

APLIKASI METODE ELEKTROOSMOSIS PADA TANAMAN SAWI (*BRASSICA JUNCEA*) DENGAN VARIASI JENIS TANAH DAN TEGANGAN

Joko Prasetyo^{(1)*}, La Choviya Hawa⁽²⁾, Nur Ida Winny Yosika⁽³⁾
Jurusan Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
*Penulis korespondensi, Email: jprasetyo2241@gmail.com
Email: el_c_ha@yahoo.com, Email: winniyosika8@gmail.com

Elektroosmosis adalah metode untuk mengatur ketersediaan air dengan memanfaatkan arus listrik satu arah (DC) secara langsung. Dua elektroda dipasang pada tanah dan dialirkan listrik, maka air yang terkandung di dalam tanah akan bergerak dari elektroda positif menuju elektroda negatif. Air merupakan sumber daya dan faktor determinan yang menentukan kinerja sektor pertanian. Kelangkaan air menjadi kendala utama dalam pengelolaan lahan kering. Air yang dipertahankan oleh elektroda akan memudahkan akar dalam menyerap air dengan memanfaatkan prinsip elektroosmosis. Pada penelitian ini, akan dilakukan pengamatan laju penarikan air dan pertumbuhan tanaman sawi menggunakan metode elektroosmosis pada berbagai tegangan input (5, 12 dan 24 volt) dan kombinasi jenis tanah (liat, kompos dan pasir). Perlakuan terbaik yaitu pada tegangan input 12 volt dengan kombinasi tanah dominan liat yang terdiri dari 40% tanah liat, 30% kompos dan 30% pasir.

Kata kunci : Elektroosmosis, Tanah, Sawi

1. PENDAHULUAN

Lahan non teknis dapat disebut lahan kering merupakan hamparan lahan yang hampir tidak pernah digenangi atau tergenang air dalam waktu setahun. Produktivitas lahan kering di Indonesia masih rendah. Hal ini terjadi akibat kurangnya kandungan unsur hara tanah, eksploitasi lahan yang menurunkan kadar keasaman tanah ($\text{pH} \leq 5$) dan ketersediaan air yang hanya bergantung pada curah hujan (Santoso, 2008). Air merupakan sumber daya dan faktor determinan yang menentukan kinerja sektor pertanian, karena tidak ada satu pun tanaman pertanian yang tidak memerlukan air. Pada lahan non teknis penyediaan air terkendala pada sistem distribusi dari sumber mata air menuju lahan (Pratama, 2012). Selain itu laju infiltrasi air hujan pada lahan non teknis tergolong tinggi sehingga air cepat terserap menjauhi daerah perakaran tanaman (Ayu *et al*, 2013). Irigasi pada lahan kering bergantung pada air hujan dan irigasi suplemen. Irigasi suplemen untuk tanaman diperlukan sebagai pelengkap (*complementary*) apabila curah hujan tidak mencukupi untuk mengkompensasikan kehilangan air tanaman yang disebabkan oleh evapotranspirasi. Irigasi suplemen bertujuan untuk memberikan air yang dibutuhkan tanaman pada waktu, volume dan interval yang tepat (Haryati,

2014). Elektroosmosis merupakan salah satu metode untuk mengatur ketersediaan air dengan memanfaatkan arus listrik satu arah (DC) secara langsung. Arus listrik ini akan mengikat air dan membawanya bergerak mengikuti arah aliran listrik tersebut. Jika dua elektroda dipasang pada tanah yang lembab dan dialirkan listrik, maka air yang terkandung di dalam tanah akan bergerak dari elektroda positif menuju elektroda negatif (Andi dkk, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penarikan molekul air tanah dan pertumbuhan tanaman sawi dengan metode elektroosmosis. Penelitian ini menggunakan 3 variasi tegangan input yaitu 5 volt, 12 volt dan 24 volt. Media tanam sawi yang digunakan dari campuran tiga jenis tanah yaitu tanah liat, kompos dan pasir

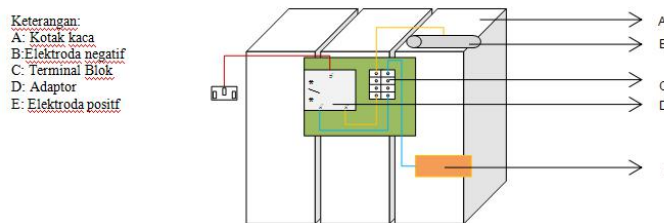
2. METODE

Penelitian ini menggunakan 3 jenis adaptor (5, 12 dan 24 volt), *Chamber* kaca berukuran 30x15x30 cm, timah, *Printed Circuit Board* (PCB), Kabel, Oven Memmert UL30, Timbangan Analitik, Multimeter digital, solder, gergaji, papan kayu dan penggaris. Bahan yang digunakan antara lain air, tanah liat dari area persawahan Merjosari, Malang, Pasir dari Karanploso, Malang dan Kompos dari

UPT Kompos UB, dan bibit tanaman sawi dari desa Ngroto, Pujon.

