

**DISERTASI**

**RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA IRIGASI BAWAH  
PERMUKAAN MENGGUNAKAN EMITTER BERPORI  
UNTUK TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum L.*)**

***DESIGN and PERFORMANCE TEST of SUBSURFACE  
IRRIGATION USING POROUS EMITTERS for TOMATO  
PLANTS (*Solanum lycopersicum L.*)***



**ARJUNA NENI TRIANA  
05013681722001**

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU-ILMU PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

**SUMMARY**

**ARJUNA NENI TRIANA. Design and performance testing of underground irrigation using porous emitters for tomato plants (*Solanum lycopersicum* L)**  
(Supervised by BUDI INDRA SETIAWAN, MOMON SODIK IMANUDIN, and HERSYAMSI).

Subsurface irrigation systems with porous emitters have excellent performance ranging from material selection, uniformity of material permeability, water discharge, plant nutrition, plant water needs and volume and influence on plant growth. Porous emitter irrigation technology is able to apply water around the plant's rooting area, so that the water given to the plant is very efficient. Emitter design is the most important parameter in the design, operation, and management of water and nutrients in subsurface irrigation systems. The correct design and selection of emitter materials is able to minimize water loss, eliminate surface runoff and percolation. The disadvantage of irrigation under soil surface during this time, the water flowing ability is not in accordance with the hydraulic conductivity of the soil. The ability of a soil to pass water depends on water discharge. The amount of permeability value can be used as an indicator of the rate of a seepage of a material (soil) in a saturated state of plant burly. Another problem of using irrigation on the surface occurs the buildup of salt around the root due to water droplets that occur at one point and expensive investment costs.

The research objective is to produce a subsurface irrigation design using porous emitters for vegetable crops in pots that are integrated in one irrigation network. Obtained data on hydraulic characteristics of porous fabric materials used as emitters in this study. Knowing the influence of different types of emitters and the treatment of water administration on plant growth and production. Based on problems encountered in the field, research was conducted to produce emitters with subsurface irrigation systems. The subsurface irrigation system designed to use porous emitters that function to regulate the flow of water that is not dripped directly into the root area to reduce blurring, but seepage in selected porous materials horizontally adjusts to the conductivity of the soil around the roots of the plant using local components, cheap and can be applied by farmers for a long time.

The results of the analysis overall flannel material emitter has the best performance based on hydraulic conductivity of 4,681 cm / hour, increased water discharge of 1,933 l / hour, uniformity rate of 91.33%, moisture content 77.76 %, plant height 228.6 cm, number of leaves 157.8 strands, number of flowers 133.4 and number of fruits 92. Irrigation of porous emitters is very efficient in water use. The total water needs of the plant during the vegetative period to production for daily watering are 7.8 liters to 14.8 liters and watering intervals of 1 day 3.5 liters to 7.9 liters. Flannel emitter subsurface irrigation is optimal in meeting the growth needs of plants, without any water loss due to percolation, no surface flow and efficient in the use of water and nutrients. The advantage of porous irrigation system is an irrigation system that is able to seep water around plants with a small discharge and is able to maintain soil moisture around the root without evaporation, infiltration and percolation.

## RINGKASAN

ARJUNA NENI TRIANA. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Irigasi Bawah Permukaan Menggunakan Emitter Berpori Untuk Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum L*) (Dibimbing oleh BUDI INDRA SETIAWAN, MOMON SODIK IMANUDIN, HERSYAMSI).

Sistem irigasi bawah permukaan dengan emitter berpori memiliki kinerja yang sangat baik mulai dari pemilihan material, keseragaman permeabilitas material, debit air, nutrisi tanaman, kebutuhan dan volume air tanaman dan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Teknologi irigasi emitter berpori mampu mengaplikasikan air di sekitar daerah perakaran tanaman, sehingga air yang diberikan pada tanaman sangat efisien. Perancangan emitter merupakan parameter yang paling penting dalam desain, operasi, dan pengelolaan air serta unsur hara pada sistem irigasi bawah permukaan. Desain dan pemilihan material emitter yang benar mampu meminimalkan kehilangan air, menghilangkan limpasan permukaan dan perkolasi. Kelemahan irigasi bawah permukaan tanah selama ini, kemampuan pengaliran air tidak sesuai dengan konduktivitas hidrolis tanah. Kemampuan suatu tanah dalam meloloskan air tergantung dengan debit air. Besarnya nilai permeabilitas dapat dijadikan sebagai indikator laju suatu rembesan suatu bahan (tanah) dalam keadaan jenuh keakar tanaman. Masalah lain penggunaan irigasi atas permukaan terjadi penumpukan garam disekitar perakaran akibat tetesan air yang terjadi pada satu titik dan biaya investasi yang mahal.

Tujuan Penelitian menghasilkan rancangan irigasi bawah permukaan menggunakan emitter berpori untuk tanaman sayuran dalam pot yang terintegrasi dalam satu jaringan irigasi. Mendapatkan data karakteristik hidrolis bahan kain berpori yang digunakan sebagai emitter dalam penelitian ini. Mengetahui pengaruh perbedaan jenis emitter dan perlakuan pemberian air terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Berdasarkan permasalahan yang ditemui di lapangan maka dilakukan penelitian untuk menghasilkan emitter dengan sistem irigasi bawah permukaan. Sistem irigasi bawah permukaan yang dirancang menggunakan emitter

porous yang berfungsi untuk mengatur aliran air yang tidak diteteskan langsung ke daerah perakaran untuk mengurangi pengapaman, tetapi secara rembesan pada material porous terpilih secara horizontal menyesuaikan dengan konduktivitas tanah di sekitar akar tanaman menggunakan komponen lokal, murah dan dapat diterapkan oleh petani dalam waktu yang lama.

Hasil analisa Secara Keseluruhan emitter material flannel memiliki kinerja yang terbaik berdasarkan konduktivitas hidrolis 4.681 cm/jam, debit air tertinggi sebesar 1.933 l/jam, tingkat keseragaman 91.33 %, kadar air 77.76 %, tinggi tanaman 228.6 cm, jumlah daun 157.8 helai, jumlah bunga 133.4 dan jumlah buah 92. Irigasi emitter porous sangat efisiensi dalam penggunaan air. Total kebutuhan air tanaman selama periode vegetative sampai produksi untuk penyiraman setiap hari yaitu 7.8 liter sampai 14.8 liter dan penyiraman selang waktu 1 hari 3.5 liter sampai 7.9 liter. Irigasi bawah permukaan emitter flannel sangat optimal dalam memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman, tanpa ada kehilangan air akibat perkolasi, tidak ada aliran permukaan dan efisien dalam penggunaan air dan nutrisi. Keunggulan sistem irigasi porous merupakan sistem irigasi yang mampu merembeskan air disekitar tanaman dengan debit yang kecil dan mampu menjaga kelembaban tanah disekitar perakaran tanpa adanya evaporasi, infiltrasi serta perkolasi.

