologi hidroponik sistem terapung dalam rumah tanaman. Tujuan khusus penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui laju konsumsi air tanaman selada dengan mengamati perubahan tinggi muka air yang terjadi.
2. Menentukan kebutuhan air tanaman selada pada teknologi hidroponik sistem terapung dalam rumah tanaman.
3. Mengetahui pengaruh penurunan volume air pada kolam hidroponik sistem terapung terhadap konsentrasi air (daya hantar listrik).
4. Mendapatkan model estimasi laju konsumsi air tanaman selada untuk teknologi hidroponik sistem terapung dalam rumah tanaman.

Manfaat Penelitian

Manfaat bagi ilmu pengetahuan adalah sebagai pengembangan hidrologi dan referensi penelitian yaitu bisa mendapatkan hubungan laju konsumsi air tanaman selada pada teknologi hidroponik sistem terapung dalam rumah tanaman dengan mengetahui ET_0 . Manfaat bagi metode yaitu dapat mengatur laju pemberian air sesuai dengan kebutuhan air tanaman agar efisien dan efektif. Manfaat bagi teknologi yaitu pengembangan hardware atau software dengan sensor otomatis. Apabila aspek manfaat metode dan teknologi dapat diperbaiki maka bisa menambah nilai tambah ekonomi sehingga bermanfaat bagi pertanian itu sendiri.

2 TINJAUAN PUSTAKA

Teknik Hidroponik Sistem Terapung

Teknik hidroponik sistem terapung (THST) atau biasa juga disebut hidroponik rakit apung (*floating raft*) adalah teknik hidroponik yang ditempatkan pada *styrofoam* yang diapungkan pada sebuah kolam besar yang berisi larutan nutrisi (Hussain *et al.* 2014, Silva *et al.* 2015). Teknologi hidroponik sistem terapung (THST) adalah salah satu sistem budi daya tanaman secara hidroponik yang dikembangkan dari *water culture* (Susila dan Koerniawati 2004). Menurut Susila (2015), THST merupakan metode penanaman yang memanfaatkan kolam berukuran besar dengan volume larutan hara yang besar pula, sehingga dapat menekan fluktuasi konsentrasi larutan hara.

Beberapa jenis tanaman sayuran yang berhasil tumbuh dan berproduksi normal dalam THST adalah Selada (*Lactuca sativa* L.) var. *Panorama*, *Grand Rapid*, Caisin (*Brassica rapa* L. cv. group Caisin) var. *Tosakan*, Pakchoy (*Brassica rapa* L. cv. group Pak Choi) var. *White tropical type*, Kailan *Brassica oleracea* L. var. *alboglabra*) var. *BBT 35*, dan Kangkung (*Ipomoea reptans*) var. *Bangkok LPI* (Susila 2015).

Penggunaan Air dan Nutrisi, dan Evapotranspirasi pada Hidroponik

Mahjoor *et al.* (2016), melakukan penelitian mengenai evapotranspirasi tanaman dengan menggunakan metode Penman-Monteith. Kemudian ditentukan nilai K_c selama periode tanam menggunakan persamaan (1).

$$ET_c = K_c \cdot ET_o \quad (1)$$

Dimana ET_c adalah evapotranspirasi tanaman (mm/hari), K_c adalah koefisien tanaman, dan ET_o adalah evapotranspirasi potensial (mm/hari). Untuk mengetahui evapotranspirasi tanaman dalam kondisi salin digunakan persamaan (2).

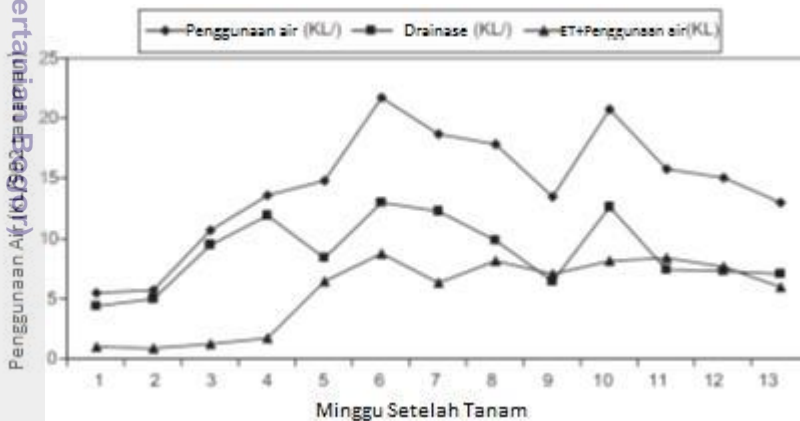
$$ET_{c-adj} = K_c \cdot K_s \cdot ET_o \quad (2)$$

Dimana K_s adalah koefisien *stress* tanaman dibawah kondisi salin. Total hasil, komponen hasil, evapotranspirasi, dan penggunaan air efisiensi ditentukan selama dua periode tumbuh. Semua indeks ini menurun secara signifikan sementara salinitas air meningkat. Air dengan salinitas 0.8 dS/m menghasilkan *yield* terung rata-rata 2510 gr per tanaman pada periode tanam pertama dan 2600 gr di periode tanam kedua. Air dengan salinitas 7 dS/m mengurangi hasil sebanyak 906 gr per tanaman pada periode tanam pertama dan 960 gr pada periode tanam kedua. Nilai evapotranspirasi tertinggi terjadi pada media cocopeat di salinitas terendah pada kedua periode tanam. Pencampuran secara signifikan meningkatkan sifat kuantitatif dan kualitatif dari hasil terong.

Grewal *et al.* (2011) menentukan keseimbangan air dan nutrisi mentimun pada *greenhouse* hidroponik, estimasi penggunaan air, dan penghematan nutrisi melalui penggunaan kembali air drainase dalam sistem *greenhouse* di Sydney Barat, Australia. Metode penelitian menggunakan alat *flow meter* dan data *logger*

(TinytagTM) yang dipasang di depan dan bagian belakang dari *greenhouse* untuk memantau volume *inflow* dan *outflow* drainase dari *greenhouse*. Jumlah nutrisi yang terpakai pada tanaman dihitung dengan mengalikan volume total air irigasi (dengan nutrisi) dengan konsentrasi rata-rata setiap elemen dalam air input irigasi. Jumlah nutrisi terbuang dari *greenhouse* pada drainase dihitung dengan mengurangi jumlah nutrisi yang diambil oleh tanaman dari jumlah yang digunakan pada tanaman melalui air irigasi. Rata-rata dan standar deviasi dari data dihitung menggunakan analisis statistik. Regresi suhu pada *greenhouse* dan penggunaan air pada tanaman mentimun dikembangkan untuk menggambarkan hubungan antara penggunaan air tanaman dan variasi suhu.

Hasil penelitian menunjukkan penggunaan air tanaman dan drainase bervariasi selama 13 minggu produksi tanaman seperti pada Gambar 1. Penggunaan air oleh tanaman lebih rendah pada tahap vegetatif awal, dan mencapai puncak pada minggu ke-6, yang bertepatan dengan berbunga dan berbuah. Penggunaan air sedikit menurun pada saat tanaman mendekati masa panen. Sebanyak 4.15 ml/ha (188 l/tanaman) air irigasi diterapkan selama pertumbuhan periode tanaman dimana 2.56 ml/ha (116 l/tanaman) didrainase, dan 1.59 ml/ha (72 l/tanaman) adalah digunakan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman (ET) selama masa pertumbuhan. Berdasarkan analisis regresi, untuk setiap kenaikan tingkat suhu, ada tambahan penggunaan 2 kL air irigasi per hari. Hasil penelitian ini menunjukkan, 38% (1.59 ml/ha) dari total penggunaan air irigasi (4.15 ml/ha) digunakan oleh tanaman mentimun melalui evapotranspirasi dan sisanya 62% terbuang melalui drainase *greenhouse*. Penelitian ini menunjukkan penggunaan kembali air drainase telah dapat menghemat 33% dari total air produksi mentimun dan penggunaan kembali 566 kg/ha N, 25 kg/ha P dan 703 kg/ha K. Penggunaan kembali air drainase juga telah mencegah air drainase yang kaya nutrisi terbuang ke lingkungan.



