

SKRIPSI

**POLA PEMBASAHAN TANAH ULTISOL
PADA BEBERAPA DEBIT EMITER KERAMIK
BERPORI MENGGUNAKAN SISTEM IRIGASI TETES
BAWAH PERMUKAAN**

***ULTISOL SOIL WETTING PATTERN IN SEVERAL
DISCHARGE OF POROUS CERAMIC EMITTER USING
SUBSURFACE DRIP IRRIGATION
SYSTEM***



**Tri Sukma Rani
05021381621059**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

SKRIPSI

POLA PEMBASAHAN TANAH ULTISOL PADA BEBERAPA DEBIT EMITER KERAMIK BERPORI MENGGUNAKAN SISTEM IRIGASI TETES BAWAH PERMUKAAN

**Diajukan Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya**



**Tri Sukma Rani
05021381621069**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

Skripsi dengan judul “Pola Pembasahan Tanah Ultisol Pada Beberapa Debit Emi-
ter Keramik Berpori Menggunakan Sistem Irigasi Tetes Bawah Permukaan” oleh
Tri Sukma Rani telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas
Pertanian Universitas Sriwijaya pada 15 Juli 2020 dan telah diperbaiki sesuai
saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

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

Ketua/Sekretaris

(.....*K.H. Iskandar*.....)

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

Anggota

(.....*Puspitahati*.....)

3. Ir. HaisenHower, MP.
NIP 196612091994031003

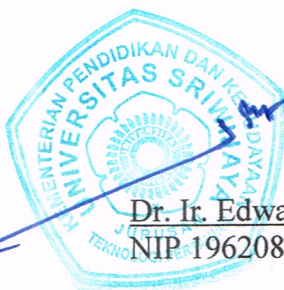
Anggota

(.....*HaisenHower*.....)

Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian

Indralaya, Juli 2020

Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian



Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.
NIP 196208011988031002

Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.

Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.
NIP 196210291988031003

LEMBAR PENGESAHAN

POLA PEMBASAHAN TANAH ULTISOL PADA BEBERAPA DEBIT EMITER KERAMIK BERPORI MENGUNAKAN SISTEM IRIGASI TETES BAWAH PERMUKAAN

SKRIPSI

sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknologi pertanian
pada fakultas pertanian universitas sriwijaya

Oleh:
Tri Sukma Rani
05021381621069

Indralaya, Juli 2020

Pembimbing I


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

Mengetahui,
Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP.196012021986031003

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tri Sukma Rani

NIM : 05021381621059

Judul : Pola Pembasahan Tanah Ultisol pada Beberapa Debit Emiter Keramik Berpori Menggunakan Sistem Irigasi Tetes Bawah Permukaan

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dibuat di dalam skripsi ini merupakan hasil praktek saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiat dalam skripsi 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.



Indralaya, Juli 2020



Tri Sukma Rani

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT Atas nikmat dan izinNya Penulis bisa melanjutkan Pendidikan perguruan Tinggi hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian dengan judul “Pola Pembasahan Tanah Ultisol pada beberapa debit emiter Keramik Berpori menggunakan sistem Irigasi Tetes Bawah Permukaan”. Sholawat dan salam selalu tercurah bagi junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat serta pengikutnya sampai akhir zaman.

Penulis sangat berterimakasih kepada bapak Ir. K.H.Iskandar M.Si yang telah sabar menghadapi penulis dan selalu membimbing penulis hingga mendapatkan gelar dan penulis juga berterimakasih kepada para bapak/ ibu dosen beserta staf administrasi dan teman-teman yang telah memberikan bimbingan dan bantuan kepada penulis. Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada Yth. Bapak Ir. Heisen Hower, MP, dan Ibu Dr. Puspitahati, S.TP, M.Si. yang telah bersedia memberikan saran dan bimbingan pada skripsi ini

Penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran kepada seluruh pembaca supaya dapat menjadi lebih baik. Semoga skripsi ini dapat memberikan pengetahuan yang lebih luas kepada pembaca.