Tanah liat, pasir dan kompos dicampur sesuai dengan komposisi kombinasi perlakuan yaitu dominan liat (40:30:30), dominan kompos (30:40:30) dan dominan pasir (30:30:40). Kombinasi tanah dimasukkan ke kotak kaca sampai ketinggian 15 cm. ketinggian tanah dibagi menjadi 3 ketinggian yaitu ketinggian 0-5cm, ketinggian 6-10 cm dan ketinggian 11-15 cm. Tanah pada ketinggian 2-5 cm diberi penambahan 1 Liter air pada masing-masing kotak kaca. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan keadaan jenuh dan ketersediaan air yang sama pada ketiga campuran jenis tanah. Elektroda positif menggunakan tembaga dan elektroda negatif menggunakan logam timah yang dibentuk spiral. Terdapat 3 jenis adaptor

berdasarkan kemampuan mengalirkan tegangan keluaran, yaitu adaptor 5V, adaptor 12 V dan adaptor 24V. Satu jenis adaptor dipasangkan pada 3 kotak kaca yang berbeda jenis tanah. Adaptor dipasang pada papan kayu. Arus DC dari adaptor disambungkan pada terminal blok.. Kabel biru menyambungkan ke elektroda positif dan kabel kuning menyambungkan ke elektroda negative. Elektroda positif diletakkan di dasar *chamber* dan elektroda negative pada daerah permukaan tanah. Kedua elektroda dipasang di dalam tanah dengan jarak 10 cm. Penelitian ini ditempatkan pada kotak kaca (*chamber*). Pengujian dilakukan selama 20 hari. Pengujian dilakukan untuk mengambil data kadar air awal dan akhir tanah. Pengamatan tanaman sawi dilakukan setiap 3 hari selama 20 hari. Desain alat yang digunakan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Desain alat elektroosmosis

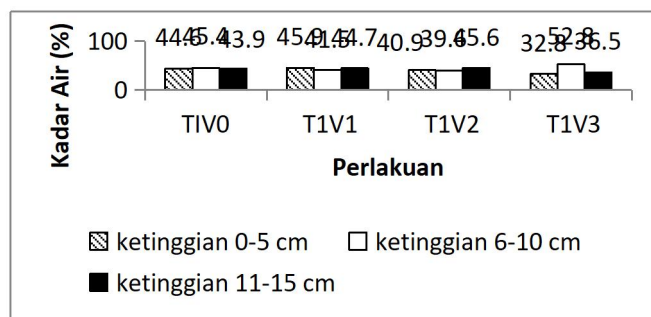
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar Air

Pengukuran kadar air awal tanah diperoleh hasil yang homogen. Pada pengukuran kadar air akhir, sampel tanah diambil pada masing-masing ketinggian. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perpindahan molekul air bersama aliran listrik.

Sistem elektroosmosis pada tanah dominan liat berjalan dengan baik di setiap perlakuan. Ketiga kotak kaca (*chamber*) diberikan tegangan listrik masing-masing sebesar 5 volt, 12 volt dan 24

volt. Hasil kadar air pada ketinggian 0-5 cm ke ketinggian 6-10 cm menurun dan ketinggian 6-10 cm ke ketinggian 11-15 cm meningkat. Hal ini disebabkan adanya peristiwa elektroosmosis yang dapat menarik molekul air dari kuadran 0-5 cm (dasar *chamber*) ke ketinggian 11-15 cm (bagian atas). Molekul air di dasar *chamber* terbawa ke permukaan tanah karena adanya aliran listrik dari elektroda negatif menuju elektroda positif (Darmawan *dkk*, 2013). Peningkatan dan penurunan kadar air dapat dilihat pada **Gambar 3.1**

