

SKRIPSI

**PERIMETER MUKA BASAH PADA BEBERAPA
KEDALAMAN *DRIP LINE* SISTEM IRIGASI BAWAH
PERMUKAAN MENGGUNAKAN *ON-LINE*
*TYPE WICKS EMITTER***

***PERIMETER OF WETTING FRONT AT SEVERAL DRIP LINE
DEPTHS OF SUB-SURFACE IRRIGATION SYSTEM USING
ON-LINE WICK TYPE EMITTERS***



Siska Hatati

05021182126002

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

SUMMARY

SISKA HATATI Perimeter of Wetting Front at Several *drip line* depth of Subsurface Drip Irrigation System Using On-Line Type Wick *Emitters* (Survived by K.H.Iskandar)

The purpose of this study was to determine the best *drip line* placement depth based on the distance and wet circumference of the subsurface drip irrigation system. This study was conducted from February to April 2025 at the Laboratory of Agricultural Engineering Study Program, Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. This study used a Randomized Block Design (RAK) experimental method consisting of 5 treatment levels repeated three times. The research parameters consisted of the average Horizontal Wet Distance (H), the average Vertical Wet Distance above the *drip line* (V_a), the average Vertical Wet Distance below the *drip line* (V_b), and the ratio of horizontal to vertical wet distance above the *drip line* (H/V_a), and the ratio of horizontal to vertical wet distance below the *drip line* (H/V_b). The results of this study indicate that the depth of *drip line* placement affects the horizontal distance, upper vertical distance, lower vertical distance and the H/V_b ratio. The 10 cm depth treatment (P_1) showed horizontal, vertical wetting distances above the *drip line* and vertically below the highest *drip line*, respectively 8.03 cm, 5.90 cm, 7.60 cm. However, the placement of the *drip line* too close to the ground surface has a higher evaporation potential. The 15 cm *drip line* depth treatment (P_2) is the best treatment because it has a fairly large horizontal spread distance, although slightly smaller than P_1 , but with a ratio of $H/V_b \geq 1$ the wetting pattern is considered quite good.

Keywords: Subsurface drip irrigation, *drip line* depth, on-line wicks *emitter*,
Wetting perimeter.

RINGKASAN

SISKA HATATI Perimeter Muka Basah Pada Beberapa Kedalaman *Drip line* Sistem Irigasi Bawah Permukaan Menggunakan *On-Line Type Wicks Emitter* (Dibimbing oleh K.H.Iskandar)

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kedalaman penempatan *drip line* terbaik berdasarkan jarak dan keliling basah sistem irigasi tetes bawah permukaan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan April 2025 di Laboratorium Program Studi Keteknikan Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Penelitian ini menggunakan metode percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 5 taraf perlakuan yang diulang sebanyak tiga kali. Parameter penelitian terdiri dari rata-rata Jarak Basah Horizontal (H), rata-rata Jarak Basah Vertikal di atas *drip line* (V_a), rata-rata Jarak Basah Vertikal di bawah *drip line* (V_b), dan Rasio Jarak Basah horizontal terhadap vertikal di atas *drip line* (H/V_a), serta rasio jarak basah horizontal terhadap vertikal di bawah *drip line* (H/V_b). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kedalaman penempatan *drip line* mempengaruhi jarak horizontal, jarak vertikal atas, jarak vertikal bawah dan rasio H/V_b . Perlakuan kedalaman 10 cm (P_1) menunjukkan jarak pembasahan horizontal, vertikal di atas garis tetes dan vertikal di bawah garis tetes tertinggi, masing-masing 8,03 cm, 5,90 cm, 7,60 cm. Namun, penempatan garis tetes yang terlalu dekat dengan permukaan tanah potensi penguapannya lebih tinggi. Perlakuan kedalaman garis tetes 15 cm (P_2) merupakan perlakuan terbaik karena memiliki jarak sebaran horizontal yang cukup besar, meskipun sedikit lebih kecil dari P_1 , tetapi dengan rasio $H/V_b \geq 1$ pola pembasahan dianggap cukup baik.

Kata Kunci : Irigasi tetes bawah permukaan, kedalaman *drip line*, *on-line wicks emitter*, perimeter pembasahan.