Indralaya, Juli 2020

Tri Sukma Rani

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH.....	x
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN... ..	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Irigasi Tetes	3
2.1.1. Komponen Irigasi Tetes	5
2.1.2. Emiter Keramik.....	6
2.1.3. Tekanan Dan Debit	6
2.2. Sifat Fisik Tanah	7
2.2.1. Pengertian Tanah.....	7
2.2.2. Jenis Tanah	7
2.2.3. Tekstur Tanah.....	8
2.2.4. <i>Bulkdensity</i>	9
2.2.5. Porositas Tanah	10
2.2.6. Infiltrasi Dan Perkolasi	12
2.2.7. Kadar Air Tanah.....	12
2.2.7.1. Kadar Air Kapasitas Lapang dan Titik Layu Permanen	13
2.3. Pola Pembasahan.....	13
2.4. Keramik.....	14
2.4.1. Pengertian Keramik.....	14
2.4.2. Proses Pembuatan Keramik	14

	Halaman
2.4.3. Tahap Pengeringan.....	16
2.4.4. Tahap Pembakaran.....	17
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN.....	19
3.1. Tempat dan Waktu	19
3.2. Alat dan Bahan.....	19
3.3. Metode Penelitian.....	19
3.4. Cara Kerja Penelitian	20
3.4.1. Pembuatan Kotak Pengamatan.....	20
3.4.2. Pembuatan Emitter	20
3.4.3. Menyiapkan Tanah Tipikal	21
3.5. Pengamatan	22
3.6. Pengamatan Pola Pembasahan	22
3.7. Data yang Diamati.....	23
3.7.1. Data Primer	23
3.7.2. Data Sekunder	23
3.8. Parameter Pengamatan	23
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1. Pola Pembasahan Di Atas <i>Dripline</i>	24
4.2. Pola Pembasahan Di Bawah <i>Dripline</i>	27
4.3. Rasio Jarak Pembasahan Horizontal Terhadap vertikal pada rembesan dan resapan (H/V_a) dan (H/V_b).....	31
4.4. Hubungan Waktu Terhadap Jarak Horizontal dan Jarak Vertikal	32
4.5. Prediksi Pola Pembasahan	33
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan	37
5.2. Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Klasifikasi Infiltrasi Tanah	11
Tabel 2.2. Kandungan Kapasitas Lapang.....	13
Tabel 4.3. Rasio Jarak Horizontal Terhadap Vertikal Pada Rembesan dan Resapan Disetiap Perlakuan	32
Tabel 4.4. Hubungan Waktu Terhadap Jarak Rembesan Horizontal dan Vertikal pada Ketiga Perlakuan Debit Emiter	33
Tabel 4.5. Hubungan waktu terhadap Jarak Resapan Horizontal dan Vertikal pada Ketiga Perlakuan Debit Emiter	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1. Hasil Regresi dan Analisis Pola Pembasahan Horizontal dan Vertikal diatas Dripline dengan Debit Rata-Rata 6,6 ml/menit	24
Gambar 4.2. Hasil Regresi dan Analisis Pola Pembasahan Horizontal dan Vertikal diatas Dripline dengan Debit Rata-Rata 8,3 ml/menit	25
Gambar 4.3. Hasil Regresi dan Analisis Pola Pembasahan Horizontal dan Vertikal diatas Dripline dengan Debit Rata-Rata 10 ml/menit	25
Gambar 4.4. Hasil Regresi dan Analisis Pola Pembasahan Horizontal dan Vertikal dibawah Dripline dengan Debit Rata-Rata 6,6 ml/menit	29
Gambar 4.5. Hasil Regresi dan Analisis Pola Pembasahan Horizontal dan Vertikal dibawah Dripline dengan Debit Rata-Rata 8,3 ml/menit	30
Gambar 4.6. Hasil Regresi dan Analisis Pola Pembasahan Horizontal dan Vertikal dibawah Dripline dengan Debit Rata-Rata 10 ml/menit	31
Gambar 4.7. Pola Pembasahan Hubungan Jarak Horizontal Terhadap Vertikal Diatas <i>Dripline</i>	34
Gambar 4.8. Pola Pembasahan Hubungan Jarak Horizontal Terhadap Vertikal Dibawh <i>Dripline</i>	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram penelitian	41
Lampiran 2. Diagram alir pembuatan emitter	42
Lampiran 3. Pembuatan kotak pengamatan	43
Lampiran 4. Hasil Pengamatan Pola Pembasahan	44
Lampiran 5. Persamaan regresi polynomial terhadap rembesan pada ketiga perlakuan.....	49
Lampiran 6. Persamaan regresi polynomial terhadap resapan pada ketiga perlakuan.....	50
Lampiran 7. Data Pengukuran Kadar Air Tanah	51
Lampiran 8. Perhitungan Suhu dan Kelembaban	51
Lampiran 9. Keseragaman Debit Emiter	51
Lampiran 10. Konduktifitas Hidrolik Emiter	51
Lampiran 11. Aplikasi Persamaan Hubungan waktu terhadap rembesan horizontal dan vertikal pada ketiga perlakuan	52
Lampiran 13. Aplikasi Persamaan Hubungan waktu terhadap resapan horizontal dan vertikal pada ketiga perlakuan	53
Lampiran 14. Data Perhitungan porositas	54
Lampiran 15. Hasil analisis tekstur tanah di laboratorium	55
Lampiran 16. Foto Pengamatan	56

