



PEMODELAN *PHYSICAL BASED* DAN ANALISIS *WATER FOOTPRINT* IRIGASI DENGAN *POCKET FERTIGATION* UNTUK TANAMAN MELON (*Cucumis melo* L.)

MILAH SHOFIYATI



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025

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



@Hak cipta milik IPB University

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



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pemodelan *Physical Based* dan Analisis *Water Footprint* Irigasi dengan *Pocket Fertigation* untuk Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen 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, Januari 2025

Milah Shofiyati
F4501222006



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

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
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.



RINGKASAN

Milah Shofiyati. Pemodelan *Physical Based* dan Analisis *Water Footprint* Irigasi dengan *Pocket Fertigation* untuk Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.). Dibimbing oleh CHUSNUL ARIF, SAYANTO K. SAPTOMO dan RUDIYANTO.

Penurunan produksi melon dapat disebabkan oleh pemberian irigasi yang kurang efisien. Sistem irigasi *pocket fertigation* menjadi solusi yang efektif dengan mendistribusikan air dan nutrisi langsung ke zona perakaran melalui cincin emitor, sehingga mengurangi evaporasi, perkolasi, limpasan, dan kehilangan air lainnya. Pemodelan distribusi aliran air dalam tanah dilakukan menggunakan software *Hydrus* untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air sesuai kebutuhan tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan distribusi aliran air pada sistem *pocket fertigation* dan irigasi konvensional, menganalisis pengaruh iklim mikro greenhouse terhadap budidaya melon, mengevaluasi efektivitas *pocket fertigation* terhadap pertumbuhan tanaman, serta menghitung nilai *water footprint* dan *water productivity*. Penelitian dilakukan di Kinjiro Farm, Bogor, Jawa Barat, menggunakan metode RAL dengan analisis ANOVA *one-way*. Simulasi aliran air dilakukan menggunakan software *Hydrus* dengan data iklim dan fisik tanah dari stasiun cuaca di *greenhouse*. Kebutuhan air tanaman dihitung berdasarkan penurunan nilai evaporasi panci sehari sebelumnya. *Water footprint* dihitung dari penggunaan air hujan, irigasi, dan akumulasi polutan, sedangkan *water productivity* dihitung dari hasil panen dan jumlah air yang digunakan.

Hasil simulasi distribusi aliran air menggunakan *pocket fertigation* menunjukkan efisiensi lebih tinggi dengan area basah terkonsentrasi di sekitar perakaran, berbeda dari sistem konvensional yang menyebarkan air di permukaan. Iklim mikro memengaruhi hasil panen, dengan radiasi matahari rendah pada musim pertama menurunkan hasil dan evapotranspirasi, sementara kelembapan tinggi meningkatkan risiko hama dan penyakit. Perlakuan A2P2 (1,5 x evaporasi dengan *pocket fertigation*) lebih efektif, menghasilkan 18,30 ton/ha dan 34,08 ton/ha dalam dua musim tanam. Selama dua musim tanam melon, perlakuan A2P2 menghasilkan produktivitas air tertinggi 8,85 kg/m³ dan 15,65 kg/m³ serta nilai *water footprint* terendah 155,86 m³/ton dan 83,25 m³/ton. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem irigasi *pocket fertigation* lebih efektif dalam penggunaan air.

Kata kunci : irigasi, melon, *pocket fertigation*, produktivitas air, simulasi aliran air, *water footprint*



SUMMARY

Milah Shofiyati. Physical Based Modelling and Water Footprint Analysis of Irrigation with Pocket Fertigation for Melon (*Cucumis melo* L.). Supervised by CHUSNUL ARIF, SAYANTO K. SAPTOMO and RUDIYANTO.

Inefficient irrigation can decrease melon production. A pocket fertigation system is one of effective irrigation methods. This system distribute water and nutrients directly to the root zone through emitter rings, therefore evaporation, percolation, runoff, and other water losses can be reduced. Hydrus software package was used to model water flow distribution in the soil to improve water use efficiency according to crop needs.

This study aims to simulate water flow distribution in pocket fertigation and conventional irrigation systems, analyze the effect of greenhouse microclimate on melon cultivation, evaluate the effectiveness of pocket fertigation on plant growth, and calculate the value of water footprint and water productivity. The research was conducted at Kinjiro Farm, Bogor, West Java, using the RAL method with one-way ANOVA analysis. Water flow simulation was performed using Hydrus software with climatic and physical soil data from the weather station in the greenhouse. Plant water requirements were calculated based on the decrease in pan evaporation value the day before. Water footprint was calculated from rainwater use, irrigation, and pollutant accumulation, while water productivity was calculated from crop yield and the amount of water used.