Gambar 1 Pemberian air rigasi, drainase, dan penggunaan air tanaman (ET dan penggunaan internal tanaman) selama produksi 13 minggu mentimun hidroponik di *greenhouse* komersial di Sydney Barat, Australia

Gonzales *et al.* (2010) melakukan penelitian mengenai jumlah nutrisi dan serapan air pada hidroponik tanaman tomat. Dalam penelitiannya, penyerapan nutrisi dipelajari dengan memeriksa penyerapan nutrisi dalam larutan dibandingkan dengan nutrisi dari pasokan air dengan menggunakan enam perlakuan. Penyerapan nutrisi per volume konsumsi air digunakan sebagai indikator konsentrasi serapan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

hara. Kemudian data tersebut digunakan untuk mendapatkan konsentrasi penyerapan minimum dan ini dapat diperkirakan dengan menggunakan nilai terendah dari setiap elemen tumbuh dalam konsentrasi nutrisi yang lebih rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan dalam konsumsi air antara enam perlakuan. Dalam setiap ion konsentrasi penyerapan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi larutan nutrisi yang ditambahkan. Dalam kondisi percobaan ini, penyerapan dari ion yang diberikan tidak terpengaruh oleh kehadiran dan konsentrasi ion lainnya. Ini berarti bahwa tanaman menyerap hampir semua ion baru ditambahkan dengan menyesuaikan jumlah penyerapan.

Aspek kualitatif air, seperti penyusunan atau penambahan larutan nutrisi, sangat penting untuk keberhasilan tanaman hidroponik. Penelitian dilakukan untuk mengevaluasi perilaku selada "Americana" di bawah peningkatan tingkat stres garam (0.2-kontrol; 1.2; 2.2; 3.2; 4.2; dan 5.2 dS/m), pengisian evapotranspirasi dengan air payau di percobaan I dan pasokan air (0.2 dS/m) dalam percobaan II, baik yang digunakan dalam penyusunan larutan nutrisi. Kedua percobaan disusun dalam rancangan acak, dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Percobaan I mengalami pengurangan masing-masing 15.22, 12.67, dan 5.6% air per unit kenaikan EC. Dalam percobaan II, pengurangan masing-masing 8.01, 6.90, dan 8.14% yang diamati untuk variabel yang sama. Dalam percobaan I dan II, penurunan konsumsi air adalah linier karena peningkatan salinitas, dengan pengurangan masing-masing 8.83% dan 5.63% untuk setiap peningkatan unit konduktivitas listrik air ketika evapotranspirasi yang diisi ulang menggunakan air payau dan air larutan nutrisi (Soares *et al.* 2015).

3 METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Pengumpulan data penelitian dilakukan selama 54 hari, yaitu mulai 15 November 2016 sampai 7 Januari 2017. Penelitian ini dilaksanakan di salah satu rumah tanaman di *Agribusiness Development Station (ADS)* Institut Pertanian Bogor yang terletak pada koordinat 6°32'54.2" LS - 106°43'57.2" BT.

Sistem Hidroponik

Sistem hidroponik yang diamati pada penelitian ini adalah teknologi hidroponik sistem terapung (THST) yang menggunakan kolam besar dengan dimensi 30 m x 3 m x 0.6 m yang berada dalam rumah tanaman (*greenhouse*). *Greenhouse* pada lokasi penelitian ini ber dinding kasa 20 mesh dan beratap UV plastik dengan ketebalan 0.02 mm. Sebagai panel tanamnya, digunakan *styrofoam* dengan ketebalan 4 cm dan ukuran panel 40 x 60 cm yang diapungkan pada kolam hidroponik yang berisi larutan nutrisi. Lubang tanam dibuat dengan diameter 2.5 cm (volume 20 cm³) dengan jarak antar pusat lubang tanam 12.5 cm, sehingga total lubang tanam per panel adalah 15. Jenis tanaman yang digunakan dalam penelitian

ini adalah selada. Kolam budidaya THST pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Kolam teknologi hidroponik sistem terapung

Larutan hara yang digunakan pada teknologi hidroponik sistem terapung ini adalah AB mix dengan stok A yang terdiri atas: KNO_3 , $Ca(NO_3)_2$, FeEDTA; dan larutan hara stok B: KNO_3 , K_2SO_4 , KH_2PO_4 , $MgSO_4$, $MnSO_4$, $CuSO_4$, $(NH_4)_2SO_4$, Na_2HBO_3 , $ZnSO_4$ dan Na_2MoO_4 . Komposisi hara yang digunakan adalah sebagai berikut (ppm): $Ca^{++}177$, $Mg^{++} 24$, $K^+ 210$, $NH_4^+ 25$, $NO_3^- 233$, $SO_4^{=} 113$, $PO_4^{=} 60$, Fe 2.14, B 1.2, Zn 0.26, Cu 0.048, Mn 0.18, dan Mo 0.046.

Pada sistem hidroponik yang diamati dalam penelitian ini, yaitu THST, tidak dilakukan sirkulasi/pengadukan dan penambahan air selama periode tanam. Air larutan nutrisi dalam kolam hanya didiamkan saja selama masa tanam. Pada umumnya air yang berada dalam kolam hidroponik sistem terapung digunakan selama ± 4 bulan tanpa ada penambahan air. Kemudian air larutan nutrisi pada kolam tersebut baru dibuang dan diganti setelah pemakaian selama ± 4 bulan tersebut. Hal inilah yang dapat menyebabkan tinggi muka air pada kolam hidroponik terus menerus menurun dan konsentrasi larutan nutrisi akan terus meningkat.

Prosedur Penelitian

Analisis Laju Konsumsi Air Tanaman

Pada umumnya pola budidaya sayuran dengan teknologi hidroponik sistem terapung adalah penyemaian bibit yang dilakukan di luar kolam dengan media *rockwool* selama ± 7 hari, kemudian bibit sayuran dipindahkan ke kolam hidroponik dengan media apung adalah *styrofoam* untuk selanjutnya dibudidayakan. Satu periode masa tanam sayuran selada adalah selama ± 40 hari hingga panen. Penanaman sayuran selada pada kolam hidroponik sistem terapung dilakukan setiap 14 hari sekali secara menerus. Hal ini berarti pada hari ke-14 pada periode penanaman pertama, dilakukan penanaman untuk periode kedua.

Pengamatan penurunan muka air ini dilakukan setiap hari. Tinggi muka air kolam hidroponik diukur menggunakan sensor *water level* ultrasonik yang dipasang di ujung kolam seperti yang ditampilkan pada Gambar 3. Sensor *water level* dilengkapi dengan *logger* untuk merekam data tinggi muka air setiap hari selama 54 hari setiap pukul 09.00 WIB.



Gambar 3 Sensor *water level* ultrasonik pada kolam hidroponik sistem terapung

Data tinggi muka air harian diinterpolasi menggunakan persamaan matematika yang menghasilkan ketepatan tinggi. Derivasi persamaan tersebut terhadap waktu menghasilkan persamaan laju konsumsi air yang dapat merepresentasikan laju evapotranspirasi aktual sebagaimana dinyatakan oleh Madjean *et al.* (2012).

Analisis Kebutuhan Air

Laju pemberian air yang tepat pada kolam hidroponik sistem terapung diperlukan untuk mempertahankan tinggi muka air atau mengkompensasi laju konsumsi air tanaman. Kebutuhan air dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = \frac{ET_c \cdot P \cdot L}{24} \tag{3}$$

Dimana, Q adalah debit kebutuhan air ($m^3/hari$), ET_c adalah laju evapotranspirasi aktual atau dalam hal ini adalah laju konsumsi air ($mm/hari$) pada kolam hidroponik, P adalah panjang kolam (m) yaitu 30 m, dan L adalah lebar kolam (m) yaitu 3 m.