**DISERTASI**  
**RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA**  
**IRIGASI BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN**  
**EMITTER BERPORI UNTUK**  
**TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum L.*)**

***DESIGN and PERFORMANCE TEST of SUBSURFACE***  
***IRRIGATION USING POROUS EMITTERS for***  
***TOMATO PLANTS (*Solanum lycopersicum L.*)***

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor



**ARJUNA NENI TRIANA**  
**05013681722001**

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU-ILMU PERTANIAN**  
**FAKULTAS PERTANIAN**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2022**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA IRIGASI  
BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN  
EMITTER BERPORI UNTUK  
TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum L.*)

DISERTASI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Doktor dalam Bidang  
Kajian Utama Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

ARJUNA NENI TRIANA  
05013681722001

Telah disetujui  
Palembang,

Promotor,

  
Prof. Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr  
NIP. 196006281985031002

Co-Promotor I,

  
Dr. Momon Sodik Imanudin, S.P, M.Sc  
NIP. 197110311997021006

Co-Promotor II,

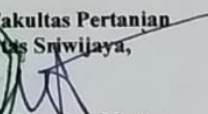
  
Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr.  
NIP. 196008021987031004

Koordinator Program Studi  
Doktor Ilmu Pertanian,

  
Prof. Dr. Ir. Dedik Budianta, M.S.  
NIP.196306141989031003

Mengetahui  
Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya,



  
Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.  
NIP. 1964122919900110011

## LEMBAR PENGESAHAN

### RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA IRIGASI BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN EMITTER BERPORI UNTUK TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum L.*)

#### DISERTASI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Doktor dalam Bidang  
Kajian Utama Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

**ARJUNA NENI TRIANA**

**05013681722001**

Telah disetujui

Palembang,

Promotor,

**Prof. Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr**

**NIP. 196006281985031002**

Co-Promotor I,

Co-Promotor II,

**Dr. Momon Sodik Imanudin, S.P, M.Sc**

**Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr.**

**NIP. 197110311997021006**

**NIP. 196008021987031004**

Mengetahui:

Koordinator Program Studi

Dekan Fakultas Pertanian

Doktor Ilmu Pertanian,

Universitas Sriwijaya,

**Prof. Dr. Ir. Dedik Budianta, M.S.**

**Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.**

**NIP.196306141989031003**

**NIP. 1964122919900110011**

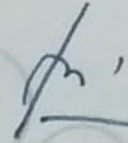


Disertasi dengan judul "Rancang Bangun dan Uji Kinerja Irigasi Bawah Permukaan Menggunakan Emmitter Berpori Untuk Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum L.*) oleh **Arjuna Neni Triana** telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Disertasi Program Doktor Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya tanggal 10 Mei 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr.  
NIP. 196006281985031002

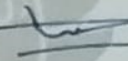
(  )

Anggota :

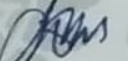
1. Dr. Momon Sodik Imanudin, S. P, M. Sc.  
NIP. 197110311997021006

(  )

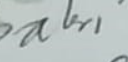
2. Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr.  
NIP. 196008021987031004

(  )

3. Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, MP.  
NIP. 196101141990011001

(  )

4. Dr. Ir. Bakri, MP.  
NIP. 196606251993031001

(  )

5. Dr. Chusnul Arif, S.TP, M.Si.  
NIP. 198012062005011004

(  )


Palembang,

Diketahui:

Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya,

(  )  
Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.  
NIP. 196412291990011001

Koordinator Program Studi  
Doktor Ilmu Pertanian,

(  )

Prof. Dr. Ir. Dedik Budianta, M.S.  
NIP. 196306141989031003

Disertasi dengan judul “Rancang Bangun dan Uji Kinerja Irigasi Bawah Permukaan Menggunakan Emmitter Berpori Untuk Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum L.*) oleh **Arjuna Neni Triana** telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Disertasi Program Doktor Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya tanggal 10 Mei 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukkan dari tim penguji.

### Komisi Penguji

Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr.

NIP. 196006281985031002 ( )

Anggota :

1. Dr. Momon Sodik Imanudin, S. P, M. Sc.

NIP. 197110311997021006 ( )

2. Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr.

NIP. 196008021987031004 ( )

3. Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, MP.

NIP. 196101141990011001 ( )

4. Dr. Ir. Bakri, MP.

NIP. 196606251993031001 ( )

5. Dr. Chusnul Arif, S.TP, M.Si.

NIP. 198012062005011004 ( )

Palembang, Desember 20

Mengetahui:

Dekan Fakultas Pertanian

Koordinator Program Studi

Universitas Sriwijaya,

Doktor Ilmu Pertanian,

Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.

Prof. Dr. Ir. Dedik Budianta, M.S.

NIP. 196412291990011001

NIP. 196306141989031003

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arjuna Neni Triana  
NIM : 05013681722001  
Judul : Rancang bangun dan Uji Kinerja Irigasi Bawah Permukaan  
Menggunakan Emitter Berpori Untuk Tanaman Tomat  
(*Solanum lycopersicum L.*)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam disertasi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi tim promotor, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam disertasi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Palembang, Mei 2022

Yang membuat pernyataan,



*Arjuna Neni Triana*

[Arjuna Neni Triana]

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arjuna Neni Triana  
NIM : 05013681722001  
Judul : Rancang bangun dan Uji Kinerja Irigasi Bawah Permukaan  
Menggunakan Emitter Berpori Untuk Tanaman Tomat  
(*Solanum lycopersicum L.*)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam disertasi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi tim promotor, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam disertasi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Mei 2022

Yang membuat pernyataan,

[Arjuna Neni Triana]

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

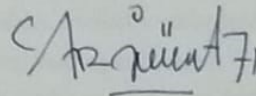
Nama : Arjuna Neni Triana  
NIM : 05013681722001  
Judul : Rancang bangun dan Uji Kinerja Irigasi Bawah Permukaan  
Menggunakan Emmitter Berpori Untuk Tanaman Tomat  
(*Solanum lycopersicum L.*)

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik, apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak dipublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Mei 2022

