

ANALISIS EFEKTIVITAS *FINE BUBBLE TECHNOLOGY* TERHADAP WATER FOOTPRINT DAN WATER PRODUCTIVITY PADA BUDIDAYA PADI

MUTIARA FADHILA



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Efektivitas *Fine Bubble Technology* terhadap *Water Footprint* dan *Water Productivity* pada Budidaya Padi” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Juni 2026

Mutiara Fadhila
F4401221065



ABSTRAK

MUTIARA FADHILA. Analisis Efektivitas *Fine Bubble Technology* terhadap *Water Footprint* dan *Water Productivity* pada Budidaya Padi. Dibimbing oleh CHUSNUL ARIF.

Budidaya padi sawah membutuhkan air dalam jumlah besar sehingga diperlukan teknologi irigasi yang lebih efisien. Penelitian ini bertujuan menganalisis penggunaan air, water footprint, dan water productivity pada budidaya padi dengan dan tanpa penerapan *Fine Bubble Technology* (FBT). Penelitian dilakukan pada Februari hingga Juni 2026 di Kinjiro Farm, Kota Bogor, dengan empat perlakuan, yaitu FBT pada irigasi bawah permukaan (FBT-IBP), FBT pada irigasi permukaan (FBT-IP), irigasi bawah permukaan tanpa FBT (Non FBT-IBP), dan irigasi permukaan tanpa FBT (Non FBT-IP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa total irigasi terendah terdapat pada Non FBT-IBP sebesar 147,6 mm, sedangkan tertinggi terdapat pada Non FBT-IP sebesar 364,9 mm. Nilai *water footprint* terendah diperoleh pada Non FBT-IBP sebesar 801 m³/ton dan tertinggi pada FBT-IBP sebesar 1.293 m³/ton. Pada sistem irigasi permukaan, penerapan FBT mampu menurunkan *water footprint* dari 1.158 m³/ton menjadi 894 m³/ton atau sebesar 22,8%. Perlakuan FBT-IP juga menghasilkan *water productivity* terhadap total air masuk tertinggi sebesar 0,51 kg/m³, atau 30,8% lebih tinggi dibandingkan Non FBT-IP. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan FBT pada irigasi permukaan berpotensi menekan *water footprint* dan meningkatkan *water productivity* pada budidaya padi sawah.

Kata kunci: budidaya padi, *Fine Bubble Technology*, irigasi, *water footprint*, *water productivity*

ABSTRACT

MUTIARA FADHILA. Analysis of the Effectiveness of Fine Bubble Technology on Water Footprint and Water Productivity in Rice Cultivation. Supervised by CHUSNUL ARIF.

Paddy rice cultivation requires efficient irrigation due to its high water demand. This study analyzed water use, water footprint, and water productivity under four treatments: FBT with subsurface irrigation (FBT-IBP), FBT with surface irrigation (FBT-IP), and both irrigation systems without FBT. The study was conducted from February to June 2026 at Kinjiro Farm, Bogor City. The lowest irrigation use was recorded in Non FBT-IBP at 147.6 mm, while the highest was found in Non FBT-IP at 364.9 mm. The lowest water footprint was obtained in Non FBT-IBP at 801 m³/ton, while the highest was found in FBT-IBP at 1,293 m³/ton. Under surface irrigation, FBT reduced the water footprint from 1,158 to 894 m³/ton, or by 22.8%. FBT-IP also produced the highest water productivity based on total water input at 0.51 kg/m³, which was 30.8% higher than Non FBT-IP. These results indicate that FBT is more effective when applied to surface irrigation.

Keywords: Fine Bubble Technology, irrigation, rice cultivation, water footprint, water productivity



@Hak cipta milik IPB University

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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
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.

ANALISIS EFEKTIVITAS *FINE BUBBLE TECHNOLOGY* TERHADAP WATER FOOTPRINT DAN WATER PRODUCTIVITY PADA BUDIDAYA PADI

MUTIARA FADHILA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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 Skripsi:

- 1 Apriadi, S.T., M.Sc.
- 2 Sutoyo, S.TP., M.Si.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

Judul Skripsi : Analisis Efektivitas *Fine Bubble Technology* terhadap *Water Footprint* dan *Water Productivity* pada Budidaya Padi

Nama : Mutiara Fadhila

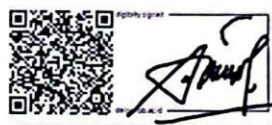
NIM : F4401221065

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Chusnul Arif, S.TP., M.Si., IPM.

NIP. 19801206 200501 1 004



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Ir. Tri Sudibyo S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.