Analisis Konsentrasi Air Teknologi Hidroponik Sistem Terapung

Analisis konsentrasi larutan nutrisi kolam hidroponik dilakukan dengan pengamatan nilai EC pada kolam hidroponik. Data EC larutan nutrisi diukur dengan menggunakan EC meter yang diukur setiap pukul 09.00 WIB. EC meter digunakan untuk mengukur konsentrasi larutan hara yaitu mengukur kelancaran pengantaran listrik antara katoda positif dan anoda negatif. Satuan EC dalam mS/cm . EC tersebut menggambarkan kemampuan konsentrasi air dalam daya hantar listrik. Elektrokonduktivitas atau daya hantar listrik merupakan kepekatan unsur hara dalam larutan. Semakin pekat larutan maka semakin besar pengantaran aliran listrik

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

dari kation (+) dan anion (-) ke anoda dan katoda EC meter sehingga EC semakin tinggi.

Data EC dihubungkan dengan volume air pada kolam hidroponik sistem terapung setiap harinya. Dengan grafik hubungan tersebut, diperoleh persamaan hubungan antara EC dan volume air pada kolam untuk mengetahui fluktuasi konsentrasi larutan nutrisi selama masa tanam. Dengan demikian, pengaruh penurunan volume air terhadap konsentrasi air dapat diketahui.

Analisis Laju Evapotranspirasi Acuan (ET₀)

Nilai evapotranspirasi acuan (ET₀) dihitung berdasarkan data temperatur dan kelembaban udara di lokasi penelitian. Data klimatologi diperoleh dari stasiun setempat, yaitu Stasiun Darmaga milik Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Perhitungan ET₀ mengikuti model Hargreaves berikut (Allen *et al.* 2006):

$$ET_0 = 0.000939 (T_{rata-rata} + 17.8) (T_{maks} - T_{min})^{0.5} Ra \quad (4)$$

Dimana, ET₀ adalah evapotranspirasi acuan (mm/hari), Ra adalah radiasi ekstraterestrial (MJ m⁻² h⁻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). Nilai Ra didapatkan dari persamaan-persamaan berikut (Allen *et al.* 2006):

$$Ra = 37.6 d_r [\omega_s \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega_s)] \quad (5)$$

$$d_r = 1 + 0.033 \cos(0.0172J) \quad (6)$$

$$\omega_s = \arccos[-\tan(\varphi) \tan(\delta)] \quad (7)$$

$$\varphi = \dots \quad (8)$$

$$\delta = 0.409 \sin(0.0172J - 1.39) \quad (9)$$

Dimana, J adalah urutan hari sesuai dengan kalender Julian, L adalah posisi lintang (Lintang Utara diberi tanda positif dan Lintang Selatan diberi tanda negatif), d_r adalah jarak relatif bumi dan matahari, ω_s adalah sudut jam matahari, φ adalah posisi lintang dalam radian, dan δ adalah sudut deklinasi matahari.

Untuk mendapatkan besarnya laju evapotranspirasi acuan (ET₀), dilakukan derivasi dari persamaan nilai akumulasi evapotranspirasi acuan (ET₀) harian yang dihitung selama hari pengamatan di lokasi.

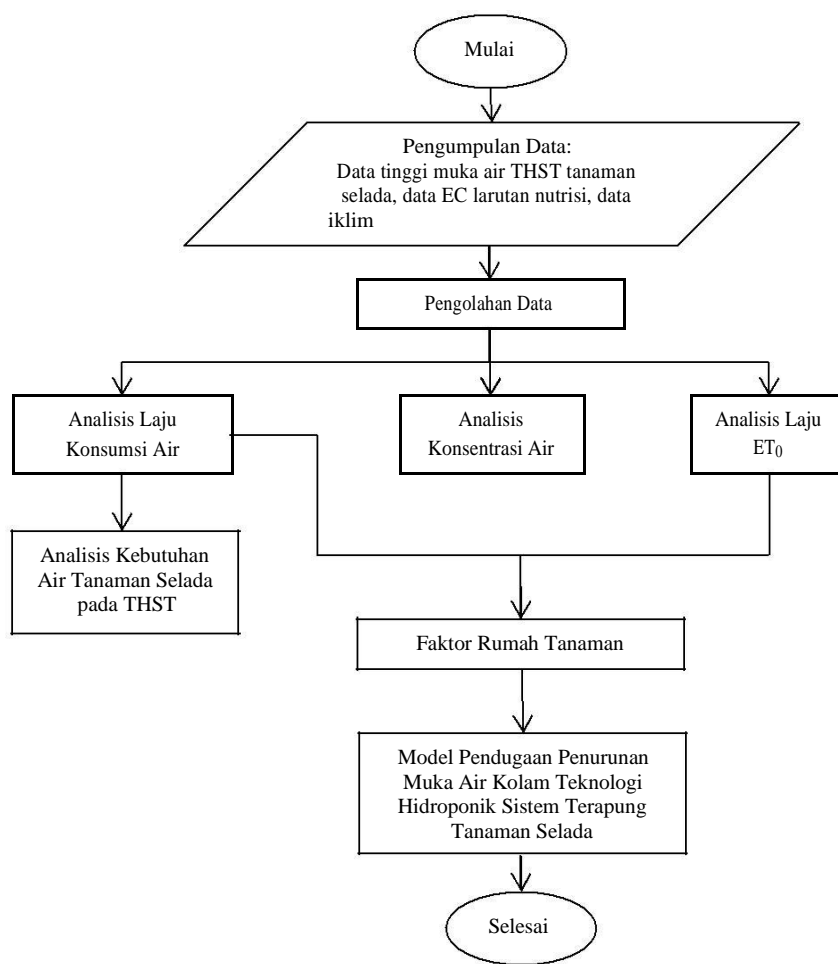
Dari hasil perhitungan nilai laju evapotranspirasi acuan (ET₀), diinterpolasi menggunakan persamaan matematika untuk menghasilkan hubungan antara evapotranspirasi acuan (ET₀) dengan laju konsumsi air tanaman. Persamaan matematika tersebut dapat digunakan untuk pendugaaan penurunan air pada teknologi hidroponik sistem terapung dalam rumah tanaman dengan data evapotranspirasi acuan (ET₀).

Faktor Rumah Tanaman (Iklim Mikro)

Dalam penelitian ini, faktor rumah tanaman (iklim mikro) adalah koefisien kebutuhan air tanaman dalam rumah tanaman (*greenhouse*). Faktor rumah tanaman digunakan untuk memperkirakan nilai laju konsumsi air dengan cara digunakan sebagai faktor pengali dari nilai evapotranspirasi potensial (ET_0). Faktor rumah tanaman tersebut diturunkan untuk tanaman selada yang digunakan dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan faktor rumah tanaman dan selanjutnya dibandingkan dengan nilai Kc tanaman selada sesuai literatur dan penelitian terdahulu. Perhitungan faktor rumah tanaman mengikuti persamaan Kc secara umum (Allen *et al.* 2006) yaitu:

$$\text{Faktor rumah tanaman} = \frac{\text{Kc tanaman selada}}{\text{Kc referensi}} \quad (10)$$

Prosedur penelitian ini secara lengkap disajikan seperti pada Gambar 4:



Gambar 4 Diagram alir penelitian

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Konsumsi dan Kebutuhan Air Tanaman

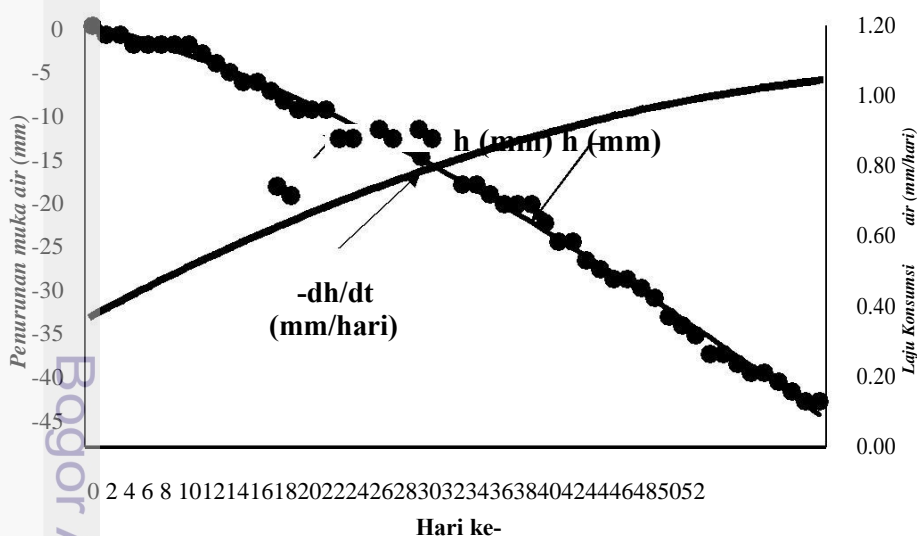
Penurunan muka air kolam hidroponik sistem terapung selama masa tanam disajikan pada Tabel 1. Selama masa budidaya, tinggi muka air dari dasar kolam terus menerus menurun. Dimana, penurunannya semakin besar seiring dengan pertumbuhan tanaman. Pada awal periode tanam, penurunan muka air terjadi sekitar 0 - 1 mm, dan pada hari mendekati masa panen penurunan muka air dapat terjadi sebesar 2 mm. Rata-rata penurunannya sebesar 0.74 mm/hari dengan total kehilangan air selama 54 hari sebesar 40 mm atau setara 3.6 m³ untuk luas kolam dengan panjang 30 m dan lebar 3 m.