Yang membuat pernyataan,



Arjuna Neni Triana

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arjuna Neni Triana  
NIM : 05013681722001  
Judul : Rancang bangun dan Uji Kinerja Irigasi Bawah Permukaan  
Menggunakan Emitter Berpori Untuk Tanaman Tomat  
(*Solanum lycopersicum L.*)

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik, apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak dipublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Mei 2022

Yang membuat pernyataan,

Arjuna Neni Triana

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT karena disertasi yang berjudul “Rancang bangun dan Uji Kinerja Irigasi Bawah Permukaan Menggunakan Emitter Berpori Untuk Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum L*) dapat diselesaikan. Penulisan disertasi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor pada Program Studi Doktor Ilmu-ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Selama menempuh pendidikan doktor ini, penelitian, dan penulisan disertasi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, masukan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis hendak menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Rektor Universitas Sriwijaya atas izin yang diberikan kepada penulis untuk melanjutkan studi ke jenjang Strata 3.
2. Direktur Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
3. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya beserta wakil Dekan.
4. Ketua Program Studi Doktor Ilmu-ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
5. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
6. Ketua Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
7. Prof. Dr. Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr selaku Promotor yang telah memberikan bimbingan, arahan , masukan dan motivasi kepada penulis.
8. Dr. Momon Sodik Imanudin, SP, M.S selaku Co-Promotor 1 yang telah memberikan bimbingan, arahan masukan dan motivasi kepada penulis.
9. Dr. Ir. Hersyamsi, M.Si. selaku Co-Promotor 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan masukan dan motivasi kepada penulis.
10. Dr. Chusnul Arif, S.TP, M.Si., selaku penguji tamu atas kesediaannya sebagai penguji dan atas arahan serta masukan yang diberikan.

11. Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M.P., selaku penguji pada seminar proposal penelitian, seminar kemajuan penelitian, seminar hasil penelitian dan ujian akhir atas masukan dan arahan yang diberikan
12. Dr. Ir. Bakri, M.P., selaku penguji proposal penelitian, seminar kemajuan penelitian, seminar hasil penelitian dan ujian tertutup atas masukan dan arahan yang diberikan.
13. Prof. Dr. Herlinda, M.Si., Prof. Dr. Ir. Hasbi, M.Si. (alm), Dr. Ir. Edward Saleh, MS., Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr. dan Dr. Rizky Tirta Adiguna, S.TP., M.Si., Dr. Ir. Gatot Priyanto, M.S selaku penguji UKKD dan seminar proposal penelitian atas masukan dan arahan yang diberikan
14. Seluruh staf pengajar Program Studi Doktor Ilmu-ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya atas ilmu yang telah diberikan.
15. Sahabat-sahabatku, dan teman-teman seperjuangan Program Doktor Ilmu-ilmu Pertanian Angkatan 2017 yang selalu memberikan motivasi dan inspirasi selama menempuh studi Doktor, Haisen Hower, Erni, Henny dan Dr. Tilli. Terima kasih untuk kebersamaan selama ini.
16. Kakak dan adik tingkat di Program Studi Doktor Ilmu-ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Unsri.
17. Rekan-rekan di Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Unsri, Prof. Ir. Daniel Saputra, M.S.A.Eng., Ph.D., Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si. Farry A. Haskari, S.TP., M.Si., Dr. Puspitahati, S.TP., Dr. Hilda Agustina, S,TP, M.Si, Dr. Tamaria Panggabean, S.TP, M.Si, Ir. K.H. Iskandar, M.Si., Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr., Hermanto, S.TP., M.Si., Dr. Merynda Syaputri, S.TP, M.Si serta semua bapak dan ibu staf pengajar di Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Unsri.
18. Staf administrasi di Program Doktor dan Magister FP Unsri (Lies), staf administrasi di Jurusan Teknologi Pertanian FP Unsri (Jhon Heri dan Desi Inndiarti), serta teknisi laboratorium di Jurusan Teknologi Pertanian FP Unsri (Dandy dan Sukardi) atas bantuannya selama penulis menempuh studi doktor.



19. Kedua orangtuaku, Ayahanda H. Arbain Pidin (Alm) dan Ibunda Hj. Zurnah, atas doa yang tak henti-hentinya untuk ananda, semangat, dan nasehat serta didikannya selama ini.
20. Saudara kakak dan adikku terbaik yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi selama ini.
21. Suamiku tercinta, sahabat di kala suka dan duka, Dr. H. Jemakmun, M.Si., terima kasih untuk doa, cinta, motivasi dan semua yang telah diberikan selama ini.
22. Putri ku Siti Jahvira Pramita dan putraku M. Alwira Duanda tersayang atas waktu, cinta, canda dan keceriaan yang kalian berikan.
23. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, atas semua doa, dukungan dan bantuannya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan disertasi ini. Oleh karena itu, saran dan kritik dari semua pihak yang sifatnya membangun akan penulis terima dengan senang hati untuk penulisan yang lebih baik di masa akan datang. Atas izin Allah SWT, penulis berharap semoga disertasi ini dapat bermanfaat sebagai langkah awal memanfaatkan vegetasi rawa sebagai sumber *natural dye* pada sistem *DSSC* dalam mentransfer sinar matahari menjadi energi listrik, yang merupakan salah satu bagian dari diversifikasi energi, serta bagi kemajuan ilmu pengetahuan. Aamiin ya rabbal alamin.

Palembang, Mei 2022

Penulis

Arjuna Neni Triana

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Palembang pada tanggal 01 Agustus 1971, merupakan anak ke-lima dari tujuh bersaudara. Orangtua bernama Bapak H. Arbain Pidin (Alm) dan Ibu Hj. Zurnah. Penulis menyelesaikan Sekolah Dasar di SD Negeri 48 Palembang pada tahun 1984. Penulis menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 10 Palembang pada tahun 1987 dan Sekolah Menengah Atas di SMA Xaverius Palembang pada tahun 1990. Penulis melanjutkan pendidikan Strata 1 (S1) di Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Stiper, Yogyakarta dan memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP) pada 1995. Tahun 1996 penulis melanjutkan pendidikan Strata 2 (S2) di Program Studi Keteknikan Pertanian Pascasarjana institut Pertanian Bogor (IPB) dengan biaya sendiri dan memperoleh gelar Magister Saint (M.Si) pada tahun 1999. Tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Doktor Ilmu-ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya dengan Beasiswa BPDN.