Simulation results of water flow distribution using pocket fertigation showed higher efficiency with wet areas concentrated around the roots, different from conventional systems that spread water on the surface. Microclimate affected crop yields, with low solar radiation in the first season reducing yield and evapotranspiration, while high humidity increased the risk of pests and diseases. The A2P2 treatment (1.5 x evaporation with pocket fertigation) was more effective, yielding 18.30 tons/ha and 34.08 tons/ha in two growing seasons. During the two melon growing seasons, the A2P2 treatment produced the highest water productivity of 8.85 kg/m³ and 15.65 kg/m³ fiber the lowest water footprint values of 155.86 m³/ton and 83.25 m³/ton. These results show that the pocket fertigation irrigation system is more effective in water use..

Keywords: *irrigation, melon, pocket fertigation, water footprint, water productivity, water flow simulation*

PEMODELAN *PHYSICAL BASED* DAN ANALISIS *WATER FOOTPRINT* IRIGASI DENGAN *POCKET FERTIGATION* UNTUK TANAMAN MELON (*Cucumis melo* L.)

MILAH SHOFIYATI

Tesis
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

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

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Dr. Reskiana Saefuddin

Judul tesis : Pemodelan *Physical Based* dan Analisis *Water Footprint*
Irigasi dengan *Pocket Fertigation* untuk Tanaman Melon
(*Cucumis melo* L.)

Nama : Milah Shofiyati

NIM : F4501222006

Disetujui oleh

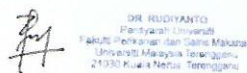
Pembimbing 1:
Prof. Dr. Chusnul Arif, S.TP, M.Si.



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Satyanto K. Saptomo, S.TP., M.Si.



Pembimbing 3:
Dr. Rudiyanto, S.TP., M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Satyanto K. Saptomo, S.TP., M.Si
NIP. 19730411 200501 1 002



Dekan Fakultas Teknologi Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr
NIP. 19610502 198603 1 002



Tanggal Ujian : 24 Januari 2025

Tanggal Lulus : 30 JAN 2025

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penelitian ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini yang dilaksanakan pada bulan Juni 2023 sampai bulan Desember 2023 dengan judul “Pemodelan *Physical Based* dan Analisis *Water Footprint* Irigasi dengan *Pocket Fertigation* untuk Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.)”. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Chusnul Arif, S.TP, M.Si. selaku dosen pembimbing 1 tesis sekaligus dosen pengajar di departemen Teknik Sipil dan Lingkungan yang telah membimbing dan memberikan saran.
2. Prof. Dr. Satyanto K. Saptomo, S.TP, M.Si selaku dosen pembimbing 2 tesis sekaligus dosen pengajar di departemen Teknik Sipil dan Lingkungan yang telah membimbing dan memberikan saran.
3. Dr. Rudyanto, S.TP, M.Si selaku dosen pembimbing 3 tesis yang telah membimbing dan memberikan saran.
4. Dr. Yudi Chadirin, S.TP, M.Agr selaku dosen moderator sekaligus dosen pengajar di departemen Teknik Sipil dan Lingkungan yang telah memberikan saran dan masukan.
5. Dr. Reskiana Saefuddin, S.TP, M.Si selaku penguji tesis yang memberikan saran dan masukan.
6. Seluruh keluarga dan teman-teman atas segala doa, dukungan, dan kasih sayang yang diberikan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2025

Milah Shofiyati
F4501222006



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Melon	5
2.2 Iklim Mikro <i>Greenhouse</i>	7
2.3 <i>Water Footprint</i>	8
2.4 Sistem Irigasi dan Fertigasi	9
2.5 Sistem Irigasi <i>Pocket Fertigation</i>	10
2.6 <i>Software HYDRUS</i>	11
III METODOLOGI	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Prosedur Penelitian	13
3.4 Pengumpulan Data	19
3.5 Pengolahan Data	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Desain Sistem <i>Pocket Fertigation</i>	26
4.2 Analisis Faktor Lingkungan	26
4.3 Keefektifitas <i>Pocket Fertigation</i> Terhadap Budidaya Melon	30
4.4 <i>Water Footprint</i>	40
4.5 Produktivitas Air	42
4.6 Simulasi Aliran Air	42
V SIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Simpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	51
RIWAYAT HIDUP	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi tanaman melon berdasarkan tingkatan taksonomi	5
Tabel 3.1 Skenario Pemberian air irigasi pada berbagai volume	16
Tabel 3.2 Konsentrasi pemberian nutrisi selama budidaya melon	21
Tabel 4.1 Hasil pengujian sifat fisik tanah	30
Tabel 4.2 Hasil panen budidaya tanaman melon Uji Stastik ANOVA satu arah pada musim tanam pertama	39
Tabel 4.3 Hasil panen budidaya tanaman melon Uji Stastik ANOVA satu arah pada musim tanam kedua.	39
Tabel 4.4 Perhitungan <i>blue water footprint</i> selama budidaya terhadap berbagai skenario irigasi	40
Tabel 4.5 Perhitungan <i>grey water footprint</i> selama budidaya terhadap berbagai skenario irigasi	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Morfologi buah melon	6
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian	12
Gambar 3.2 Diagram Alir Prosedur Penelitian	14
Gambar 3.3 Desain 3D rancangan <i>pocket fertigation</i> beserta bagian-bagiannya	17
Gambar 3.4 Ilustrasi budidaya melon dengan sistem irigasi <i>pocket fertigation</i> dan konvensional	17
Gambar 3.5 Pemasangan <i>pocket fertigation</i> dan instalasi sensor kelembaban tanah pada media tanam	18
Gambar 3.6 Geometry domain aliran air pada (a) sistem irigasi konvensional dan (b) sistem irigasi <i>pocket fertigation</i>	25
Gambar 4.1 Desain 2D dan 3D sistem irigasi <i>pocket fertigation</i>	26
Gambar 4.2 Fluktuasi radiasi matahari di dalam <i>greenhouse</i> selama budidaya tanaman melon pada kedua musim tanam.	27
Gambar 4.3 Fluktuasi kelembaban udara di dalam <i>greenhouse</i> selama budidaya tanaman melon pada kedua musim tanam.	28
Gambar 4.4 Fluktuasi suhu udara di dalam <i>greenhouse</i> selama budidaya tanaman melon pada kedua musim tanam.	28
Gambar 4.5 Fluktuasi evapotranspirasi aktual dan potensial di <i>greenhouse</i> selama budidaya melon pada kedua musim tanam.	29
Gambar 4.6 Jumlah pemberian irigasi selama budidaya tanaman pada musim tanam pertama dan kedua.	31
Gambar 4.7 Penyemaian benih melon pada media semai	31
Gambar 4.8 Pertumbuhan vegetatif ditandai dengan tumbuh dan berkembangnya perakaran, batang, dan daun.	32
Gambar 4.9 Pertumbuhan generatif ditandai dengan munculnya bunga jantan dan betina.	32