Tabel 1 Tinggi muka air kolam hidroponik

Hari Ke-	Tanggal	Tinggi muka air (mm)
1	15-11-2016	444
6	20-11-2016	442
12	26-11-2016	438
18	02-12-2016	435
24	08-12-2016	431
30	14-12-2016	426
36	20-12-2016	421
42	26-12-2016	415
48	01-01-2017	408
54	07-01-2017	404

Gambar 5 menyajikan penurunan muka air dan lajunya yang dalam hal ini disebut sebagai laju konsumsi air. Dari kurva pada Gambar 5 penurunan muka air dapat diinterpolasi menggunakan persamaan polinomial orde 3 berbentuk:

$$h = 0.00005 t^3 - 0.01037 t^2 - 0.37625 t ; \text{ dengan } R^2 = 0.998 \quad (11)$$



Gambar 5 Penurunan muka air dan laju konsumsi air tanaman

Dimana, h adalah tinggi muka air dari dasar kolam (mm), dan t adalah waktu (hari). Persamaan polinomial orde 3 tersebut terbentuk karena kecenderungannya menghubungkan *trendline* titik-titik data penurunan muka air berdasarkan pengukuran.

Hasil pengukuran dan perhitungan tinggi muka air menggunakan persamaan (11) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Perbandingan penurunan muka air hasil pengukuran dan perhitungan

Hari Ke-	Tanggal	Hasil Pengukuran (mm)	Hasil Perhitungan (mm)
1	15-11-2016	0	0
6	20-11-2016	-2	-2.13
12	26-11-2016	-6	-5.33
18	02-12-2016	-9	-9.14
24	08-12-2016	-13	-13.52
30	14-12-2016	-18	-18.38
36	20-12-2016	-23	-23.67
42	26-12-2016	-29	-29.32
48	01-01-2017	-36	-35.27
54	07-01-2017	-40	-41.43

Berdasarkan Tabel 2, penurunan muka air hasil pengukuran tidak jauh berbeda dengan penurunan muka air hasil perhitungan dengan pendekatan persamaan polinomial orde 3. Dengan metode RMSE, diperoleh nilai 0.691 untuk perbedaan antara data pengukuran dengan perhitungan.

Analisis laju konsumsi air diperoleh dengan melakukan derivasi terhadap Persamaan (11) sehingga diperoleh persamaan polinomial orde 2 sebagai berikut:

$$-dh/dt = - 0.00015 t^2 - 0.02074 t - 0.37625 \tag{12}$$

Dimana, $-dh/dt$ adalah laju konsumsi air (mm/hari). Konsumsi air adalah negasi laju penurunan tinggi muka air ($-dh/dt$).

Pada saat pengamatan di lapangan, bagian kolam yang ditanami selada adalah setengah dari luasan kolam (50%). Oleh karena itu, diperlukan faktor koreksi dengan mengalikan 2 pada hasil perhitungan laju konsumsi tanaman menggunakan Persamaan (12). Tabel 3 menyajikan laju konsumsi air dan kebutuhan air bagi tanaman selada pada hari-hari pengamatan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Tabel 3 Laju konsumsi dan kebutuhan air tanaman

Hari Ke-	Tanggal	Laju konsumsi air (mm/hari)	Laju Kebutuhan Air (liter/hari/m ²)
1	15-11-2016	0.75	0.76
6	20-11-2016	0.95	0.96
12	26-11-2016	1.17	1.18
18	02-12-2016	1.37	1.38
24	08-12-2016	1.54	1.54
30	14-12-2016	1.70	1.70
36	20-12-2016	1.83	1.84
42	26-12-2016	1.94	1.94
48	01-01-2017	2.02	2.02
54	07-01-2017	2.09	2.09

Laju konsumsi air pada awalnya sebesar 0,75 mm/hari dan terus semakin membesar seiring pertumbuhan tanaman dan mencapai 2,09 mm/hari menjelang panen. Laju konsumsi air terus meningkat dan mencapai puncak selama tanaman berbunga dan berbuah sebagaimana dilaporkan juga oleh Grewal *et al.* (2011). Nilai konsumsi air selada hasil penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan hasil penelitian oleh Shih dan Rahi., (1984) dimana EC harian selada yang dilakukan dengan sistem tanam konvensional rata-rata bervariasi dari 2,0 sampai 3,4 mm/hari.

Hasil perhitungan pada Tabel 3 Laju konsumsi dan kebutuhan air tanaman dapat dijadikan sebagai acuan atau referensi penentuan laju pemberian air agar muka air kolam hidroponik sistem terapung dapat dipertahankan selama masa budidaya. Total kebutuhan air selama masa tanam selada pada kolam hidroponik sistem terapung seluas 90 m² adalah sebesar 7.59 m³.

Konsentrasi Larutan Nutrisi Hidroponik

Selama masa tanam, nilai EC larutan hara pada kolam hidroponik sistem terapung tanaman selada diukur untuk mengetahui perubahan konsentrasi larutan nutrisi terhadap perubahan volume air kolam. menunjukkan hasil pengukuran EC selama hari pengamatan.

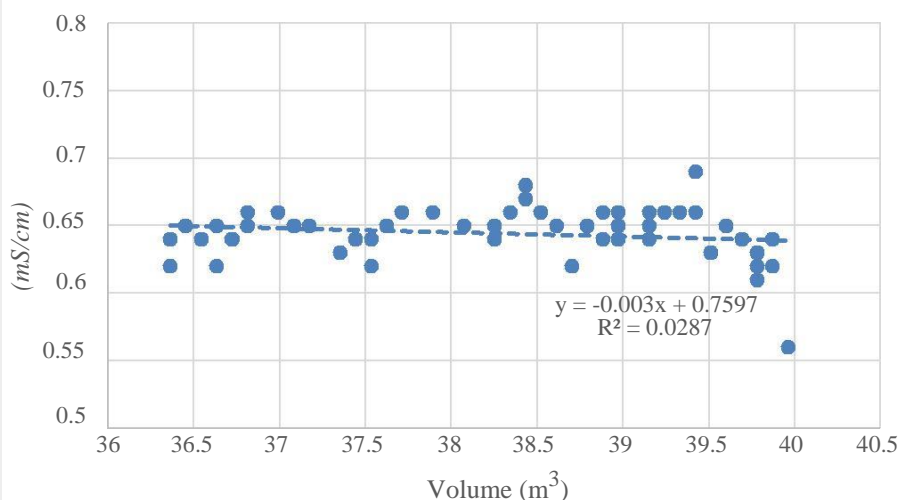
Nilai EC larutan nutrisi pada kolam hidroponik sistem terapung mengalami fluktuasi selama masa tanam. Gambar 6 menunjukkan hubungan antara volume air kolam dan EC selama masa tanam.

Menurut Neto *et al.* (2005) dalam Cometti *et al.* (2013), EC bergantung pada suhu larutan nutrisi. Jika suhu meningkat, resistansi larutan akan menurun seiring dengan berjalannya arus listrik, sehingga meningkatkan konduktivitas. Konduktivitas listrik yang tinggi dari larutan nutrisi dapat menurunkan kemungkinan penyerapan air oleh tanaman dan mengurangi fotosintesis (Cometti *et al.* 2013).