Penulis diangkat sebagai Pegawai Negeri Sipil (PNS) pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Sampai saat ini penulis adalah dosen aktif di Program Studi Teknik Pertanian Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Penulis menikah dengan Dr. H. Jemakmun, M.Si. pada Juli 2021 dan kini telah dikaruniai satu orang putri yaitu Siti Jahvira Pramita dan seorang putra yaitu M. Alwira Duanda.

## DAFTAR ISI

I. PENDAHULUAN .....	25
1.1 Latar Belakang .....	25
1.2 Perumusan Masalah.....	27
1.3 Tujuan Penelitian.....	27
1.4 Manfaat Penelitian.....	28
1.5 . Kebaharuan Penelitian (Novelty) .....	28
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1. Irigasi Mikro.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2. Emitter .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3. Konduktivitas Hidrolika.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4. Kebutuhan Air .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5. Produktivitas Air .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6. Tomat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III. METODOLOGI PENELITIAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1. Tempat dan Waktu .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2. Alat dan Bahan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1. Alat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

3.2.2. Bahan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3. Metode Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1. Tahap Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2. Tahap Pertama .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.3. Tahap Dua .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.4. Tahap Ketiga.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.5. Tahap Keempat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1. Sifat Fisik Tanah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2. Konduktivitas Hidrolik Tanah dan Emitter .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3. Desain Emitter Porous.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4. Jaringan Irigasi Terbangun.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5. Debit Material Porous .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6. Keceragaman Debit Material Porous.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7. Konsumsi Air .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.8. Produktivitas Air .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.9. Pertumbuhan Tanaman.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.10. Produksi Tanaman.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.11. Komparasi Keunggulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

4.12. Aplikasi Irigasi Emitter Flannel ..... **Error! Bookmark not defined.**

V. KESIMPULAN DAN SARAN ..... **Error! Bookmark not defined.**

5.1. Kesimpulan..... **Error! Bookmark not defined.**

5.2. Saran..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pengukuran Konduktivitas Hidrolik Material Emitter.....	21
Gambar 2. Rancangan Emitter.....	22
Gambar 3. Pengamatan Pola Pembasahan Tanah.....	24
Gambar 4. Pengujian Emitter Tanpa Tanaman.....	26
Gambar 5. Komponen Irigasi Mikro Material Porus .....	27
Gambar 6. Irigasi Bawah Permukaan Emitter Porus .....	30
Gambar 7. Emitter Porus.....	37
Gambar 8. Konduktivitas Hidrolika Tanah.....	38
Gambar 9. Persamaan Regresi Liner Konduktivitas Hidrolika Tanah.....	39
Gambar 10. Konduktivitas Hidrolika Material Porus.....	40
Gambar 11. Debit Material Porus.....	41
Gambar 12. Rerata Debit Air Material Porus .....	41
Gambar 13. Kadar Air Material Porus.....	43
Gambar 14. Pertumbuhan Tanaman.....	44
Gambar 15. Tinggi Tanaman dan Laju Pertumbuhan Tanaman.....	46
Gambar 16. Total Tinggi Tanaman.....	48
Gambar 17. Hubungan Jumlah Daun dengan Tinggi Tanaman.....	50
Gambar 18. Jumlah Daun Berdasarkan Umur Tanaman.....	52

Gambar 19. Jumlah Buah dan Total Buah Berdasarkan Umur Tanaman.....54

Gambar 20. Berat dan Total Buah Berdasarkan Umur Tanaman..... 55

Gambar 21. Jumlah Buah Berdasarkan Umur Tanam..... 58

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Analisis Fisik Tanah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.2. Bulk Density, Ruang Pori, Permeabilitas.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b> <a href="#">0</a>
Tabel 4.3. Analisa Konduktivitas Tanah dan Material.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.4. Fungsi dan Material Irigasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.5. Keseragaman Debit Material Porous.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.6. Kebutuhan Air Tanaman .....	49
Tabel 4.7. Kebutuhan Air Tanaman Emitter 3 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Teknologi irigasi mikro mampu mengaplikasikan air di sekitar daerah perakaran tanaman, sehingga air yang diberikan pada tanaman sangat efisien. Sistem irigasi mikro terdiri dari atas permukaan (*surface Irrigation*) dan bawah permukaan (sub surface irrigation). Irigasi bawah permukaan (sub surface irigasi) merupakan sistem irigasi yang sederhana, hemat biaya, praktis dan yang mampu meningkatkan produksi tanaman di daerah kering (Elsayed et al. 2020). Keuntungan sistem irigasi tetes permukaan dan irigasi tetes bawah permukaan untuk produksi tanaman menunjukkan bahwa metode irigasi tetes bawah permukaan menghasilkan penghematan air yang sangat baik, dibandingkan dengan sistem irigasi tetes permukaan (Aydinsakir et al. 2021).

Tempat mengalir air dalam sistem irigasi mikro dikenal sebagai emitter. Perancangan emitter merupakan parameter yang paling penting dalam desain, operasi, dan pengelolaan air serta unsur hara pada sistem irigasi bawah permukaan. Kelemahan emitter saat digunakan terjadi penyumbatan dari tanah atau sambungan air. Desain dan pemilihan material emitter yang benar mampu meminimalkan kehilangan air, menghilangkan limpasan permukaan dan perkolasi. Emitter irigasi bawah permukaan berbentuk silinder terbuat dari tanah liat, berdasarkan konduktivitas tanah mampu meningkatkan produksi tanaman hortikultura (Idrus and Maulana 2014). Tekanan air yang berfluktuasi dapat mengubah distribusi kecepatan aliran sampai zat penyumbatan mengalir dan mengurangi pembentukan zat penghasil penyumbatan di emitter (Li et al. 2019). Emitter blok bertekanan tipe S, Y dan Phi (Imanudin et al, 2011) merekomendasikan pemilihan jenis emitter blok berdasarkan jenis tanah dan tanaman. Menggunakan emitter yang dilindungi oleh filter dapat meningkatkan efektivitas aliran air pada sistem irigasi bawah permukaan (Tripathi et al. 2020).