Gambar 4.10 Pemanenan buah melon pada S1 yang dilakukan berumur 75 HST dan S2 berumur 65 HST.	32
Gambar 4.11 Hama dan penyakit pengganggu tanaman melon selama budidaya berlangsung, (a). <i>Aphis sp.</i> dan <i>Yellow Virus</i> , (b). <i>Leaf Miner</i> , (c). <i>Armyworm Feces</i> , dan (d). <i>Podosphaera xanthii</i> fungus.	33
Gambar 4.12 Hasil observasi tinggi tanaman pada musim tanam pertama	34
Gambar 4.13 Hasil observasi tinggi tanaman pada musim tanam kedua	34
Gambar 4.14 Hasil observasi jumlah daun pada musim tanam pertama	36
Gambar 4.15 Hasil observasi jumlah daun pada musim tanam kedua	36
Gambar 4.16 Efektivitas pemberian irigasi (L) terhadap volume buah (cm ³)	37
Gambar 4.17 Parameter hasil panen (a) berat buah (g) dan (b) tingkat kemanisan buah (%) pada kedua musim tanam	38
Gambar 4.18 Nilai total <i>water footprint</i> terhadap hasil panen	41
Gambar 4.19 Hubungan antara nilai produktivitas air (kg/m ³) terhadap nilai evapotranspirasi (mm) pada kedua musim tanam budidaya melon	42
Gambar 4.20 Simulasi pergerakan aliran air <i>pressure head</i> menggunakan sistem irigasi konvensional	43
Gambar 4.21 Simulasi pergerakan aliran air <i>water content</i> menggunakan sistem irigasi konvensional	44
Gambar 4.22 Simulasi pergerakan aliran air <i>velocity vector</i> menggunakan sistem irigasi konvensional	44
Gambar 4.23 Simulasi pergerakan aliran air <i>pressure head</i> menggunakan sistem irigasi <i>pocket fertigation</i>	45
Gambar 4.24 Simulasi pergerakan aliran air <i>water content</i> menggunakan sistem irigasi <i>pocket fertigation</i>	45
Gambar 4.25 Simulasi pergerakan aliran air <i>velocity vector</i> menggunakan sistem irigasi <i>pocket fertigation</i>	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemberian Irigasi Pada Musim Tanam Pertama	52
Lampiran 2 Pemberian Irigasi Pada Musim Tanam Kedua	55
Lampiran 3 Pengamatan Parameter Pertumbuhan Tanaman Pada Musim Tanam Pertama	58
Lampiran 4 Pengamatan Parameter Pertumbuhan Tanaman Pada Musim Tanam Kedua	62
Lampiran 5 Uji Statistik Analisis ANOVA Pada Musim Tanam Pertama	66
Lampiran 6 Uji Statistik Analisis ANOVA Pada Musim Tanam Kedua	73
Lampiran 7 Perhitungan <i>Water footprint</i> Pada Musim Tanam Pertama	81
Lampiran 8 Perhitungan <i>Water footprint</i> Pada Musim Tanam Kedua	84
Lampiran 9 Data Iklim Mikro Greenhouse Pada Musim Tanam Pertama	86

Lampiran 10 Data Iklim Mikro Greenhouse Pada Musim Tanam Kedua	90
Lampiran 11 Perhitungan Water Productivity Pada Musim Tanam Pertama	93
Lampiran 12 Perhitungan <i>Water Productivity</i> Pada Musim Tanam Kedua	94