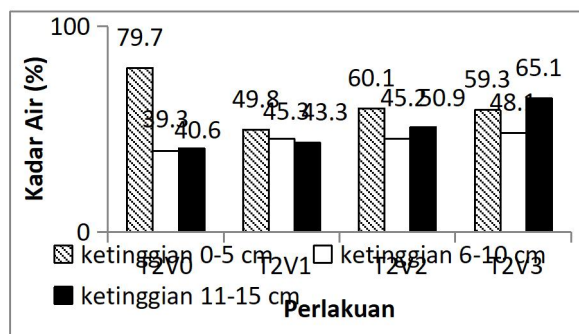


Gambar 3.1 Hubungan Nilai Kadar Air Tanah Dominan Liat pada Setiap Perlakuan

Pada **Gambar 3.1** terlihat bahwa perlakuan terbaik dalam penarikan molekul air adalah *chamber* keempat dengan pemberian tegangan listrik 24 volt. Atmaja dkk (2013) menyebutkan bahwa semakin tinggi tegangan listrik yang digunakan pada proses elektroosmosis, maka air yang terbawa juga semakin banyak dan waktunya cepat. Pada hasil penelitian ini berbeda karena elektroda timah dari *chamber* keempat putus, sehingga sistem elektroosmosis tidak berjalan dengan baik. Elektroda timah yang digunakan juga sangat rapuh karena sudah mengalami korosi. Elektroda merupakan komponen utama untuk menghantar arus listrik dalam proses

elektroosmosis. Faktor pemilihan material, bentuk dan jarak antar elektroda juga berpengaruh terhadap proses penarikan molekul air dengan sistem elektroosmosis (Alaydi, 2016). Korosi terjadi akibat reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungannya yang mengakibatkan penurunan kualitas mutu logam menjadi rapuh, kasar dan hancur (Sari, 2015).

Hasil kadar air pada tanah dominan kompos juga menunjukkan bahwa sistem elektroosmosis berjalan dengan baik. Terjadi penurunan dan peningkatan kadar air pada setiap ketinggian tanah yang ditunjukkan pada **Gambar 3.2**

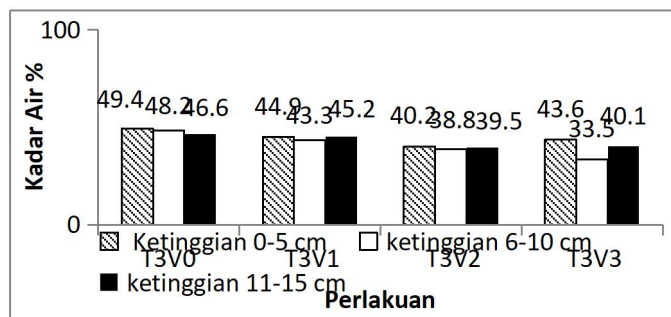


Gambar 3.2 Hubungan Nilai Kadar Air Tanah Dominan Kompos pada Setiap Perlakuan

Pada **Gambar 3.2** tampak bahwa semakin tinggi tegangan yang diberikan, maka kenaikan kadar air tanah semakin tinggi. Nilai kadar air tertinggi pada perlakuan tanah dominan kompos sebesar 65.1%. Kadar air tanah yang tinggi menandakan banyak molekul air yang terbawa aliran listrik. Hal ini dikarenakan bagian permukaan tanah didominasi kompos terjadi laju infiltrasi yang cepat, karena kompos mempunyai pori-pori partikel yang sedang dan cepat ter evaporasi (Hutabarat dkk, 2015). Peningkatan nilai kadar air tertinggi pada perlakuan tanah dominan kompos yang diberi tegangan 24 volt, yaitu kadar air dasar *chamber* 59.3% meningkat menjadi 65.1% pada permukaan tanah. Menurut Asadi *et al* (2013), elektroosmosis merupakan suatu fenomena elektrokinetik dimana air dapat mengalir mengikuti aliran listrik. Elektroosmosis mengalirkan air secara terus menerus melalui

jaringan partikel tanah, dimana gerakan ini dihasilkan pada lapisan difusi ganda atau film kelembaban yang didominasi oleh kation. Semakin lembab kondisi tanah, maka *transfer film* atau lapisan difusi semakin cepat dalam mengalirkan air.