SKRIPSI

PERIMETER MUKA BASAH PADA BEBERAPA KEDALAMAN *DRIP LINE* SISTEM IRIGASI BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN *ON-LINE* *TYPE WICKS EMITTER*

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi
Pertanian Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Siska Hatati

05021182126002

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

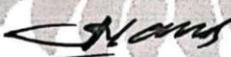
PERIMETER MUKA BASAH PADA BEBERAPA KEDALAMAN *DRIP LINE* SISTEM IRIGASI BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN *ON-LINE* *TYPE WICKS EMITTER*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi
Pertanian Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh :
Siska Hatati
05021182126002

Indralaya, Juli 2025
Pembimbing


Ir. K. H. Iskandar, M.Si
NIP. 196211041990031002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr
NIP. 196412291990011001

Skripsi dengan judul “Perimeter Muka Basah Pada Beberapa Kedalaman *Drip line* Sistem Irigasi Bawah Permukaan Menggunakan *On-Line Type Wicks Emitter*” oleh Siska Hatati telah dipertahankan di hadapan komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukkan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Ir.K.H. Iskandar, M.Si
NIP. 196211041990031002

Pembimbing (.....)

2. Dr. Hilda Agustina, S.TP., M.Si
NIP. 197708232002122001

Penguji (.....)

Indralaya, Juli 2025

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian



Prof. Dr. Budi Santoso, S.TP., M. Si.
NIP. 197506102002121002

Dr. Puspitahati, S.TP., M.P.
NIP. 197908152002122001

14 JUL 2025

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siska Hatati

NIM : 05021182126002

Judul : Perimeter Muka Basah Pada Beberapa Kedalaman *Drip line* Sistem
Irigasi Bawah Permukaan Menggunakan *On-Line Type Wicks
Emitter*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang dimuat dalam Skripsi ini merupakan hasil pengamatan saya sendiri di bawah bimbingan pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa gelar dari Universitas Sriwijaya.

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



Indralaya, Juli 2025

Yang menyatakan,



Siska Hatati

RIWAYAT HIDUP

Siska Hatati, lahir di Koba, Kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Bangka Belitung pada tanggal 03 Februari 2003. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, orang tua penulis bernama Bapak Hatta dan Ibu Sunarti.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Koba pada tahun 2015, Sekolah Menengah Pertama di SMP Stania Koba pada tahun 2018 dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Koba pada tahun 2021.

Tahun 2021 penulis tercatat sebagai mahasiswa program studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya dengan melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan sampai dengan penulisan proposal penelitian ini penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa aktif di program studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Penulis telah melaksanakan KKN (Kuliah Kerja Nyata) periode 99 di Desa Karang Bindu, Kecamatan Rambang Kapak Tengah, Kota Prabumulih, Provinsi Sumatera Selatan pada bulan Desember 2023 hingga Januari 2024 dan penulis juga telah melaksanakan magang di Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika pada bulan Mei hingga Juni 2024.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Perimeter muka basah merupakan salah satu aspek yang dipertimbangkan untuk perencanaan dalam manajemen air dan irigasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kedalaman penempatan *drip line* dibawah permukaan tanah, dan untuk itu telah dilakukan penelitian, dan hasilnya disajikan di dalam skripsi ini.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Yth. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
2. Yth. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian
3. Yth. Ketua Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian
4. Yth. Ir.K.H.Iskandar, M. Si Pembimbing Akademik dan Skripsi yang telah memberikan arahan dan bantuan sejak penyusunan proposal penelitian hingga penulisan skripsi.
5. Yth. Dr. Hilda Agustina, S.TP.,M.Si., Pembahas dan Penguji Skripsi yang telah memberikan saran dalam penyusunan skripsi.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak lainnya yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian di lapangan dan di laboratorium Teknik Sumberdaya Air dan Lingkungan, dan Laboratorium Ilmu Tanah.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam pengembangan *saint* dan teknologi di bidang pertanian.

Indralaya, Juli 2025

Penulis,

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat,taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, bantuan, kritik dan saran. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Hatta dan Ibunda Sunarti, terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala pengorbanan, kasih sayang, dukungan, serta do'a yang tiada henti yang selalu mengiringi setiap langkah penulis. Doa dan cinta tulus dari kalian menjadi kekuatan terbesar penulis dalam menyelesaikan perkuliahan ini.
2. Almarhumah nenek penulis Zainati, yang senantiasa mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan perkuliahan semasa hidupnya.
3. Sahabat seperjuangan yang telah memberikan semangat dan kerja sama selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.