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Irigasi didefinisikan sebagai pemberian air pada tanah untuk keperluan pertumbuhan tanaman. Menurut Hadiutomo (2012) irigasi tetes merupakan metode pemberian air secara langsung, baik pada daerah akar maupun permukaan tanah secara kontinu ataupun secara perlahan-lahan. Dan memiliki efisiensi penggunaan air mencapai 80%-95%. Irigasi tetes yang dikenal sebagai *drip* atau *trickle irrigation* merupakan salah satu metode pemberian air ketanaman didekat zona perakaran melalui suatu alat yang disebut *emitter* baik yang tunggal maupun berbentuk rangkaian atau deretan emitter sejajar baris tanaman yang di benamkan pada kedalaman tertentu yang di sebut dengan *drip line* (Prabowo, 2004). Sistem irigasi tetes bawah permukaan (*Subsurface drip irrigation*) membutuhkan komponen yang dapat memberikan air dengan debit yang rendah secara terus-menerus. Alat- alat aplikasi irigasi bawah permukaan tanah yang biasa digunakan yaitu emitter, pot, pipa poros, selang dan sebagainya (Elyphyson *et al.*, 2000)

Irigasi tetes bawah permukaan (*subsurfaces drip irigation*) merupakan salah satu teknologi dibidang pertanian yang memberikan nilai yang lebih efisien dan efektif dalam penggunaan air pada pertumbuhan tanaman, yaitu dengan cara memberikan air langsung dizona perakaran tanaman sesuai, dengan kebutuhan tanaman, sehingga menghemat tenaga kerja untuk irigasi Jaringan irigasi tetes menggunakan bahan yang menggunakan pipa polimer seperti *PolyVynil Chloride* (PVC) dan *Polyethylene* (PE). Pipa berfungsi untuk mendistribusikan air ke *emitter*. *Emitter* merupakan alat penyebar air, *emitter* diletakkan didekat zona perakaran tanaman dan tanah. Semakin dekat ke tanah semakin efisien air yang diterima tanah dan tanaman, karena semakin besar daerah yang terbasahi semakin tinggi kelembaban tanah. Semakin dekat jarak *emitter* maka semakin banyak daerah yang terbasahi. *Emitter* meneteskan air secara langsung ke tanah dengan tanaman.

Emitter mengeluarkan air hanya beberapa liter per jam. Daerah yang terbasahi *emitter* tergantung pada jenis tanah, kelembaban tanah dan permeabilitas tanah. *Emitter* yang menghasilkan aliran air harus relatif kecil dengan debit yang mendekati konstan, serta penampang *emitter* harus relatif besar untuk mengurangi sumbatan *emitter* dipasang di dekat tanaman dan tanah. Semakin dekat ke tanah semakin efisien air yang diterima tanah dan tanaman karena semakin besar daerah yang terbasahi semakin tinggi kelembaban tanah. Semakin dekat jarak *emitter* maka semakin banyak daerah yang terbasahi (Hansen, 1986).

Pemberian air dengan memanfaatkan sistem irigasi yang tepat seperti irigasi tetes bawah permukaan dapat mengontrol debit aliran air dan mempertahankan ketersediaan air secara tepat pada media tanam di zona perakaran dan mampu meningkatkan produktivitas tanaman (Novyanti, 2013). Pemilihan kedalaman dalam menempatkan *emitter* berbeda-beda dipengaruhi oleh karakteristik tanaman, tanah dan iklim. Sistem irigasi tetes bawah permukaan biasanya menempatkan *emitter* dibawah permukaan tanah pada kedalaman antara 0,2 sampai 0,7 meter sesuai dengan perkembangan akar tanaman (Camp, 1998), Sedangkan untuk tanaman hortikultura yang memiliki akar yang dangkal biasanya *emitter* diletakan pada kisaran kedalaman 5 cm sampai 20 cm (Devasirvatham, 2008). Kedalaman *emitter* yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan air pada akar tanaman akan meningkatkan produktivitas. Penempatan *emitter* akan mempengaruhi jumlah air yang dapat masuk ke daerah perakaran tanaman sehingga dibutuhkan penempatan *emitter* secara tepat agar dapat meminimalkan kelebihan dalam pemberian air dan mempertahankan kelengasan tanah sehingga dapat meningkatkan efisiensi penyimpanan air di daerah perakaran tanaman (Molden, 2007).