NIP. 19840530 201404 1 001



Tanggal Ujian: 07 Juli 2026

Tanggal Lulus:

14 JUL 2026



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi berjudul “Analisis Efektivitas *Fine Bubble Technology* terhadap *Water Footprint* dan *Water Productivity* pada Budidaya Padi” ini dapat diselesaikan. Penulis menyadari bahwa selesainya karya ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibunda Nelwati, mendiang Ayahanda Andri Rustam, kakak Mustika Aulia Adha dan abang Okta Pria Nanda, beserta kakak ipar Rezky Syahemi Putra dan Silvi Septanisa, serta keponakan Nayyara Giani Marsya dan Huffaz Thalib Annavi, atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan hingga menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Chusnul Arif, S.TP., M.Si., IPM. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dengan penuh kesabaran untuk membimbing, mengarahkan, serta memberikan banyak ilmu dan wawasan berharga kepada penulis hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Seluruh dosen dan tenaga pendidik Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik dan Teknologi, Institut Pertanian Bogor, yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan dan bantuan selama masa perkuliahan.
4. Budi dan Galang selaku rekan satu tim penelitian, serta rekan-rekan satu bimbingan, yaitu Ananda, Iqbal, Diana, Agnan, dan Nurjati, atas kerja sama, ruang diskusi, dan dukungan sepanjang perjalanan penelitian ini.
5. Pak Iwan selaku penjaga Kinjiro Farm yang telah membantu segala teknis penulis selama melakukan penelitian di lapangan.
6. Rekan-rekan mahasiswa Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Angkatan 59 (Zenikata Gatatirta), atas kebersamaan, perjuangan, dan memori berharga yang telah diukir bersama.
7. Teman-teman Tuti Gasa: Bilqist, Sri, Olin, Aca, Nifa, Tri, Avrill, Fayyad, Farel, Rafi, Wanda, dan Atur, yang selalu setia menemani, memberikan semangat, dan membersamai setiap kegiatan penulis selama perkuliahan.
8. Teman-teman penikmat *quarantine* (Haya, Zahwa, dan Belva) serta teman-teman Mamoets (Nia, Aini, dan Salsa), yang selalu menjadi tempat berbagi cerita di sela-sela kesibukan perkuliahan.
9. Seluruh pihak yang telah membersamai, membantu, dan memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan serta berkontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Mutiara Fadhila



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Irigasi Permukaan dan Bawah Permukaan	4
2.2 Kebutuhan Air Tanaman	4
2.3 <i>Fine Bubble Technology</i>	4
2.4 <i>Water Footprint</i>	5
2.5 <i>Water Productivity</i>	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	7
3.4 Analisis Data	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Kondisi Parameter Lingkungan selama Periode Budidaya	15
4.2 Analisis Penggunaan Air pada Budidaya Padi	19
4.3 Analisis Efektivitas FBT	22
V SIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Simpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	30
RIWAYAT HIDUP	47



DAFTAR TABEL

1	Neraca air untuk setiap perlakuan selama periode irigasi aktif	22
2	Hasil perhitungan <i>water footprint</i> pada setiap perlakuan	23
3	Hasil perhitungan <i>water productivity</i> pada setiap perlakuan	24

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir prosedur penelitian	8
2	Rancangan sistem budidaya padi pada empat skenario perlakuan (a) 2D (b) 3D	9
3	Skema sirkulasi air pada sistem <i>Fine Bubble Technology</i>	10
4	Fluktuasi curah hujan selama satu periode tanam	15
5	Fluktuasi suhu udara dan RH selama satu periode tanam	16
6	Fluktuasi nilai radiasi matahari dan evapotranspirasi potensial selama satu periode tanam	17
7	Fluktuasi nilai kelembapan tanah selama satu periode tanam	18
8	Fluktuasi nilai TMA selama satu periode tanam (a) FBT-IBP (b) FBT-IP (c) Non FBT-IBP (d) Non FBT-IP	19
9	Rekapitulasi penggunaan air setiap MST selama periode tanam (a) irigasi (b) drainase (c) ETa	20

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Dokumentasi penelitian	31
2	Lampiran 2 Data parameter cuaca dan evapotranspirasi satu periode tanam	32
3	Lampiran 3 Data analisis neraca air harian FBT-IBP	35
4	Lampiran 4 Data analisis neraca air harian FBT-IP	38
5	Lampiran 5 Data analisis neraca air harian Non FBT-IBP	41
6	Lampiran 6 Data analisis neraca air harian Non FBT-IP	44