Meskipun hemat air, irigasi tetes bawah permukaan memiliki kemampuan mengalirkan air tidak mengikuti konduktivitas hidrolik tanah. Kemampuan tanah dalam mengalirkan dan merembes air tergantung pada debit air. Penelitian sistem

irigasi mikro kendi menggunakan media tanam yang bersifat porous sebagai penampung air sementara dan sekaligus merembeskan air ke sekitar perakaran tanaman. Akibat adanya tekanan hidrostatik dan hisapan matriks tanah serta permeabilitas kendi ( $K_{kendi}$ ) (Setiawan, 1998). Sistem irigasi mikro dengan kontrol konduktivitas tanah menggunakan media material berpori dalam bentuk emitter cincin, mampu menyesuaikan nilai konduktivitas material yang cocok untuk tanaman musiman (Reskiana et al. 2014). Sistem irigasi emitter tipe cincin terbuat dari bahan berpori, adalah sistem irigasi permukaan dengan menempatkan emitter di sekitar area akar (Saefuddin and Saito 2019). Penelitian Sub-surface drip fertigation (SSDF) dapat menyediakan sarana hemat air, meningkatkan produktivitas air dan tanaman dalam gandum (Sidhu et al. 2019). Metode eksperimental irigasi bawah permukaan pipa tanah liat berpori merupakan teknologi hemat air jika dibandingkan dengan metode irigasi permukaan (Babiker et al. 2021). Penggunaan teknologi yang sederhana, hemat biaya, bisa diaplikasikan serta bisa dikembangkan dan dicoba oleh petani secara kecil maupun skala besar. Pengembangan sistem irigasi lahan kering dilakukan oleh (Sumarsono et al, 2018) dengan emitter cincin untuk tanaman tahunan mampu menghemat air dan penyiraman dapat dilakukan sebulan sekali.

Untuk mengoptimalkan produksi tanaman, diperlukan teknologi sistem irigasi dengan menambah nutrisi secara bersamaan dengan air irigasi yang dikenal sebagai sistem fertigation. Sistem irigasi tetes di zona akar parsial dengan fertigasi dapat meningkatkan pertumbuhan tomat, efisiensi penggunaan air, dan pupuk (Liu et al. 2020). Namun, dari berbagai penelitian sistem irigasi mikro yang diterapkan masih memiliki kelemahan di antaranya dalam hal kemampuan pengaliran air tidak sesuai dengan konduktivitas hidrolik tanah yaitu kemampuan suatu tanah dalam meloloskan air yang tergantung dengan debit air. Besarnya nilai permeabilitas dapat dijadikan sebagai indikator laju suatu rembesan suatu bahan (tanah) dalam keadaan jenuh keakar tanaman. Masalah lain penggunaan irigasi atas permukaan terjadi penumpukan garam disekitar perakaran akibat tetesan air yang terjadi pada satu titik dan biaya investasi yang mahal.

Berdasarkan permasalahan yang ditemui di lapangan maka dilakukan penelitian untuk menghasilkan emitter dengan sistem irigasi bawah permukaan.

Sistem irigasi bawah permukaan yang dirancang menggunakan emitter porous yang berfungsi untuk mengatur aliran air yang tidak diteteskan langsung ke daerah perakaran untuk mengurangi pengapaman, tetapi secara rembesan pada material porous terpilih secara horizontal menyesuaikan dengan konduktivitas tanah di sekitar akar tanaman menggunakan komponen lokal, murah dan dapat diterapkan oleh petani dalam waktu yang lama.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dari penelitian tentang perancangan dan uji Kinerja emitter porous dengan irigasi bawah permukaan yang dilakukan yaitu:

1. Bagaimana disain irigasi bawah permukaan menggunakan emitter porous yang dirancang secara terintegrasi dapat diterapkan dalam menggunakan material bahan berpori?
2. Bagaimana mendapatkan data karakteristik hidrolika bahan berpori menggunakan emitter porous?
3. Bagaimana pengaruh perbedaan jenis emitter dan perlakuan pemberian air terhadap pertumbuhan dan produksi?
4. Berapa besar pengaruh perbedaan jenis emitter dan perlakuan pemberian air terhadap produktivitas air?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Menghasilkan rancangan irigasi bawah permukaan menggunakan emitter berpori untuk tanaman sayuran dalam pot yang terintegrasi dalam satu jaringan irigasi.
2. Mendapatkan data karakteristik hidrolika bahan kain berpori yang digunakan sebagai emitter dalam penelitian ini.
3. Mengetahui pengaruh perbedaan jenis emitter dan perlakuan pemberian air terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.
4. Mengetahui pengaruh perbedaan jenis emitter dan perlakuan pemberian air terhadap produktivitas air.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Secara ilmiah untuk menghasilkan teknologi sistem irigasi bawah permukaan dengan desain emitter yang tepat bagi tanaman. Secara praktis bagi petani, peneliti, lembaga terkait dan pemerintah mampu memberikan informasi tentang teknologi emitter yang hemat air, mudah dalam perancangan, murah dan dapat diaplikasikan oleh masyarakat khususnya petani untuk meningkatkan produksi pertanian.

#### **1.5. Kebaharuan Penelitian (Novelty)**

1. Model irigasi bawah permukaan dengan emitter porus.
2. Desain sistem dan kinerja irigasi bawah permukaan menggunakan emitter berbahan porus.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abid, Heba Najem, and Maysoon Basheer Abid. 2019. "Predicting Wetting Patterns in Soil from a Single Subsurface Drip Irrigation System." *Journal of Engineering* 25 (9): 41–53. <https://doi.org/10.31026/j.eng.2019.09.4>.
- Al-Ghobari, Hussein M., and Ahmed Z. Dewidar. 2018. "Integrating Deficit Irrigation into Surface and Subsurface Drip Irrigation as a Strategy to Save Water in Arid Regions." *Agricultural Water Management* 209 (January): 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.07.010>.
- Aydinsakir, Koksall, Dursun Buyuktas, Nazmi Dinç, Cengiz Erdurmus, Edip Bayram, and Arzu Bayir Yegin. 2021. "Yield and Bioethanol Productivity of Sorghum under Surface and Subsurface Drip Irrigation." *Agricultural Water Management* 243 (April 2020): 106452. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106452>.
- Armanto, M.E., Susanto RH and Wildayana E. 2017. Functions of Lebak Swamp Before and After in Jakabaring South Sumatra. *Sriwijaya Journal of Environment*. Vol.1 (1-7).
- Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* Vol 30.No.3.2008. *Kemarau Datang, Irigasi Mikro pada Lahan Kering Jadi Pilihan*. Situgadung, Legok, Tangerang
- Boolthink and Bouma, 2002. Steady flow soil column method: Laboratory method. p. 812-815. In Campbell et al. (Eds.). *Method of Soil Analysis Part 4-Physical Method*.
- Babiker, Amir Elhag, Hassan Elnasikh Maria, Mohamed Ahmed Mohamed Abd Elbasit, Atif Ibraheem Abuali, Majed Abu-Zerig, and Gang Liu. 2021. "Potential of Low-Cost Subsurface Irrigation System in Maize (*Zea Mays* L.) Production in High Water Scarcity Regions." *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* 23 (3): 42–51.
- Cai, Yaohui, Pute Wu, Lin Zhang, Delan Zhu, Shoujun Wu, Xiao Zhao, Junying Chen, and Zhen Dong. 2018. "Prediction of Flow Characteristics and Risk Assessment of Deep Percolation by Ceramic Emitters in Loam." *Journal of Hydrology* 566: 901–9. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.07.076>.
- Cai, Yaohui, Chunping Yao, Pute Wu, Lin Zhang, Delan Zhu, Junying Chen, and Yichao Du. 2021. "Effectiveness of a Subsurface Irrigation System with Ceramic Emitters under Low-Pressure Conditions." *Agricultural Water Management* 243 (22): 106390. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106390>.