Tabel 4 Konsentrasi larutan nutrisi pada kolam hidroponik

Hari Ke-	Tanggal	EC (mS/cm)
1	15-11-2016	0.56
6	20-11-2016	0.62
12	26-11-2016	0.66
18	02-12-2016	0.64
24	08-12-2016	0.65
30	14-12-2016	0.66
36	20-12-2016	0.66
42	26-12-2016	0.63
48	01-01-2017	0.64
54	07-01-2017	0.62

Dari Gambar 6 terlihat bahwa dengan berkurangnya volume air pada kolam hidroponik sistem terapung, konsentrasi larutan nutrisi relatif konstan dan tidak mengalami perubahan yang signifikan selama 2 periode masa tanam. Hal ini menunjukkan bahwa larutan hara pada kolam yang hanya diendapkan saja tanpa adanya proses sirkulasi dan penambahan air selama masa tanam tidak berpengaruh terhadap peningkatan konsentrasi larutan hara.



Gambar 6 Hubungan volume air dan EC pada kolam hidroponik

Dari hasil penelitian ini, rata-rata EC larutan nutrisi hidroponik berada pada nilai 0.64 mS/cm dengan standar deviasi 0.02. Menurut Susila (2015), kisaran konsentrasi optimum untuk tanaman selada dalam teknologi hidroponik sistem terapung adalah antara 0.515 – 0.550 mS/cm. Nilai EC rata-rata sebesar 0.64 mS/cm tersebut setara dengan nilai TDS 320 ppm. Sementara nilai EC optimum sebesar 0.550 mS/cm setara dengan TDS 275 ppm. Hal ini berarti diperlukan penambahan air pada larutan hara yang berada dalam kolam THST agar TDS larutan hara mencapai nilai yang optimum. Dari hasil analisis, diperoleh hasil sebesar 5.47 m³ air yang harus ditambahkan atau setara dengan 61 mm air untuk kolam seluas 90 m² untuk mempertahankan konsentrasi larutan nutrisi berada dalam kisaran optimum yang disarankan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Laju Evapotranspirasi Acuan (ET_0)

Evapotranspirasi acuan umumnya diidentifikasi sebagai ET_0 (*reference evapotranspiration*). Nilai ET_0 dapat diestimasi dengan menggunakan persamaan FAO Penman-Monteith. Persamaan ET_0 tersebut membutuhkan data meteorologi yang terdiri dari data temperatur udara, kelembaban relatif udara, kecepatan angin, dan radiasi matahari. Pada penelitian ini, data meteorologi tersebut tidak didapat secara lengkap dari stasiun iklim setempat. Oleh karena itu, nilai ET_0 pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan persamaan Hargreaves yang disarankan oleh Allen *et al.* (2006) untuk mengatasi permasalahan karena keterbatasan data yang tersedia.

Nilai evapotranspirasi aktual yang terjadi pada penelitian ini adalah gabungan dari nilai evaporasi dan transpirasi. Pengaruh kedua proses tersebut tidak dipisahkan dalam analisis perhitungan karena kedua proses tersebut terjadi secara bersamaan dan belum ada cara yang mudah untuk membedakannya (Allen *et al.* 2006). Hasil perhitungan evapotranspirasi acuan (ET_0) selama hari penelitian disajikan dalam Tabel 5.

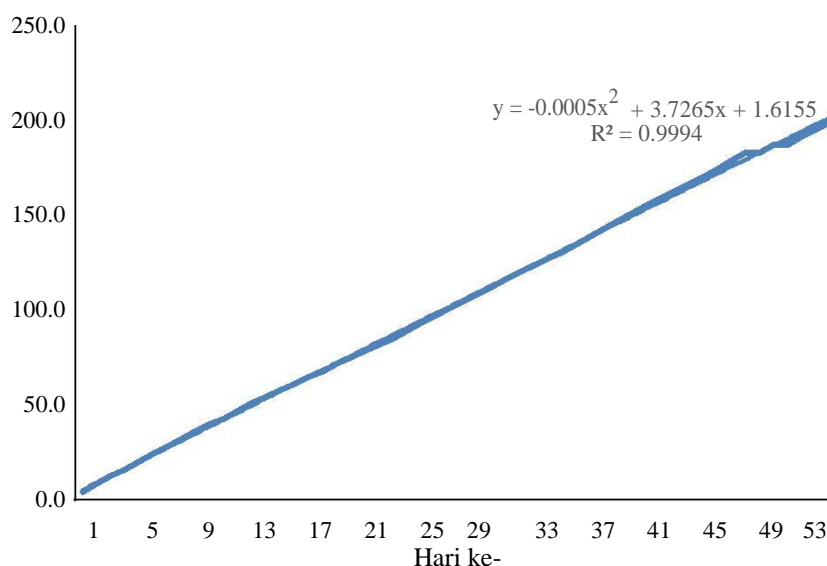
Tabel 5 Hasil analisis evapotranspirasi acuan (ET_0)

Tanggal	Suhu Min (°C)	Suhu Maks (°C)	Suhu Rata-rata (°C)	d_r	ϕ	δ	ω_s	R_a (MJ m ⁻² h ⁻¹)	ET_0 (mm/hari)
15-11-2016	22.5	31.7	25.9	1.023	0.114	-0.338	1.530	33.813	4.209
20-11-2016	23	32	26.7	1.025	0.114	-0.356	1.528	33.518	4.202
26-11-2016	22.5	31.2	25	1.027	0.114	-0.375	1.526	33.209	3.937
02-12-2016	24	29.6	25.4	1.029	0.114	-0.390	1.524	32.961	3.164
08-12-2016	23	32.4	26.5	1.031	0.114	-0.401	1.522	32.784	4.181
14-12-2016	23.5	31.6	26.1	1.032	0.114	-0.407	1.521	32.684	3.835
20-12-2016	23.5	32.6	27	1.032	0.114	-0.409	1.521	32.665	4.145
26-12-2016	23.4	31.6	27.2	1.033	0.114	-0.407	1.521	32.729	3.960
01-01-2017	23.2	33.4	27.7	1.033	0.114	-0.401	1.522	32.852	4.483
07-01-2017	23.8	31.6	27.1	1.033	0.114	-0.391	1.524	33.064	3.893

Berdasarkan Tabel 5 hasil analisis evapotranspirasi acuan (ET_0) pada lokasi penelitian dengan menggunakan data klimatologi yang diperoleh dari Stasiun Darmaga milik BMKG didapatkan bahwa nilai ET_0 harian maksimum yang terjadi adalah sebesar 4.483 mm/hari, dan minimum adalah sebesar 3.164 mm/hari. Nilai ET_0 rata-rata selama penelitian ini berlangsung adalah 3.829 mm/hari. Akumulasi nilai ET_0 ditampilkan seperti pada Gambar 7.

Untuk mengetahui nilai evapotranspirasi aktual (ET_c) tanaman selada, ET_0 rata-rata pada lokasi penelitian harus dikalikan dengan nilai Kc. Allen *et al.*, (1998) menyatakan bahwa nilai Kc untuk tanaman selada pada awal tanam adalah 0,7, pada pertengahan adalah 1,00, dan pada akhir masa tanam adalah sebesar 0,95. Dari hasil perkalian tersebut, diperoleh nilai ET_c tanaman selada pada awal masa tanam adalah sebesar 2,68 mm/hari, pada pertengahan masa tanam adalah sebesar 3,83 mm/hari, dan pada akhir masa tanam adalah sebesar 3,64 mm/hari. Nilai ET_c tersebut lebih tinggi bila dibandingkan dengan nilai maksimum laju konsumsi air tanaman selada pada teknologi hidroponik sistem terapung dalam rumah tanaman yang sebesar 2,09.

Kurva akumulasi ET₀ harian menggambarkan persamaan polinomial orde 2 yang berbentuk $y = -0.0005x^2 + 3.7265x + 1.6155$; dengan $R^2 = 0.9994$. Dengan derivasi dari persamaan polinomial orde 2 tersebut, maka persamaan untuk mengetahui laju evapotranspirasi pada lokasi penelitian berbentuk $y = -0.001x + 3.7265$. Dengan persamaan laju evapotranspirasi tersebut, maka diperoleh nilai laju ET₀ minimum pada lokasi penelitian adalah sebesar 3.67 mm/hari dan maksimum sebesar 3.72 mm/hari.