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan debit terbaik dari *emitter* keramik yang dapat dilihat dari jarak pembasahan horizontal dan nilai RasioH/V.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Taufik 2013. *Evaluasi Kinerja Sistem Distribusi Air pada Pdam Tirta Pakuan di Perumahan Griya Melati Bogor*, Jawa Barat[Skripsi]. Bogor(ID):Institut Pertanian Bogor.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Buckman, H. O. dan Nyle, C. B., 1982. *Ilmu Tanah*. Terjemahan Prof. Dr. Soegiman. Penerbit Bharata Karya Aksara. Jakarta..
- Camp, C.R., 1998. *Subsurface drip irrigation : A Review*. *Transaction of Th ASAE* [online], 41 (5), 1335-1367.
- Devasirvatham, V., 2008. *Improved Lettuce Establishment by Subsurface Drip Irrigation*. University of Western Sydney.
- Direktorat Bina Produksi Hortikultura. 1998. Irigasi Mikro. Penerapan Irigasi Tetes. Jakarta: Direktorat Bina Produksi Hortikultura, Departemen Pertanian
- Elphyson, T., Nora, H. P., dan Prastowo.,2000. Rancangan Jaringan Irigasi Tetes untuk Tanaman Cabai Merah Hibrida (*Capsicum annum* var. *longum*L.) di Proyek Resinda, Kerawang.*Jurnal KeteknikanPertanian*. 14 (2): 90-107.
- Erizal, 2003. *Aplikasi Teknologi Irigasi Sprinkler dan Drip*. Lembaga Penelitian IPB. Bogor
- Hadiutomo, K. 2012. *Mekanisasi Pertanian*. IPB Press. Bogor
- Hakim, N, M. Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S. G. Nugroho, M. R. Saul, M. Diha, G. B. Hong, dan H. H. Bailey,. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. UNILA.
- Hansen, V.E . (1986). *Dasar-dasar dan Praktek irigasi*. Jakarta: Erlangga.
- Hansen, V. E., O. W. Israelsen dan G. E. Stringham, 1992. *Dasar-Dasar dan praktek Irigasi*. Penerjemah: Endang. Erlangga, Jakarta.
- Hardjowigeno., 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akamedika Pressindo. Jakarta.
- Hardjowigeno, S., 2003. *Ilmu Tanah*. Penerbit Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. dan Widiatmaka., 2007. *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tataguna Lahan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Hermantoro., 2006. Pengembangan Sistem Irigasi Pipa Gerabah Bawah Permukaan pada Lahan Kering. *Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian*. STIPER Yogyakarta. Sleman Yogyakarta. 29-30 November 2006.
- Hidayat, R. 2019. *Pola Pembasahan pada beberapa komposisi emitter keramik irigasi tetes baawah permukaan* (Skripsi). Universitas sriwijaya. Ogan Ilir
- Intara, Y.I., Sapei, A., Erizal, Sembiring, N. dan Djeofrie, M. H. B., 2011. Pengaruh Pemberian Bahan Organik pada Tanah Liat dan Lempung Berliat terhadap Kemampuan Mengikat Air. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 16 (2): 130– 135.
- Irawan, D., 2016. *Pengaruh Kedalaman Air di Reservoir terhadap Produksi Tanaman Mentimun (Cucumis sativus L.) dengan Sistem Irigasi Bawah Permukaan*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- James, L. G., 1982, *Principle of Farm Irrigation System Design*, John Wiley and Sons Inc. New York
- Kohnke, H. and A. R. Bertrand. 1959. *Soil Conservation*. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York.
- Kurnia, U., Agus, F., Adimihardja, A., dan Dariah, A., 2006. *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. BBSDL – Litbang Deptan. Bogor.
- K.E Saxton and W.J. rawls ., 2006. *Soil Water Characteristic Estimates By Tuxture And Organic Matter For Hydrologic Solution*. Published In The Soil Science Society Of America Journal. 70:1569-1578
- Lawrence., 1994. Three Parameter Lognormal Distribution Model For Soil Water Retention. *Water Resour. Res* 30 : 891-901.
- Marpaung, R. (2013). Estimasi nilai ekonomi air dan eksternalitas lingkungan pada penerapan irigasi tetes dan alur di lahan kering Desa Pejarakan Bali. *Jurnal Sosial Ekonomi Pekerjaan Umum*, 5(1), 65-75.
- Melinda, J. D., 2017. *Pengaruh Volume Pemberian Air terhadap Efisiensi Penyimpanan Air dan Hasil Tanaman Selada (Lactuca sativa L.) menggunakan Irigasi Tetes Bawah Permukaan*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Molden, D.J., 2007. *Water for Food Water for Life : A Comprehensive Assesment of Water Management in Agriculture*. International Water Management Institute. Colombo