Indralaya, Juli 2025

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Irigasi Bawah Permukaan	4
2.2. Komponen Irigasi Bawah Permukaan	5
2.3. Media Tanam	5
2.4. Sifat Fisik Tanah	7
2.5. Perimeter Permukaan Basah	10
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	11
3.1. Waktu dan Tempat	11
3.2. Alat dan Bahan	11
3.3. Metode Penelitian	11
3.4. Cara Kerja	12
3.5. Parameter Pengamatan	14
3.6. Data Pendukung	15
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. Sebaran Pembasahan	17
4.2. Pola Pembasahan	26

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
5.1. Kesimpulan.....	31
5.2. Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1. Kombinasi Unit Perlakuan.....	12
Tabel 4. 1. Hasil uji BNT 5% Jarak Pembasahan Horizontal	18
Tabel 4. 2. Hasil uji BNT 5% Jarak Pembasahan Vertikal diatas <i>Drip line</i>	20
Tabel 4. 3. Hasil uji BNT 5% Jarak Pembasahan Vertikal dibawah <i>Drip line</i> ..	22
Tabel 4. 4. Rasio jarak pembasahan horizontal terhadap vertikal atas	24
Tabel 4. 5. Hasil uji BNT 5% Rasio jarak pembasahan horizontal terhadap vertikal bawah.....	25

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1. Contoh media pengujian berupa tanah Ultiso	6
Gambar 2. 2. Contoh media pengujian berupa Arang sekam padi.....	7
Gambar 2. 3. Pola Pembasahan.....	10
Gambar 4. 1. Jarak Pembasahan Horizontal	17
Gambar 4. 2. Jarak Pembasahan Vertikal diatas <i>Drip line</i>	20
Gambar 4. 3. Jarak Pembasahan Vertikal dibawah <i>Drip line</i>	22
Gambar 4. 4. Rasio H/V_a	23
Gambar 4. 5. Rasio H/V_b	25
Gambar 4. 6. Hasil regresi polinomial dan Perimeter Pembasahan Horizontal dan Vertikal diatas <i>Drip line</i>	27
Gambar 4. 7. Hasil regresi polinomial dan Perimeter Pembasahan Horizontal dan Vertikal dibawah <i>Drip line</i>	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir penelitian	37
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian.....	38
Lampiran 3. Teladan perhitungan sifat fisik dan pengukuran debit emitter serta keseragaman emitter (EU)	40
Lampiran 4. Hasil analisis keseragaman jarak sebaran horizontal	42
Lampiran 5. Hasil analisis keseragaman jarak sebaran vertikal atas	43
Lampiran 6. Hasil analisis keseragaman jarak sebaran vertikal bawah	44
Lampiran 7. Hasil analisis keseragaman rasio jarak pembasahan horizontal terhadap vertikal atas	45
Lampiran 8. Hasil analisis keseragaman rasio jarak pembasahan horizontal terhadap vertikal bawah	46
Lampiran 9. Persamaan polinomial perimeter pembasahan diatas dan di bawah <i>drip line</i>	47

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan kunci utama kehidupan di dalam tanah karena semua proses yang mendukung pertumbuhan tanaman maupun yang menyebabkan degradasi tanah sangat bergantung pada keberadaan air. Air berperan sebagai pelaku dan media dalam berbagai reaksi kimia dan biologis di dalam tanah. Dalam praktik pertanian, irigasi menjadi kegiatan penting untuk mengelola dan menyediakan air demi memenuhi kebutuhan tanaman. Irigasi adalah Irigasi adalah proses pemberian air secara buatan dari sumber yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Terdapat beberapa jenis irigasi, di antaranya irigasi permukaan dan irigasi bawah permukaan menurut (Efriandi, 2018). Namun, ketersediaan air untuk irigasi semakin sulit dan tidak mencukupi kebutuhan tanaman. Banyak jaringan irigasi yang tidak terawat dan mengalami kerusakan, sementara ketersediaan air di waduk atau tempat penampungan air juga semakin menurun (Yuswari *et al.*, 2016).

Dalam menghadapi keterbatasan air, penerapan sistem irigasi yang efisien menjadi salah satu teknologi pertanian yang terus dikembangkan. Sistem irigasi ini berperan meningkatkan hasil produksi tanaman pertanian dengan mengoptimalkan teknologi irigasi yang efisien serta memaksimalkan pemanfaatan sumber daya alam (Ariandi *et al.*, 2018). Saat ini penerapan sistem irigasi masih terbatas, di mana penerapan irigasi permukaan cenderung kurang efisien dalam penggunaan air. Salah satu solusi untuk menghemat air adalah dengan menerapkan sistem irigasi bawah permukaan (Arif *et al.*, 2021).