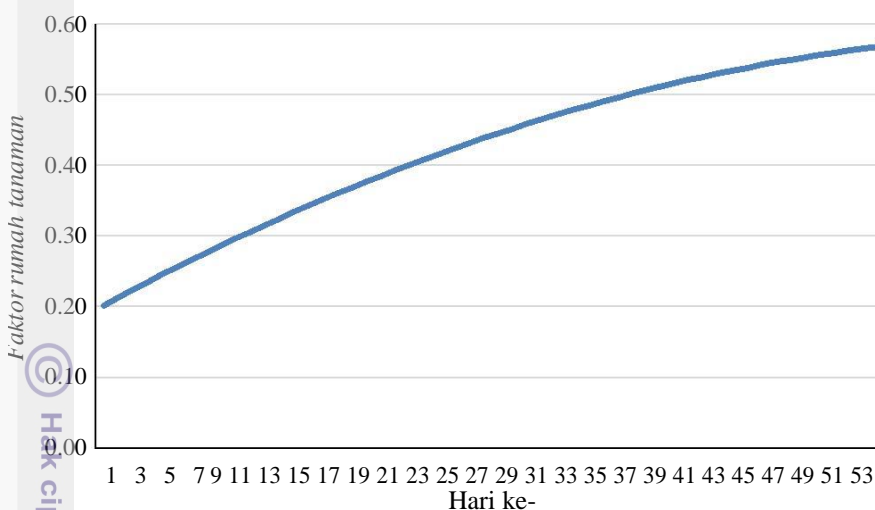
Gambar 7 Akumulasi Evapotranspirasi acuan (ET₀)

Nilai laju ET₀ hasil perhitungan ini digunakan sebagai perbandingan terhadap laju evapotranspirasi aktual (ET_c) atau dalam hal ini adalah laju konsumsi air tanaman selada pada kolam hidroponik sistem terapung yang berada dalam rumah tanaman (*greenhouse*).

Dari hasil penelitian ini, laju konsumsi air tanaman selada sebesar 2.09 mm/hari menunjukkan nilai yang lebih rendah dari laju evapotranspirasi acuan (ET₀) minimum yang sebesar 3.67 mm/hari. Menurut Pelesco dan Alagao (2014), laju konsumsi air termasuk lebih tinggi dibandingkan dengan evapotranspirasi acuan. Pernyataan tersebut tidak sesuai dengan hasil penelitian ini. Pada penelitian ini, tanaman selada dibudidayakan dengan teknologi hidroponik sistem terapung dalam rumah tanaman, dimana permukaan kolam hidroponik tertutup oleh *styrofoam*. Permukaan air pada kolam yang tertutup tersebut akan memperkecil bahkan meniadakan komponen evaporasi atau penguapan air bebas, sehingga penguapan yang terjadi hanya berasal dari komponen transpirasi. Hal inilah yang menyebabkan laju konsumsi air tanaman selada pada teknologi hidroponik sistem terapung dalam rumah tanaman mempunyai nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai hasil perhitungan ET_c dan bila dibandingkan dengan nilai konsumsi air selada hasil penelitian penelitian oleh Shih dan Rahi (1984).

Faktor Rumah Tanaman

Dari penelitian ini, hasil perhitungan nilai faktor rumah tanaman direpresentasikan seperti pada Gambar 8. Dari Gambar 8, terlihat bahwa nilai faktor rumah tanaman terus meningkat dari awal masa tanam hingga akhir masa tanam.



Gambar 8 Faktor rumah tanaman

Pada awal masa tanam nilai faktor rumah tanaman adalah 0.2, pada pertengahan masa tanam nilai faktor rumah tanaman adalah 0.44, dan pada akhir masa tanam nilai faktor rumah tanaman adalah 0.57. Nilai faktor rumah tanaman hasil penelitian ini berbeda dengan nilai Kc berdasarkan Allen *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa nilai Kc selada pada awal tanam adalah 0.75, pada pertengahan adalah 1.00, dan pada akhir masa tanam adalah sebesar 0.95.

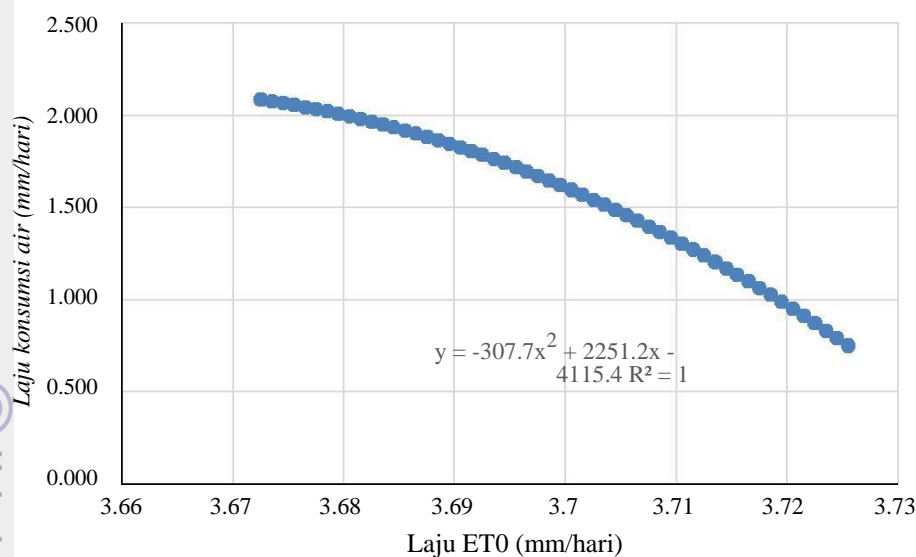
Perbedaan nilai yang cukup besar antara faktor rumah tanaman dan nilai Kc tanaman selada tersebut disebabkan oleh kondisi iklim mikro. Komponen iklim mikro menurut model Hargreaves (Allen *et al.* 2006) terdiri dari suhu minimum, suhu maksimum, suhu rata-rata, dan radiasi. Suhu minimum, maksimum, dan rata-rata di dalam rumah tanaman (*greenhouse*) lebih kecil dari suhu luar atau suhu udara ambien. Perbedaan kondisi ini juga terjadi pada radiasi yang mana radiasi di dalam rumah tanaman lebih kecil dari pada radiasi di luar rumah tanaman atau R_s (*global radiation*).

Pendugaan Penurunan Muka Air

Setelah diketahui laju konsumsi air tanaman selada dalam teknologi hidroponik sistem terapung dan laju evapotranspirasi acuan (ET_0) selama hari pengamatan, maka dapat ditarik persamaan untuk menduga berapa penurunan muka air kolam hidroponik menggunakan data ET_0 yang tersedia. Gambar 9 menyajikan hubungan antara laju konsumsi air dengan laju ET_0 .

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 9 Hubungan laju ET₀ dan laju konsumsi air tanaman

Pendugaan penurunan muka air pada kolam hidroponik dengan data ET₀ dapat didekati menggunakan persamaan polinomial orde 2 yang berbentuk:

$$y = -307.7 x^2 + 2251.2 x - 4115.4 \tag{13}$$

Dimana y adalah penurunan muka air kolam hidroponik sistem terapung (mm) dan x adalah evapotranspirasi acuan (mm).

5 SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Konsumsi air selada yang dibudidayakan menggunakan teknologi hidroponik sistem terapung dianalisis dari proses penurunan muka air. Dimana, pada awalnya tinggi muka air dari dasar kolam sebesar 444 mm dan menurun mencapai 404 mm pada hari ke-54 dengan jumlah volume air total sebesar 3.6 m³. Penurunan muka air dapat dihitung dengan $h = 0.00005 t^3 - 0.01037 t^2 - 0.37625 t$ dan didapatkan laju terendah sebesar 0.75 mm/hari pada awal tanam dan tertinggi sebesar 2.09 mm/hari menjelang akhir tanam.
2. Agar muka air kolam hidroponik sistem terapung ini tetap stabil selama masa tanam selada, diperlukan laju pemberian air berkisar dari 0,76 liter/hari/m² sampai 2.09 liter/hari/m² dan persediaan air selama masa tanam (54 hari) sebesar 7.59 m³ per 90 m² luasan tanam.
3. Dengan berkurangnya volume air pada kolam hidroponik sistem terapung, konsentrasi larutan nutrisi relatif konstan dan tidak mengalami perubahan yang



signifikan selama 2 periode masa tanam. Rata-rata EC larutan nutrisi hidroponik berada pada nilai 0.64 mS/cm dengan standar deviasi 0.02.