- Celebi, M. 2014. "The Effect of Water Stress on Tomato under Different Emitter Discharges and Semi-Arid Climate Condition." *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 20 (5): 1151–57.
- Chamurliev, Omariy Georgievich, Alexander Nikolaevich Sidorov, Anatoly Aleksandrovich Kholod, Georgy Omarievich Chamurliev, and Natalia Vladimirovna Bogomolova. 2019. *Tomato Fertigation in an Open Ground*. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. Vol. 14. <https://doi.org/10.22363/2312-797x-2019-14-4-347-361>.
- Doorenbos, J dan W.O.Pruitt.1977.Crop Water Requirement.Irrigation and Drainage Paper.FAO.Roma.144 hal.
- Doorenbos, J. & A.H Kassam. 1979. Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper Volume 3. Rome.
- Elsayed, Maged, Ahmed Mohammed, Mohammed Refdan Alhajhoj, Hassan Muzzamil Ali-dinar, and Muhammad Munir. 2020. "Impact of a Novel Water-Saving Subsurface Irrigation.Pdf." *Agronomy* 10,1265:1–17.doi:10.3390/agronomy10091265.
- Hansen., V. E., Israelsen OW and Stringham GE.1980. Irrigation Principles and Practices. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Hansen, V.E., O.W. Israelsen, dan G.W. Stringham. 1992. Diterjemahkan oleh Tachyan dan Soetjipto. Dasar-Dasar dan praktek Irigasi. Erlangga. Jakarta. 407hal.
- Hermantoro. 2003. Pengembangan Sistem Irigasi Pipa Gerabah Bawah Permukaan padaLahan Kering. Makalah Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian 29 – 30 November 2006 : 10 Hlm. Kramer
- Howell, T.A., F.K. Aljiburi, H.M.Giltin, I. Pai Wu, A.W. Warrick and P.A.C. Raats. 1980. Design and operation of trickle (drip) irrigation. Di dalam Jensen, M.E. (Ed.). 1980. Design and operation of a farm irrigation system. ASAE. Michigan
- F R Lamm, D.H Rogers. 2003. *Design and Management Considerations For Subsurface Drip Irrigation Systems*. Kansas.
- González-Esquivá, J. M., G. García-Mateos, D. Escarabajal-Henarejos, J. L. Hernández-Hernández, A. Ruiz-Canales, and J. M. Molina-Martínez. 2017. "A New Model for Water Balance Estimation on Lettuce Crops Using Effective Diameter Obtained with Image Analysis." *Agricultural Water Management* 183: 116–22. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.11.019>.
- Gupta, A J, M A Chattoo, and Lal Singh. 2015. "Drip Irrigation and Fertigation Technology for Improved Yield, Quality, Water and Fertilizer Use Efficiency in Hybrid Tomato." *Journal of AgriSearch* 2 (2): 94–99.

- Ichwan, N., D. P. Purba, D. L.S. Nasution, H. Sartiva, and S. B. Daulay. 2021. "Estimating Water Requirements of Tomato Plant Based on Forecast-Evapotranspiration Equation in Semangat Village, Merdeka Sub-District, KaroRegency, North Sumatera Province, Indonesia." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 782 (2). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/782/2/022074>.
- Idrus, M, and E Maulana. 2014. "Desain Irigasi Tetes Bawah Permukaan Berdasarkan Konduktivitas Hidraulik Tanah Untuk Tanaman Hortikultura." *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian-TekTan*6:71–82. <http://jurnal.polinela.ac.id/index.php/TEKTAN/article/view/887>.
- Imanudin, M.S., R.H.Susanto, and B. Simanjuntak. 2011. "Pressure Resistant Emitter Design for The Trickle Irrigation System." *International Congress on Irrigation and Drainage of ICID.*, October 2011. [http://wg-on-farm.icidonline.org/micro irrigation tehran.pdf](http://wg-on-farm.icidonline.org/micro%20irrigation%20tehran.pdf).
- Imanudin, Momon Sodik, Satria JP, , Bakri, and M. Edi Armanto. 2020. "Field Adaptation for Watermelon Cultivation under Shallow Ground Water Table in Tidal Lowland Reclamation Area." *Journal of Wetlands Environmental Management* 8 (1): 1. <https://doi.org/10.20527/jwem.v8i1.211>.
- Kadhbane, Sharad J. 2021. "Grape Production Assessment Using Surface and Subsurface Drip Irrigation Methods." <https://doi.org/10.24425/jwld.2021.137109>.Abstract.
- Kartiwa, B., N. Sutrisno, A. Hamdani, W. T. Nugroho, I. Muhardiono, Harmanto, I. Yani, R. Roland, and I. Ismail. 2021. "Polder System Water Management on Non- Tidal Swamp Area Based on Water Balance Analysis." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 648 (1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/648/1/012061>.
- Liu, Rui, Yu Yang, Yao sheng Wang, Xing Chen Wang, Zed Rengel, Wen Ju Zhang, and Liang Zuo Shu. 2020. "Alternate Partial Root-Zone Drip Irrigation with Nitrogen Fertigation Promoted Tomato Growth, Water and Fertilizer-Nitrogen Use Efficiency." *Agricultural Water Management* 233 (1139): 106049. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106049>.
- Maseko, I., B. Ncube, T. Mabhaudhi, S. Tesfay, V. G.P. Chimonyo, H. T. Araya, M. Fessehazion, and C. P. Du Plooy. 2019. "Moisture Stress on Physiology and Yield of Some Indigenous Leafy Vegetables under Field Conditions." *South African Journal of Botany* 126: 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.07.018>.
- Pereira, Omar Cléo Neves, Tiago Peres da Silva Sugiura, Anaih Pastana Pereira, Altair Bertonha, and Isolde Previdelli. 2019. "Analysis of Lettuce Evapotranspiration across Soil Water." *Natural Resource Modeling* 32 (2). <https://doi.org/10.1111/nrm.12197>.