Irigasi bawah permukaan adalah sistem irigasi yang menempatkan saluran atau jaringan air di bawah permukaan tanah untuk menyalurkan air secara langsung ke zona perakaran tanaman, sehingga kebutuhan air tanaman dapat terpenuhi secara optimal (Arif dan Caroline, 2023). Sistem ini bersifat fleksibel dan dapat memberikan irigasi ringan secara berskala karena air diaplikasikan di bawah permukaan tanah. Hal ini mengurangi resiko seperti pengerasan tanah, genangan air atau potensi limpasan permukaan (erosi tanah). Dengan penerapan sistem yang

tepat dan terawat dengan baik, pemberian air akan seragam dan efisien (Rich *et al.*, 2014). Namun, penerapan irigasi bawah permukaan masih tergolong mahal karena seluruh komponennya hasil pabrikan dan bahkan merupakan produk impor. Salah satu komponen yang cukup penting dan perlu dimodifikasi adalah *emitter* agar dapat disesuaikan dengan kondisi tanah dan jenis tanaman, seperti menggunakan *on-line wick emitter* yang sebelumnya disebut *emitter* berbahan *sponge celluosa abrasive* (Iskandar *et al.*, 2021).

Desain sistem irigasi tetes bawah permukaan harus mempertimbangkan beberapa hal seperti karakteristik tanaman dan tanah untuk menentukan jarak *emitter* dan laju aliran air serta penempatan kedalaman *emitter* (Camp dan Lamm, 2003). Penempatan *emitter* umumnya diletakkan pada kedalaman antara 5 hingga 20 cm untuk tanaman hortikultura yang memiliki sistem perakaran dangkal (Devasirvatham, 2008). Penempatan kedalaman *emitter* mempengaruhi perimeter pembasahan tanah, yaitu luas keliling zona basah yang terbentuk. Zona basah terbentuk dari interaksi pergerakan air vertikal dan pergerakan horizontal yang menunjukkan distribusi air di dalam tanah. Beberapa faktor seperti sifat, tekstur dan struktur tanah, konduktivitas hidrolik, dan jumlah air yang keluar dari *emitter* mempengaruhi zona basah (Ayarst *et al.*, 2015).

Penelitian ini menggunakan tanah ultisol yang memiliki beberapa kendala, seperti struktur padat, infiltrasi dan permeabilitas lambat, aerasi buruk, serta agregat kurang stabil (Septiaji *et al.*, 2024). Kondisi ini dapat menghambat distribusi air dan mempengaruhi efektivitas sistem irigasi bawah permukaan. Penambahan bahan organik seperti arang sekam padi ke dalam media tanam dapat membantu memperbaiki struktur fisik tanah, meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air, memperlancar drainase dan sirkulasi udara dalam tanah, serta mendukung aktivitas mikroorganisme tanah secara lebih optimal (Aurelia *et al.*, 2023) sehingga tanah menjadi lebih gembur dan distribusi air lebih baik.

Sistem irigasi bawah permukaan yang efektif memerlukan pemahaman tentang distribusi air di sekitar *emitter* untuk memastikan air mencapai zona perakaran tanpa menyebabkan pembasahan berlebihan pada tanah (Kandelous *et al.*, 2011). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji perimeter