- Murti Laksono, K. dan Wahyuni, E.D., 2004. Hubungan Ketersediaan Air Tanah Dan Sifat-Sifat Dasar Fisika Tanah. *Jurnal Tanah Dan Lingkungan*, Vol. 6
- Napoleon, A. dan Fitri, S. N. A., 2011. Respon Tanaman Selada terhadap Pupuk Organik pada Ultisol dan Inceptisol. *Prosiding Seminar dan Kongres Nasional Himpunan Ilmu Tanah Indonesia*. Universitas Sebelas Maret.
- 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.
- Notohadiprawiro, 1998. *Tanah dan lingkungan*. Jakarta: Depdikbud
- Novyanti, A., 2013. *Laju Dan Waktu Pemberian Air Menggunakan Sistem Irigasi Tetes Terhadap Efisiensi Pemberian Air dan Produksi Selada Daun*. (Skripsi) (Tidak Dipublikasikan). Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya.
- Pairunan, A.K, L. Nanere, Arifin, Solo, S.R. Tangkaisari, J. L. Lalopua, B. Ibrahim dan H. Asmadi. 1997. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Bagian Timur. Makassar
- Pandutama, M. H., Mudji Harjati, A., Suyono dan Wustamidin, 2003. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Buku Ajar. Universitas Jember.
- Panudju, T.I., 2010. *Pedoman Teknis Pengembangan Irigasi Bertekanan*. Jakarta: Direktorat Pengelolaan Air.
- Phull, A.M., and Babar, M.M., 2012. Summulation Of Soil Wetting Pattern Of Subsurface Drip Irrigation System. *Sixteenth International Water Technology Conference, IWTC 16 2012, Istanbul, Turkey*
- Prabowo, A., Abi. P, dan Agung. H. 2004. *Pengelolaan Irigasi Hemat Air Di Lahan Kering Aplikasi Irigasi Tetes Dan Curah*. Makalah Seminar. Balai Besar Pengembangan
- Prasudi, M.F., 2012. *Pembakaran Keramik*. Widya Iswara PPPPTK Seni dan Budaya. Yogyakarta. Mekanisasi Pertanian: Serpong.
- Prastowo, A., 2002, *Prosedur Rancangan Irigasi Tetes*, Bogor, Laboratorium Teknik Tanah dan Air – Jurusan Teknik Pertanian- IPB
- Prastowo, 2003. *Teknologi Irigasi Hemat Air*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Ilmu Teknik untuk Pertanian Tropika (CREATA), Lembaga Penelitian – IPB

- Putra, A. E., Sumono., Ichwan, N., Susanto, E. 2013. Kajian Laju Infiltrasi Tanah Berbagai Penggunaan Lahan Di Desa Tongkoh Kecamatan Dolat Rakyat Kabupaten Karo. *Jurnal Rekayasa Pangan Dan Pertanian*. 1(2):38-44
- Saleh, E., 2000. *Kinerja Sistem Irigasi Kendi untuk Tanaman di Daerah Kering*. Disertasi (dipublikasi). Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Sarief, S., 1986. *Ilmu Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- Sidabutar, T.E., 2017. Pembuatan Dan Karakterisasi Keramik Magnesium Alumina Silika Dari Abu Vulkanik Gunung Sinabung. *Jurnal Teknik Mesin*: Vol. 06 : 28-35.
- Syahrudin, M.H., 2014. Persamaan Aliran Air Dalam Media Berpori Sebagai Aliran Airtanah (*Groundwater*). 16-17 Oktober 2014, Denpasar-Bali. *Simposium Fisika Nasional 2014 (SFN XXVII)*
- Utomo, M. 2016. *Dasar-Dasar dan Pengelolaan Ilmu Tanah*. Jakarta: Prenada Media Group
- Wiryasa, N. M.A., 2010. *Pengaruh Suhu Pembakaran Terhadap Karakteristik Genteng*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
- Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.