- Ren, Chang Jiang, Yong Zhao, Bai Dan, Jianhua Wang, Jia Guo Gong, and Guo Hua He. 2018. "Lateral Hydraulic Performance of Subsurface Drip Irrigation Based on Spatial Variability of Soil: Experiment." *Agricultural Water Management* 204: 118–25. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.03.034>.
- Reskiana, Budi Indra Setiawan, Satyanto K. Saptomo, and Popi Redjekiningrum Dwi Mustatiningsih. 2014. "Uji Kinerja Emitter Cincin." *Jurnal Irigasi* 9 (1): 63–74. <https://doi.org/10.31028/ji.v9.i1.63-74>.
- Saefuddin, Reskiana, and Hirotaka Saito. 2019. "Performance of a Ring-Shaped Emitter for Subsurface Irrigation in Bell Pepper (*Capsicum Annum* L.) Cultivation." *Paddy and Water Environment*, no. 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10333-019-00702-9>.
- Setiawan; B.I. 2014. "Dissemination of Pitcher Irrigation System in Dry Lands Dissemination of Pitcher Irrigation System in Dry Lands," no. June. <https://www.researchgate.net/publication/236681214%0ADissemination>.
- Shabbir, Abdul, Hanping Mao, Ikram Ullah, Noman Ali Buttar, Muhammad Ajmal, and Imran Ali Lakhari. 2020. "Effects of Drip Irrigation Emitter Density with Various Irrigation Levels on Physiological Parameters, Root, Yield, and Quality of Cherry Tomato." *Agronomy* 10 (11): 1–15. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111685>.
- Sidhu, H. S., M. L. Jat, Yadvinder Singh, Ravneet Kaur Sidhu, Naveen Gupta, Parvinder Singh, Pankaj Singh, H. S. Jat, and Bruno Gerard. 2019. "Sub-Surface Drip Fertigation with Conservation Agriculture in a Rice-Wheat System: A Breakthrough for Addressing Water and Nitrogen Use Efficiency." *Agricultural Water Management* 216 (February): 273–83. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.019>.
- Siyal, A. A., M. Th van Genuchten, and T. H. Skaggs. 2013. "Solute Transport in a Loamy Soil under Subsurface Porous Clay Pipe Irrigation." *Agricultural Water Management* 121: 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.01.005>.
- Sumarsono, Joko, Budi Indra Setiawan, I. Dewa Made Subrata, Roh Santoso Budi Wasposito, and Satyanto Krido Saptomo. 2018. "Ring-Typed Emitter Subsurface Irrigation Performances in Dryland Farmings." *International Journal of Civil Engineering and Technology* 9 (1): 797–806.
- Tripathi, Vinod Kumar, Birendra Bharti, Pratibha Warwade, Sushil Kumar Shukla, and Prabeer Kumar Parhi. 2020. "Effectiveness of Emitter Flushing Used for Subsurface Drip Irrigation System." *Journal of Water Engineering and Management* 1 (1): 79–87. <https://doi.org/10.47884/jweam.v1i1pp79-87>.



- Udiana I Made, et al. 2014. “Perencanaan Sistem Irigasi Tetap (Drip Irrigation) Di Desa Besmark Kabupaten Kupang.” *Jurnal Teknik Sipil* III (1): 63–74.
- Doorenbos, J dan W.O.Pruitt.1977.Crop Water Requirement.Irrigation and Drainage Paper.FAO.Roma.144 hal.
- Doorenbos, J. & A.H Kassam. 1979. Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper Volume 3. Rome.
- Hansen., V. E., Israelsen OW and Stringham GE.1980. Irrigation Principles and Practices. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Hansen, V.E., O.W. Israelsen, dan G.W. Stringham. 1992. Diterjemahkan oleh Tachyan dan Soetjipto. Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi. Erlangga. Jakarta. 407hal.
- Hermantoro. 2003. Pengembangan Sistem Irigasi Pipa Gerabah Bawah Permukaan pada Lahan Kering. Makalah Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian 29 – 30 November 2006 : 10 Hlm. Kramer
- Howell, T.A., F.K. Aljiburi, H.M.Giltin, I. Pai Wu, A.W. Warrick and P.A.C. Raats. 1980. Design and operation of trickle (drip) irrigation. Di dalam Jensen, M.E. (Ed.). 1980. Design and operation of a farm irrigation system. ASAE. Michigan
- Imanudin, M.S and Satria, JP.2015.Adaptasi Teknologi Pengelolaan Air untuk Budidaya Tanaman Pangan di Lahan Rawa Sebagai Dampak Anomali Iklim El Nino (Studi Kasus Rawa Musi II Kota Palembang Sumatera Selatan dan Daerah Reklamasi Rawa Kumpeh Muara Jambi Provinsi Jambi.Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2015.
- Keller, J., & Bliesner, R.D. 1990. Sprinkler and Trickle Irrigation. New York. Van Nostrand Reinhold.
- Kiik, V.P., J. K. Nasdjono dan I. M. Udiana. 2011. Kajian Sistem Irigasi Sprinkler di Desa Oesao Kabupaten Kupang. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 1 (3) : 68-80. Phocaidés
- Klute, A., and Dirksen. 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: Laboratory method. p. 687-732. In Klute, A. (Ed.). *Methods of Soil Analysis Part I. Physical and Mineralogical Methods*. Second Edition.
- Kurniati, E., B. Suharto, dan T. Afrillia, 2007. Desain Jaringan Irigasi Curah (Sprinkler Irrigation) Pada Tanaman Anggrek. *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 8 (1) : 35-34. Phocaidés