Pada tanah dominan pasir yang mempunyai pori-pori tanah lebih besar, sistem elektroosmosis semakin terlihat penurunan dan peningkatan kadar air pada setiap perlakuan. Ketiga kotak kaca lain yang diberi perlakuan tegangan listrik (5 volt, 12 volt dan 24 volt) kadar air mengalami kenaikan. Kadar air tertinggi setelah elektroosmosis sebesar 45.2%. Hal ini membuktikan adanya peristiwa elektroosmosis yang membawa molekul air bersama aliran listrik dari dasar *chamber* ke bagian permukaan tanah. Arus listrik mengalir dari elektroda positif menuju elektroda negatif. Hal ini ditunjukkan pada **Gambar 3.3**



Gambar 3.3 Hubungan Nilai Kadar Air Tanah Dominan Pasir pada Setiap Perlakuan

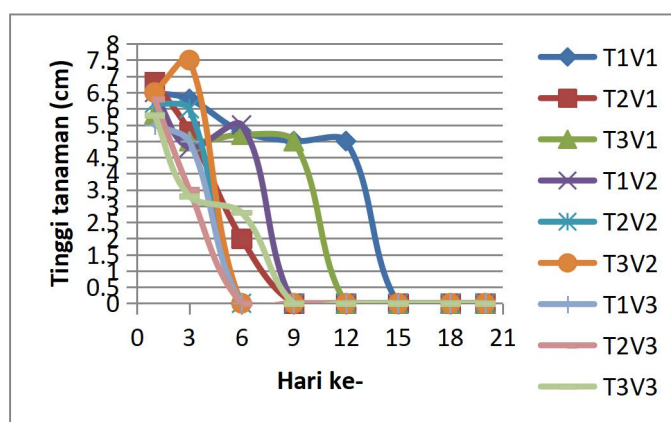
Pada Gambar 3.3 terlihat bahwa kadar air tanah dominan pasir dengan tegangan listrik terlihat bahwa perlakuan terbaik dalam menarik molekul air adalah *chamber* yang diberi tegangan listrik 24 volt dan perlakuan terbaik untuk mempertahankan kadar air pada *chamber* yang diberi tegangan 5 volt.. Semakin tinggi tegangan listrik yang diberikan, semakin tinggi air yang terbawa oleh aliran listrik sehingga kadar air disekitar elektroda positif menjadi tinggi. Pada proses elektroosmosis, pergerakan air dibawah pengaruh potensial listrik dan terutama dipengaruhi oleh porositas tanah dan zeta potensial dari media tanah. Prinsip dasar teknik elektroosmosis adalah menyalurkan arus searah (DC) melalui elektroda (anoda dan katoda) pada media porous dan lembab sehingga terjadi pergerakan molekul air di bawah medan listrik

(Sariningputri, 2012).

Pada semua perlakuan kontrol yang tidak diberikan tegangan listrik (V0), kadar air tanah terjadi penurunan kadar air pada setiap ketinggian. Terjadi laju infiltrasi pada tanah kontrol cepat dan air terevaoperasi saat siang hari. Hal ini juga dipengaruhi oleh jenis tanah, kandungan air tanah, bahan organik, jenis tanaman penutup tanah, topografi, cuaca dan curah hujan(Hutabarat, 2015).

B. Pertumbuhan Tanaman Sawi

Pengamatan pertumbuhan tanaman sawi dilakukan setiap 3 hari selama 20 hari. Pengamatan pertumbuhan sawi meliputi tinggi tanaman, diameter lebar daun dan jumlah daun. Hasil pengamatan diperoleh bahwa tanaman sawi yang diberikan tegangan listrik mati.



Gambar 3.4 Hubungan Tinggi Tanaman pada Setiap Perlakuan selama Masa Tanam

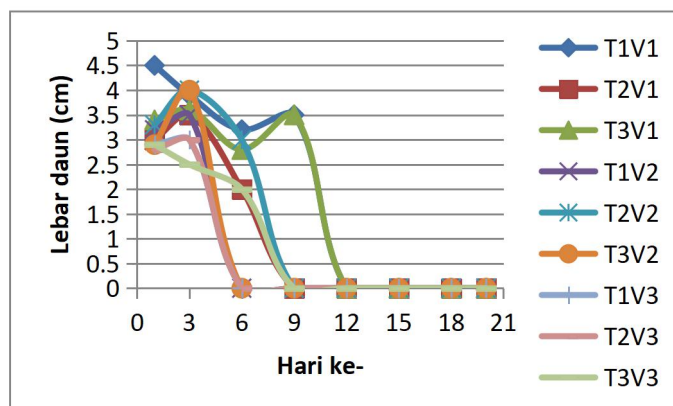
Tanaman yang diberikan tegangan listrik 5 volt dapat bertahan hidup sampai pada hari ke-12, sedangkan tanaman yang diberikan tegangan listrik 12 volt dapat hidup sampai hari ke-6 dan tanaman yang diberikan tegangan listrik 24 volt dapat hidup

sampai hari ke-6. Semakin besar tegangan listrik yang diberikan maka sawi akan lebih cepat mati. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi tegangan yang diberikan, nilai kadar air tanah di daerah perakaran tanaman sawi akan semakin tinggi.