4. Pendugaan penurunan muka air pada kolam hidroponik dengan data ET_0 dapat didekati menggunakan persamaan polinomial orde 2 yaitu: $y = -307.7x^2 + 2251.2x - 4115.4$.

Saran

Laju pemberian air untuk tanaman selada pada teknologi hidroponik sistem terapung sebaiknya dilakukan sesuai dengan hasil perhitungan yang telah didapatkan untuk menjaga muka air dan konsentrasi larutan nutrisi tetap berada pada tingkat yang optimum.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural

DAFTAR PUSTAKA

- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M. 2006. *FAO irrigation and drainage paper no. 56: crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements)*. Rome (IT): FAO of UN.64.
- Cometti NN, Bremerkamp DM, Galon K, Hell LR, Zanotelli MF. 2013. Cooling and concentration of nutrient solution in hydroponic lettuce crop. *Horticultura Brasileira*. 31: 287-292. doi: 10.1590/S0102-05362013000200018
- Falloyo C, Roupael Y, Rea E, Battistelli A, Colla G. 2009. Nutrient solution concentration and growing season affect yield and quality of *Lactuca sativa* L. var. *acephala* in floating raft culture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 89(10): 1682-1689. doi: 10.1002/jsfa.3641.
- Frezza D, León A, Logegaray V, Chiesa A, Desimone M, Diaz L. 2005. Soilless culture technology for high quality lettuce. *Acta Horticulturae*. 697: 43-48.
- Gonzales JA, Maruo T, Shinohara Y. 2010. Uptake ability of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) grown using nutrient film technique (NFT) by ascending nutrient concentration method. *J. ISSAAS*. 16: 31-39.
- Grewal HS, Maheshwari B, Parks SE. 2011. Water and nutrient use efficiency of a low-cost hydroponic greenhouse for a cucumber crop: An Australian case study. *Agricultural Water Management*. 98(5): 841-846. doi: 10.1016/j.agwat.2010.12.010.
- Hussain A, Iqbal K, Aziem S, Mahato P, Negi A. 2014. A Review On The Science Of Growing Crops Without Soil (Soilless Culture)-A Novel Alternative For Growing Crops. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 7(11): 833-842.
- Indrawati R, Indradewa D, Utami SNH. 2012. Pengaruh Komposisi Media dan Kadar Nutrisi Hidroponik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Vegetalika*. 1(3): 109-119.
- Macleon H, Dochain D, Waters G, Stasiak M, Dixon M, Van Der Straeten D. 2012. A Simple Mass Balance Model for Lettuce-the Water Balance. *IFAC Proceedings Volumes*. 45(16): 1442-1447.
- Mahjoor F, Ghaemi AA, Golabi MH. 2016. Interaction effects of water salinity and hydroponic growth medium on eggplant yield, water-use efficiency, and evapotranspiration. *International Soil and Water Conservation Research*. 4(2): 99-107. doi: 10.1016/j.iswcr.2016.04.001.
- Pelesco VA, Alagao FB. 2014. Evapotranspiration Rate of Lettuce (*Lactuca sativa* L., Asteraceae) in a Non-Circulating Hydroponics System. *Journal of Society and Technology*. 4(1): 1-6.
- Scuderi D, Restuccia C, Chisari M, Barbagallo RN, Caggia C, Giuffrida F. 2011. Salinity of nutrient solution influences the shelf-life of fresh-cut lettuce grown in floating system. *Postharvest biology and technology*. 59(2): 132-137. doi: 10.1016/j.postharvbio.2010.08.016.
- Shih SF, Rahi GS. 1984. Evapotranspiration of lettuce in relation to water table depth. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 27(4): 1074-1080. doi: 10.13031/2013.32924.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak Cipta Milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Silva L, Gasca-Leyva E, Escalante E, Fitzsimmons KM, Lozano DV. 2015. Evaluation of Biomass Yield and Water Treatment in Two Aquaponic Systems Using the Dynamic Root Floating Technique (DRF). *Sustainability*. 7(11): 15384-15399. doi: 10.3390/su71115384.
- Soares HR, Silva ÊFdf, Silva GFd, Pedrosa EM, Rolim MM, Santos AN. 2015. Lettuce growth and water consumption in NFT hydroponic system using brackish water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 19(7): 636-642. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v19n7p636-642.
- Suprijadi S, Nuraini N, Yusuf M. 2011. Sistem kontrol nutrisi hidroponik dengan menggunakan logika fuzzy. *Jurnal Otomasi, Kontrol, dan Instrumentasi*. 1(1): 31-35.
- Susila AD. 2015. Teknologi hidroponik sistem terapung. *Sirkuler*.(5): 1-5.
- Susila AD, Koerniawati Y. 2004. Pengaruh volume dan jenis media tanam pada pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa*) dalam teknologi hidroponik sistem terapung. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*. 32(3): 16-21.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

LAMPIRAN

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural I



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 1 Foto selada penelitian



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2 Data pengukuran muka air kolam hidroponik sistem terapung

No	Tanggal	Jam	Tinggi muka air (mm)	No	Tanggal	Jam	Tinggi muka air (mm)
0	15-Nov-16	08:50	444	27	12-Dec-16	09:05	427
1	16-Nov-16	09:07	443	28	13-Dec-16	09:06	427
2	17-Nov-16	09:00	443	29	14-Dec-16	08:45	426
3	18-Nov-16	09:03	442	30	15-Dec-16	09:00	425
4	19-Nov-16	09:12	442	31	16-Dec-16	09:10	425
5	20-Nov-16	09:00	442	32	17-Dec-16	09:05	425
6	21-Nov-16	08:55	442	33	18-Dec-16	09:00	423
7	22-Nov-16	08:54	442	34	19-Dec-16	09:00	421
8	23-Nov-16	09:02	441	35	20-Dec-16	08:50	421
9	24-Nov-16	09:00	440	36	21-Dec-16	09:00	419
10	25-Nov-16	09:00	439	37	22-Dec-16	08:55	418
11	26-Nov-16	09:10	438	38	23-Dec-16	08:57	417
12	27-Nov-16	09:00	438	39	24-Dec-16	09:00	417
13	28-Nov-16	09:00	437	40	25-Dec-16	09:00	416
14	29-Nov-16	08:55	436	41	26-Dec-16	09:05	415
15	30-Nov-16	09:02	435	42	27-Dec-16	09:10	413
16	01-Dec-16	09:10	435	43	28-Dec-16	08:55	412
17	02-Dec-16	08:57	435	44	29-Dec-16	09:00	411
18	03-Dec-16	09:00	433	45	30-Dec-16	08:50	409
19	04-Dec-16	09:01	433	46	31-Dec-16	09:02	409
20	05-Dec-16	08:59	433	47	01-Jan-17	09:07	408
21	06-Dec-16	09:04	432	48	02-Jan-17	08:58	407
22	07-Dec-16	08:50	432	49	03-Jan-17	09:00	407
23	08-Dec-16	08:55	431	50	04-Jan-17	09:00	406
24	09-Dec-16	09:00	430	51	05-Jan-17	09:00	405
25	10-Dec-16	09:15	429	52	06-Jan-17	08:55	404
26	11-Dec-16	09:00	428	53	07-Jan-17	09:03	404

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 3 Data pengukuran EC kolam hidroponik