muka basah pada beberapa kedalaman *drip line* sistem irigasi bawah permukaan menggunakan *on-line wicks emitter* pada campuran arang sekam dan tanah ultisol.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kedalaman penempatan *drip line* terbaik berdasarkan perimeter permukaan basah terutama jarak horizontal dari *emitter* di daerah perakaran untuk tanaman sayur-sayuran dalam sistem irigasi tetes bawah permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbat, G., Cufí, S., Duran-Ros, M., Pinsach, J., Puig-Bargués, J., Pujol, J., dan Ramírez de Cartagena, F. (2020). Modeling approaches for determining *drip line* depth and irrigation frequency of subsurface drip irrigated rice on different soil textures. *Water*, 12(6), 1724.
- Ariandi, L. M., Putra, G. M. D., dan Abdullah, S. H. (2018). Analisis Komposisi Serbuk Gergaji Terhadap Konduktivitas Hidrolik Pipa Mortari Irigasi Tetes Bawah Permukaan Tanah (*Analysis of Sawdust Ratio on Hydraulic Conductivity in Subsurface Mortari Pipe of Drip Irrigation*). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 6(1), 39-52.
- Arianti, V., Suhardi, S., dan Prawitosari, T. (2016). Pola Pembasahan Oleh Tetesan Pada Beberapa Tekstur Tanah. *Jurnal Agritechno*, 70-77.
- Arif, C., dan Caroline, M. B. (2023). Optimasi Sistem Irigasi Bawah Permukaan untuk Peningkatan Produktivitas Tanaman dan Air dengan Algoritma Genetika. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 8(02), 85-94.
- Arif, C., Setiawan, B. I., Saptomo, S. K., Matsuda, H., Tamura, K., Inoue, Y., Hikmah, Z. M., Nugroho, N., Agustiani, N., dan Suwarno, W. B. (2021). Performances of sheet-pipe typed subsurface drainage on land and water productivity of paddy fields in Indonesia. *Water (Switzerland)*, 13(1), 1-13.
- ASTM. (n.d.). ASTM E11: *Standard specification for woven wire test sieve cloth and test sieves*. American Society for Testing and Materials.
- Aurelia, Z., Warganda, W., dan Maulidi, M. (2023). Pengaruh Arang Sekam Sebagai Campuran Media Tanam Dan Pemberian Ga₃ Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kubis Bunga Pada Tanah Aluvial. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(3), 481-487.
- Ayars, J. E., Fulton, A. L. A. N., dan Taylor, B. (2015). Subsurface drip irrigation in California—Here to stay?. *Agricultural water management*, 157, 39-47.
- Blanco-Canqui, H., dan Lal, R. (2004). Mechanisms of soil compaction and its impact on soil structure and water movement. *Soil and Tillage Research*, 79(1), 7–17.
- Brady, N.C., dan Weil, R.R. (2016). *The Nature and Properties of Soils (15th ed.)*. Pearson Education.
- Camp, C. R., dan Lamm, F. R. (2003). Irrigation systems, subsurface drip. *Encyclopedia Water Science*, 560-564.
- Devasirvatham, V., (2008)., *Improved Lettuce Establishment by Subsurface Drip Irrigation*. University of Western Sydney

- Diamantopoulos, E., dan Elmaloglou, S. (2012). The effect of drip line placement on soil water dynamics in the case of surface and subsurface drip irrigation. *Irrigation and Drainage*, 61(5), 622-630.
- Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air Departemen Pertanian. (2008). *Pedoman Irigasi Bertekanan (Irigasi Sprinkler dan Irigasi Tetes)*. Jakarta
- Efriandi, E. (2018). Uji Pengaliran Air Melalui Pipa Berlubang Untuk Irigasi Bawah Tanah Di Lahan Pasang Surut. In Seminar Nasional Hari Air Sedunia , 1(1), 72-78.
- Eltarabily, M. G., Mohamed, A. Z., Begna, S., Wang, D., Putnam, D. H., Scudiero, E., dan Bali, K. M. (2024). Simulated soil water distribution patterns and water use of Alfalfa under different subsurface drip irrigation depths. *Agricultural Water Management*, 293, 108693.
- Grabow, G. L., Huffman, R. L., Evans, R. O., Jordan, D. L., dan Nuti, R. C. (2006). Water distribution from a subsurface drip irrigation system and dripline spacing effect on cotton yield and water use efficiency in a coastal plain soil. *Transactions of the ASABE*, 49(6), 1823-1835.
- Gusta. (2017). *Pengantar Ilmu Tanah*. Jakarta: Rineka Cipta
- Gustiara, Y. (2020). *Pola Pembasahan Tanah Ultisol Menggunakan Emitter Keramik Berpori Pada Beberapa Kedalaman Penempatan Dripline* (Skripsi, Universitas Sriwijaya). Universitas Sriwijaya
- Handayani, T., dan Wahyuni, D. (2016). Pengaruh sifat fisik tanah terhadap konduktivitas hidrolik jenuh pada lahan pertanian produktif di Desa Arang Limbung Kalimantan Barat. *Prisma Fisika*, 4(1).28-35
- Hillel, D. (1998). *Environmental Soil Physics*. Academic Press.
- Hillel, D. (2004). *Introduction to Environmental Soil Physics*. Academic Press.
- Iskandar, K.H., Endo Argo Kuncoro, Fidel Harmanda Prima. (2021). Distribusi Air Irigasi Bawah Permukaan Menggunakan Emitter Berbahan Spons Selulosa Abrasif pada Media Tanam Campuran Arang Sekam dan Tanah Ultisol. Laporan Penelitian. LPPM Universitas Sriwijaya, Indralaya
- Jia, M. L., Wei, S., Liu, F., Zhang, Y. C., dan Shen, Y. J. (2024). Influence of soil texture and drip emitter flow rate on soil water movement under subsurface drip irrigation. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 32(0), 1-10.
- Jury, W. A., dan Horton, R. (2004). *Soil physics*. John Wiley dan Sons.
- Kandelous, M. M., dan Šimůnek, J. (2010). Numerical simulations of water movement in a subsurface drip irrigation system under field and laboratory conditions using HYDRUS-2D. *Agricultural Water Management*, 97(7), 1070–1076.
- Kandelous, M. M., Šimůnek, J., Van Genuchten, M. T., dan Malek, K. (2011). Soil water content distributions between two *emitters* of a subsurface drip irrigation system. *Soil Science Society of America Journal*, 75(2), 488-497.