Proses elektroosmosis menyebabkan tingginya akumulasi air di daerah perakaran tanaman sawi. Menurut Ramadhan dkk (2015), air berlebih menyebabkan adanya cekaman air di daerah perakaran yang merupakan masalah utama di banyak daerah pertanian. Cekaman air yang tercipta dapat menyebabkan stress yang cukup buruk pada tanaman karena adanya air yang berlebihan di lingkungan tanaman tersebut dapat menghalangi

tanaman dari kebutuhan akan karbondioksida dan cahaya untuk melakukan fotosintesis.

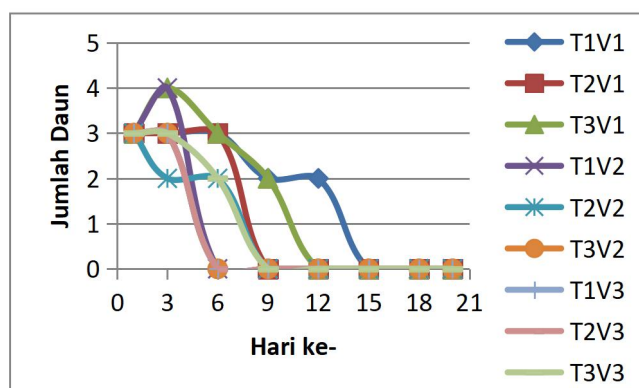
Hasil pengamatan perkembangan lebar daun sawi dengan perlakuan mudah menguning dan membusuk. Daun sawi yang menguning disebabkan oleh kurang cahaya matahari. Kurang cahaya dapat menyebabkan daun sawi menguning (Manik, 2007). Penurunan lebar daun sawi dapat dilihat pada **Gambar 3.5**.



Gambar 3.5 Hubungan Lebar Daun pada Setiap Perlakuan selama Masa Tanam

Tegangan listrik dapat menimbulkan *electric pulse* yang dapat mempercepat pertumbuhan tanaman hortikultura (Yi et al, 2012). Namun, pada penelitian diperoleh kesimpulan bahwa tegangan tinggi tidak baik untuk pertumbuhan tanaman.

Tegangan tinggi dapat membawa air lebih cepat dan membuka sel tanaman. Jika air yang terbawa berlebihan maka sel tanaman dapat lisis dan tanaman membusuk.



Gambar 3.6 Hubungan Jumlah Daun pada Setiap Perlakuan selama Masa Tanam

Pada **Gambar 3.6** terlihat penurunan jumlah daun tanaman sawi yang diberi perlakuan elektroosmosis. Tegangan listrik yang semakin tinggi menyebabkan tingginya kadar air di daerah perakaran tanaman menjadi tinggi. Kadar air yang

sesuai Mustangin (2016) menyebutkan bahwa sawi daging tidak dapat dibudidayakan pada air yang menggenang. Tanah yang cocok untuk ditanami sawi daging adalah tanah gembur, banyak mengandung humus, subur, serta pembuangan

airnya baik. Derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya adalah antara pH 6 sampai pH 7. Sawi juga harus mendapat cahaya matahari yang cukup. Kekurangan cahaya matahari menyebabkan daun sawi berwarna kuning.

Namun, Sawi tanpa perlakuan elektroosmosis masih bertahan hidup sampai hari ke 20. Panjang akar tanaman *tanpa perlakuan* meningkat. Panjang akar tanaman sawi yang meningkat paling tinggi pada perlakuan tanah dominan liat Tanah liat mempunyai pori-pori yang lebih kecil dan struktur tanah liat lebih padat yang mampu mengikat air (Hutabarat dkk, 2015).