No	Tanggal	Jam	EC	No	Tanggal	Jam	EC
1	15-Nov-16	09:20	0.56	28	12-Dec-16	09:07	0.68
2	16-Nov-16	09:07	0.62	29	13-Dec-16	09:10	0.67
3	17-Nov-16	09:10	0.64	30	14-Dec-16	09:15	0.66
4	18-Nov-16	09:15	0.62	31	15-Dec-16	09:07	0.65
5	19-Nov-16	09:07	0.62	32	16-Dec-16	09:00	0.64
6	20-Nov-16	09:00	0.62	33	17-Dec-16	09:02	0.65
7	21-Nov-16	09:02	0.63	34	18-Dec-16	09:11	0.65
8	22-Nov-16	09:11	0.61	35	19-Dec-16	09:11	0.66
9	23-Nov-16	09:11	0.64	36	20-Dec-16	09:03	0.66
10	24-Nov-16	09:03	0.65	37	21-Dec-16	09:06	0.66
11	25-Nov-16	09:06	0.63	38	22-Dec-16	09:00	0.65
12	26-Nov-16	09:00	0.66	39	23-Dec-16	09:05	0.64
13	27-Nov-16	09:05	0.69	40	24-Dec-16	08:50	0.62
14	28-Nov-16	09:20	0.66	41	25-Dec-16	09:10	0.64
15	29-Nov-16	09:07	0.66	42	26-Dec-16	09:05	0.63
16	30-Nov-16	09:10	0.65	43	27-Dec-16	09:15	0.65
17	01-Dec-16	09:15	0.66	44	28-Dec-16	09:11	0.65
18	02-Dec-16	09:07	0.64	45	29-Dec-16	09:05	0.66
19	03-Dec-16	09:00	0.65	46	30-Dec-16	09:07	0.66
20	04-Dec-16	09:02	0.66	47	31-Dec-16	09:10	0.65
21	05-Dec-16	09:11	0.64	48	01-Jan-17	09:08	0.64
22	06-Dec-16	09:11	0.66	49	02-Jan-17	09:12	0.65
23	07-Dec-16	09:03	0.64	50	03-Jan-17	09:07	0.62
24	08-Dec-16	09:06	0.65	51	04-Jan-17	09:10	0.64
25	09-Dec-16	09:00	0.62	52	05-Jan-17	09:10	0.65
26	10-Dec-16	09:05	0.65	53	06-Jan-17	09:10	0.64
27	11-Dec-16	09:20	0.66	54	07-Jan-17	09:15	0.62

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 4 Data iklim Stasiun Dramaga

Tanggal	Suhu min (°c)	Suhu maks (°c)	Suhu rata-rata (°c)	Kelembaban rata-rata (%)	Curah hujan (mm)	Lama penyinaran (jam)	Kecepatan angin rata-rata (knot)	Kecepatan angin terbesar (knot)
05/11/2016	22.5	31.7	25.9	88	3.5	2.8	4	11
06/11/2016	22.5	32.2	25.4	86	13.1	3.1	2	7
07/11/2016	22.5	31.6	26.8	83	39.5	6.1	3	6
08/11/2016	24.2	30.2	25.2	92	3.9	7.8	2	9
09/11/2016	22.5	33	25.9	85	1.4	2.2	2	9
10/11/2016	23	32	26.7	86	37.2	7.3	1	8
11/11/2016	23.5	30.4	25.7	91	9.9	4.6	1	8
12/11/2016	22.6	31	25.8	87	1.8	1	2	13
13/11/2016	23	31.2	25.7	88	33.1	3.9	3	12
14/11/2016	23.9	31.4	26.9	84	0.5	2.9	2	5
15/11/2016	24	29.2	26.2	86		2.1	2	6
16/11/2016	22.5	31.2	25	91	0.3	0	1	9
17/11/2016	23	31.6	26.4	89	12.7		1	9
18/11/2016	23.2	30	25.5	89	12.3	4.7	2	11
19/11/2016	23.4	29.4	25.9	89	14.1	0.6	1	4
20/11/2016	24.2	30.6				0	1	4
01/12/2016	23.5	29.5	26.7	82	0.5		2	7
02/12/2016	24	29.6	25.4	84		0.1	2	5
03/12/2016	23	31.4	26.7	80	6.8	0	4	12
04/12/2016	23	30	24.6	86	1.1	2	5	13
05/12/2016	23	29.3	24.7	86		0.5	2	4
06/12/2016	23.1	29.4	25.6	88	8.1	1.1	2	6
07/12/2016	24	30	26	89		1.9	2	4
08/12/2016	23	32.4	26.5	85	19.1	0	1	4
09/12/2016	22.8	31.4	26.7	83	0.3	7	4	11
10/12/2016	23.4	31.6	26.3	83		6.1	3	8
11/12/2016	22.8	30.7	25	87	0.8	6	2	8
12/12/2016	22.3	29.2	25.2	86	19.9		3	13
13/12/2016	23.1	31.4	26.7	80		2.8	2	8
14/12/2016	23.5	31.6	26.1	84		2.5	3	15
15/12/2016	21.6	31	25.3	83	10.3	4.6	5	11
16/12/2016	23	30.4	26.7	75	0.3	5.6	4	10
17/12/2016	25	30.7	26.6	80		3.1	3	6
18/12/2016	22.6	30.8	26.1	80	6.5	2.1	4	10
19/12/2016	23.5	29.8	26	83		6.5	3	9
20/12/2016	23.5	32.6	27	77	1.2	1.4	3	9

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tanggal	Suhu min (°c)	Suhu maks (°c)	Suhu rata-rata (°c)	Kelembaban rata-rata (%)	Curah hujan (mm)	Lama penyinaran (jam)	Kecepatan angin rata-rata (knot)	Kecepatan angin terbesar (knot)
21/12/2016	21	30.7	25.3	81		9	4	11
22/12/2016	22	32.6	25.6	82	0.3	6.7	3	14
23/12/2016	22.6	32	26.9	81	3.4	7	2	8
24/12/2016	23.2	31.5	26.9	82		6.7	1	5
25/12/2016	22.8	30.8	25.8	82		2.1	3	13
26/12/2016	23.4	31.6	27.2	75		0.6	3	10
27/12/2016	22.5	30	25.8	82	8	7.9	1	6
28/12/2016	23.1	31.4	26.6	80	0.1	2.1	2	9
29/12/2016	23	30.8	26.1	84	10.3	5.1	2	6
30/12/2016	22.2	30.4	24.9	90		4.6	1	7
31/12/2016	22.5	32.4	26.3	81	19.6	1.5	1	4
01/01/2017	23.2	33.4	27.7	75		7.6	1	6
02/01/2017	22.5		25.9	83		7.5	2	9
03/01/2017	22.6	32.2	27.8	74		6.6	3	13
04/01/2017	21.6		24.9	89	28.6	3.5	1	3
05/01/2017	21.5	29.8	26.1	87	2.6	0	2	7
06/01/2017	23.2	31.6	26.7	83	12.9	0.9	2	8
07/01/2017	23.8	31.6	27.1	77		5.8	2	9

Sumber: dataonline.bmkg.go.id

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Palembang pada tanggal 25 Juni 1993. Penulis merupakan putri kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Warnizal Husni dan Ibu Kurniati Zaini (Almh). Penulis bersekolah di SMA Negeri 5 Palembang dan lulus pada tahun 2010. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Selama mengikuti perkuliahan di S1, penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan Ikatan Mahasiswa Sipil (IMS) Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sebagai sekretaris. menjadi asisten pada Laboratorium Survei Pemetaan,

Penginderaan Jauh, dan GIS, dan asisten pada mata kuliah “Perancangan Geometrik Jalan”.

Penulis lulus sarjana pada tahun 2014 dengan skripsi berjudul “Analisis

Run-off Sebagai Dampak Perubahan Lahan Sekitar Pembangunan *Underpass*

Simpang Patal Palembang dengan Memnfaatkan Teknik GIS”. Pada tahun 2015 penulis diterima pada program Pascasarjana Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan IPB melalui program beasiswa PMDSU (Program Magister Menuju Doktor untuk Sarjana Unggul) Dikti. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan, penulis menyusun Tesis dengan judul “Analisis Laju Konsumsi Air Tanaman Selada pada Teknologi Hidroponik Sistem Terapung dalam Rumah Tanaman” di bawah bimbingan Prof Dr Ir Budi Indra Setiawan, MAgr dan Dr Ir M. Yanuar J. Purwanto, MS. Penulis telah menulis makalah berjudul Konsumsi dan Kebutuhan Air Selada pada Teknik Hidroponik Sistem Terapung yang diterbitkan di Jurnal Irigasi.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.