- Kusuma, M. N., dan Yulfiah, Y. (2018). Hubungan porositas dengan sifat fisik tanah pada infiltration gallery. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (43-50).
- Kusumastuti, A. (2014). Soil Available PDynamics, pH, Organic-C, and P Uptake of Patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.) at Various Dosages of Organic Matters and Phosphate in Ultisols. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 14 (3), 145-151.
- Lal, R., dan Shukla, M. K. (2004). *Principles of Soil Physics*. Marcel Dekker.
- Li, J., Rao, M., dan Zhang, J. (2004). Wetting patterns and nitrate distributions in layered soils from a point source. *Irrigation Science*, 23(3), 133–143.
- Murachmad, D.A. (2017). Hubungan bulk density dan permeabilitas tanah di Wilayah Kerja Migas Blok East Jabung. *Jurnal Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi Lemigas*, 51(1), 3-7.
- Mustawa, M., Abdullah, S. H., dan Putra, G. M. D. (2017). Analisis efisiensi irigasi tetes pada berbagai tekstur tanah untuk tanaman sawi (*Brassica juncea*). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 5(2), 408-421.
- Ngadisih, M.M., dan Goenadi, S., 2008. Pengaruh Debit Pemberian Air Secara tetes terhadap Pola Pembasahan Tanah Pasiran. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian*, Yogyakarta, 18-19 November 2018.
- Osman, K. T. (2012). *Soils: principles, properties and management*. Springer Science dan Business Media.
- Reich, D., Godin, R., Chavez, J., dan Broner, I. (2014). *Subsurface Drip (SDI)*. 4, 13. www.geoflow.com
- Septiaji, E. D., Bimasri, J., dan Amin, Z. (2024). Karakteristik sifat fisik tanah ultisol berdasarkan tingkat kemiringan lereng. *AGRORADIX: Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(2), 41-49.
- Skaggs, T. H., Trout, T. J., dan Rothfuss, Y. (2010). Drip irrigation water distribution patterns: effects of emitter rate, pulsing, and antecedent water. *Soil Science Society of America Journal*, 74(6), 1886-1896.
- Subardja, D., Dariah, A., Mulyani, A., dan Sukarman, H. (2014). *Karakteristik dan pengelolaan tanah ultisol untuk pertanian berkelanjutan*. Balai Penelitian Tanah.
- Suci, R. T., Manfarizah, M., dan Basri, H. (2022). Penentuan Nilai Konduktivitas Hidrolik Jenuh pada Beberapa Jenis Tanah dan Penggunaan Lahan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(4), 1015-1021.
- Thaha, S. (2021). *Transformasi Sekam Padi (Pirolisis)*. CV Jejak (Jejak Publisher).
- USDA. (1987). *Soil mechanics level I - Module 3: USDA textural soil classification study guide*. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service, National Employee Development Staff.
- Utomo, M. (2016). *Dasar - Dasar dan Pengelolaan Ilmu Tanah*. Jakarta: Prenada Media Group.

- Yuswari, E. (2016). Aplikasi Sistem Irigasi Bawah Tanah (*Sub-irrigation*) Dengan Memanfaatkan Limbah Cair Pabrik Karet Sir 20 Sebagai Air Irigasi Pada Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 5(1).
- Zur, B. (1996). *Wetted soil volume as a design objective in trickle irrigation*. *Irrigation Science*, 16, 101–105.