4. KESIMPULAN

Sistem elektroosmosis mampu menarik air dari dasar *chamber* menuju keatas dengan aliran listrik. Semakin besar tegangan listrik yang digunakan maka, air yang terbawa bersama aliran listrik semakin banyak dan cepat. Semakin banyak molekul air yang terbawa ke atas *chamber*, kadar air atas *chamber* akan mengalami peningkatan. Namun, tanah yang berlalu basah atau kadar airnya terlalu tinggi dapat menyebabkan tanaman sawi daging membusuk dan mati. Sawi daging tumbuh paling baik pada tanah dominan liat yang terdiri dari 40% tanah liat, 30% kompos dan 30% pasir.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaydi, K. (2016). The Application of Electroosmosis in Clay Improvement : A Laboratory Investigation of Electrokinetics Use on Clay. Master's thesis in Infrastructure and Environmental Engineering. CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. Gothenburg, Sweden.
- Andi, T., Niken S, S, dan Noegroho, D. (2013). Penggunaan Metode Elektroosmosis Pada Tanah Lempung Yang Ditambah Abu Ampas Tebu Ditinjau Dari Parameter Kuat Geser Tanah. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil. Vol.1(4): hlm. 433-439
- Asadi, A., Huat, B.B.K., Nahazanan, H., Keykhah, H.A. 2013. Theory of Electroosmosis in Soil. International Journal of Electrochemical Science Vol. 8: pg 1016 – 1025.
- Atmaja, Y.R, Surjandari, N.S., As'ad, S. (2013). Pengaruh Penggunaan Elektroosmosis terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Lempung. E-Journal MATRIKS TEKNIK SIPIL Vol. 1 (4): hlm 30-37
- Ayu, I.W., Prijono,S., and Soemarsono. (2013). Assesment of Infiltration Rate under Different Drylands Types in Under-Iwes Subdistrict Sumbawa Besar, Indonesia. Journal of Natural Sciences Research Vol. 3 (10): 71-26.
- Darmawan, Suryaningtyas, D.T., Sariningpuri, J.M. (2013). Penerapan Elektroosmosis Untuk Pengeringan Sluge dari Pengolahan Limbah Cair. Jurnal Reaktor Vol. 4 (3) hlm: 204-210.
- Dewi, A. (2008). Pengaruh Hydrocooling dan Pengemas Terhadap Mutu Pak Choi (Brassica rapa var. Chinensis) Selama Transportasi Darat. Tesis Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Haryati, U. (2014). Teknologi Irigasi Suplemen untuk Adaptasi Perubahan Iklim pada Pertanian Lahan Kering. Jurnal Sumberdaya Lahan. Vol. 1 (7) : hlm. 43-57.
- Hutabarat, A.H., Sumono, Ichwan, N. (2015). Kajian Laju Infiltrasi Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Kebun Percobaan Kwala Bekala Usu Desa Durin Tonggal Kecamatan Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang. Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian. Vol. 3 (4): hlm. 503 – 511.
- Manan, A.A., Machfud, A.W. (2015). Pengaruh Volume Air dan Pola Vertikultur terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (Brassica juncea L.). Jurnal Agritech Vol. 12 (1): hlm 33-43.
- Manik, R. (2007). Pengaruh Warna Plastik dan Jenis Perekat terhadap Serangan Hama pada Tanaman Sawi (Brasicca juncea L.) di Polybag. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Medan Area. Medan.
- Mustangin, A.A. (2016). Budidaya Pakcoy (Brassica rapa L.) dengan Perlakuan Pemberian Pupuk Daun. Thesis Universitas Sebelas Maret. Solo.
- Pratama, A.A. (2012). Simulasi Piping dan Daya Dukung Tanah pada Bangunan Spillway Embung. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta

- Ramadhan, R.A., Avivi, S., Slameto. (2015). Studi Pertumbuhan tebu Toleran Cekaman Air Berdasarkan Karakter Fisiologis. *Jurnal Berkah Ilmiah Pertanian*. Vol. 10 (10): hlm. 10-14.
- Santoso, D. (2008). Teknologi Pengolahan Lahan Keing. *Jurnal Lokakarya Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi*. Balai Penelitian Tanah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Sari, S.P., Sumoni, Ichwan, N., dan Susanto, E. (2012). Kajian Laju Infiltrasi Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Desa Tanjung Putus Kecamatan Padang Tualang Kabupaten Langkat. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. Vol. 1 (1): hlm. 115-119.
- Sariningputri, J.M. (2012). Penerapan Elektroosmosis untuk Pengerinan Sludge Air Lindi dari Sampah dan Lumpur Endapan Pengolahan Air Minum. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Yi, J., Choi, J. Jung, Park. (2012). Effects of a Low-Voltage Electric Pulse Charged to Culture Soil on Plant Growth and Variations of Bacterial Community. *Agriculture Sciences*. Vol.2(3): pg 343-348.