- Lakitan, B., Hadi, B., Herlinda, S., Siaga, e., Widuri, L.I., Kartika, K., Lindiana, L., Yunindyawati, Y., Meihana, M. 2018. Recognizing farmers practices and constraints for intensifying rice production at Riparian Wetlands in Indonesia. *NJAS-Wageningen Journal of life sciences*, 85, 10-20
- Mengistie D and Kidane D. 2016. Assessment of the impact of small-scale irrigation on household livelihood improvement at Gubalafto District, North Wollo, Ethiopia. *Agriculture*. [Internet] [cited 2015 Juni 08] 6(27):1-22.
- Maynard, G.H., 1987. *The Physiology of Plants Under Stress*. Jhon Wiley & Sons, inc. New York
- Noor, M., 2007. *Rawa Lebak: Ekologi, Pemanfaatan dan Pengembangannya*, PT RajaGrafindo Persada, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2006. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 2006 tentang Irigasi*. Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta.
- Laboratorium Teknik Tanah dan Air, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor : Bogor
- Prastowo. 2010. *Irigasi Tetes Teori dan Aplikasi*. IPB Press. Bogor
- Purwantini dan Suhaeti R N. 2017. *Irigasi Kecil: Kinerja, Masalah dan Solusinya*.
- Forum Penelitian Agro Ekonomi, Vol. 35 No. 2, Desember 2017: 91-105
- Raes, D. 1989. *Crop Water Requirements*. Belgium: Khatolike Universiteit.
- Raes, D., Lemmens. H., Bulcke. M., & Smith. M. 1987. *Irrigation Scheduling Information System (IRISIS)*. Belgium: Leuven
- Ridwan D. 2013. *Model Jaringan irigasi Tetes Berbasis Bahan Lokal Untuk Pertanian Sempit*. *Jurnal Irigasi – Vol.8, No.2, Oktober 2013*.
- Reskian., Setiawan B.I and Saptomo SK. 2014. *Uji Kinerja Emitter*. *Jurnal Irigasi – Vol.9, No.1, Mei 2014*
- Sapei, A and Fauzan M. 2012. *Lapisan Kedap Buatan Mendukung Irigasi Hemat Air*. *Jurnal Irigasi – Vol.7, No.1, Mei 2012*
- Sapei, A. 2006. *Irigasi Tetes. Materi Kuliah Teknik Tanah dan Air. Departemen Teknik Pertanian. Fateta – IPB*.
- Schwab, G.O., Frevert, R.K. Edminster, T.n, Barnes, K.K. 1981. *Soil and Water Conservation Engineering. Third Edition*. John Wiley and Sons, Inc. Canada

- Setiawan, B. I. 1990. On Determinant of Unsaturated Hydraulic Conductivity from Soil Moisture Profiles and From Water Retention Curve . Japan: Soc.Am.
- Setiawan, B. I., & M. Nakano. 1993. On Determinant of Unsaturated Hydraulic Conductivity from Soil Moisture Profiles and Front Water Retention Curve. *Soil Science* (156), 389-395.
- Setiawan, B.I. 1998. Sistem Irigasi Kendi untuk Tanaman Sayuran di Daerah Kering. Laporan Riset Unggulan Terpadu IV. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, 125 hlm
- Setiawan, B.I. 2002. Sistem Irigasi Kendi. Menuju Kemandirian Teknologi Pertanian Unggul. Lembaga Penelitian Institut Pertanian Bogor. Hal:36~37.
- Setiawan, B. I., S. K. Saptomo., & C. Arif. 2009. Teknik Irigasi dan Drainase Berwawasan Lingkungan. Bogor: IPB Press.
- Small, L.E. dan Svendsen, M. 1992. A Framework for Assessing Irrigation Performance. Washington DC: International Food Policy Research Institute.
- Smeal, D. 2007. Drip Irrigation for Small Plots (a low-tech, low-cost, gravity system). Albuquerque, NM: New Mexico Organic Farming Conference.
- Stein, T. 1997. The Influences of Evaporation, Hydraulic Conductivity, Wall Thickness and Surface Area on Seepage Rates of Pitcher Irrigation. *Journal of Applied Irrigation Science* , 65-83
- Suroso, PS., Nugroho, dan Pamuji P.2007. Evaluasi Kinerja Irigasi Banjaran Untuk Meningkatkan Efektivitas dan Efisiensi Pengelolaan Air. Irigasi. *Dinamika TEKNIK SIPIL*, Volume 7, Nomor 1, Januari 2007 : 55 – 62
- Sumaryanto. 2013. Perspektif pengembangan irigasi skala kecil. Dalam: Pasandaran et al. editors. 2013. Kemandirian Pangan Indonesia dalam Perspektif Kebijakan MP3EI. Jakarta (ID): IAARD Press. Supriono . Forum Penelitian Agro Ekonomi, Vol. 35 No. 2, Des 2017: 91-105
- Sosrodarsono and Takeda.1987. Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta: Pradnya Paramitha
- Triana, A N., Purnomo R H dan Panggabean T.2017. Teknologi Konservasi Air Irigasi Mikro Dengan Media Tanam Dari Berbagai Limbah Pertanian. Laporan Akhir Penelitian Unggulan Kompetitif. Universitas Sriwijaya.
- Triana, A N., Purnomo, R H dan Panggabean T.2018. Aplikasi Irigasi Tetes (Drip Irrigation) dengan Berbagai Media Tanam pada Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*). *Jurnal Keteknikan Pertanian* April 2018, Vol. 6 No. 1 Page 91-98.

- Triana, A.N. 2019. Kajian Pengelolaan Tanah dan Air Lahan Rawa Lebak. Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia . Palembang 21 Maret 2019.
- Valenzuela, H. 1997. Crop Production Guidelines Drip Irrigation. HITAHR, University of Hawaii, West Oahu, USA.
- Widjaja-Adhi.I.P.G. 1986. Pengelolaan lahan pasang surut dan lebak. Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian V(1).
- Wijayanti, E., Anas, D., dan Susila., 2013. Pertumbuhan dan Produksi Dua Varietas Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) secara Hidroponik dengan Beberapa Komposisi Media Tanam. Jurnal IPB. Bul. Agrohorti 1 (1) : 104 - 112 (2013).
- Wahb-Allah, Mahmoud A., Abdullah A. Alsadon, and Abdullah A. Ibrahim. 2011. "Drought Tolerance of Several Tomato Genotypes under Greenhouse Conditions." *World Applied Sciences Journal* 15 (7): 933–40.
- Zulkipl., Soetopo W dan Prasetyo H. 2012. Analisis Neraca Air Permukaan DAS Renggang Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Irigasi Penduduk Kabupaten Lombok Tengah. Jurnal Teknik Pengairan, Volume 3, Nomor 2, Desember 2012, hlm 87–96
- Zhu, Yan, Huanjie Cai, Libing Song, Xiaowen Wang, Zihui Shang, and Yanan Sun. 2020. "Aerated Irrigation of Different Irrigation Levels and Subsurface Dripper Depths Affects Fruit Yield, Quality and Water Use Efficiency of Greenhouse Tomato." *Sustainability* (Switzerland) 12 <https://doi.org/10.3390/su12072703>.

