

RANCANG BANGUN ALAT PENYIRAM TANAMAN BAWANG MERAH MENGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN TANAH

Mukhamad Nurkamid^{1*}, Budi Gunawan²

¹ Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

² Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

*Email: muhammad.nurkamid@umk.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun alat penyiram tanaman otomatis berdasarkan kebutuhan air untuk tanaman bawang merah yang membutuhkan kondisi tanah dengan kelembaban tertentu. Acuan dari penentuan kondisi kering dan kecukupan air didasarkan pada expert system berbasis petani yaitu kondisi kering dan basahnya menurut kebiasaan petani dan kondisi itu akan di baca apa adanya oleh sensor. Perangkat utama dari alat ini adalah microcontroller dengan masukan sensor kelembaban tanah. Alat ini akan diuji di lapangan di lokasi persawahan Desa Ngurensiti Kecamatan Wedarijaksa Kabupaten Pati Jawa Tengah, dimana disana banyak petani bawang merah dan semenetara ini masih menggunakan cara tradisional (manual). Metode yang digunakan adalah riset dan pengembangan (R&D) yang akan menghasilkan prototipe alat penyiram otomatis berdasarkan kelembaban tanah yang digunakan sebagai alat penyiram tanaman bawang merah menggunakan sensor kelembaban tanah. Adapun langkah penelitian sebagai berikut: (1) studi literatur, (2) perancangan alat, (3) pembuatan alat dan (4) pengujian alat dilapangan.

Kata kunci: *bawang merah, kelembaban tanah, microcontroller, sensor.*

1. PENDAHULUAN

Istilah Industri 4.0 lahir dari ide revolusi industri ke empat. European Parliamentary Research Service dalam Davies (2015) menyampaikan bahwa revolusi industri terjadi empat kali. Revolusi industri pertama terjadi di Inggris pada tahun 1784 di mana penemuan mesin uap dan mekanisasi mulai menggantikan pekerjaan manusia. Revolusi yang kedua terjadi pada akhir abad ke-19 di mana mesin-mesin produksi yang ditenagai oleh listrik digunakan untuk kegiatan produksi secara masal. Penggunaan teknologi komputer untuk otomasi manufaktur mulai tahun 1970 menjadi tanda revolusi industri ketiga. Saat ini, perkembangan yang pesat dari teknologi sensor, interkoneksi, dan analisis data memunculkan gagasan untuk mengintegrasikan seluruh teknologi tersebut ke dalam berbagai bidang industri. Gagasan inilah yang diprediksi akan menjadi revolusi industri yang berikutnya. Angka empat pada istilah Industri 4.0 merujuk pada revolusi yang ke empat. Industri 4.0 merupakan fenomena yang unik jika dibandingkan dengan tiga revolusi industri yang mendahuluinya. Industri 4.0 diumumkan secara apriori karena peristiwa nyatanya belum terjadi dan masih dalam bentuk gagasan (Drath and Horch, 2014).

Indonesia merupakan salah satu negara agraris terbesar di dunia setelah Brazil, dari 27% zona tropis di dunia, Indonesia memiliki 11% wilayah tropis yang dapat ditanami dan dibudidayakan setiap tahunnya. Luasnya wilayah dan lahan yang dapat ditanami ini menempatkan Indonesia berada pada posisi nomor 10 di dunia. Menurut World Bank, Indonesia berada pada cakupan luas wilayah 1,905 km² dan luas lahan yang dapat ditanami seluas 241,880 km² (total 12%) dan sisanya merupakan perbukitan/pegunungan. Sektor ini menyumbang 14,9% dari Produk Domestik Bruto (PDB) dalam kurun waktu 2010-2013 (Direktorat Pertanian dan Pangan, 2012). Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa pertanian merupakan bidang yang sangat berpengaruh bagi pergerakan roda perekonomian nasional.

Kementerian Pertanian berinisiatif meningkatkan produktivitas pertanian dengan meluncurkan Revolusi Industri 4.0 di bidang pertanian. Menteri Pertanian Andi Amran Sulaiman dalam keterangan menyampaikan; "Dunia saat ini telah memasuki era revolusi industri yang ke-empat atau disebut juga Industri 4.0, ditandai dengan penggunaan mesin-mesin otomasi yang terintegrasi dengan jaringan internet. Sektor pertanian juga perlu beradaptasi untuk menjawab tantangan ke depan. Ke

depan olah lahan, tanam, panen hingga pengolahan dilakukan menggunakan remote control dari rumah”. Amran menjelaskan, ada lima teknologi utama yang menopang implementasi Industri 4.0, yaitu: *Internet of Things*, *Artificial Intelligence*, *Human-Machine Interface*, *Teknologi Alatic* dan sensor, serta teknologi 3D Printing. Kesemuanya itu mentransformasi cara manusia berinteraksi hingga pada level yang paling mendasar, juga diarahkan untuk efisiensi dan daya saing industri. Amran mengatakan, untuk mendukung revolusi industri 4.0, sektor pertanian yang akan datang sedang bereksperimen dengan model dan inovasi bisnis baru, yaitu: pertanian presisi, pertanian vertikal, pertanian pintar (*smart farming*). Teknologi informasi dan Komunikasi merupakan perangkat, tool, atau aplikasi yang mendukung proses pengumpulan, pengolahan dan penyimpanan dan pertukaran data (Deloitte, 2012).

Pertanian dalam arti luas dapat didefinisikan sebagai aktifitas yang berhubungan dengan budidaya dan pengelolaan tanaman dan hewan ternak untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia (Bukhori, 2014). Sektor pertanian berhadapan dengan tantangan utama yaitu bagaimana meningkatkan produksi untuk mendukung pertumbuhan dan bagaimana meningkatkan kesejahteraan masyarakat petani dalam situasi dan kondisi semakin berkurangnya ketersediaan sumber alam. Beberapa hal yang menjadi permasalahan adalah berkurangnya kualitas dan kuantitas air, menurunnya tingkat kesuburan tanah, efek perubahan iklim, dan semakin berkurangnya lahan pertanian subur yang mengarah pada urbanisasi penduduk (Stienen, dkk, 2007). Sistem informasi pertanian dibedakan menjadi 2 kategori, yaitu *e-Agriculture* dan *m-Agriculture* (Brugger, 2011).

Terdapat beberapa pemahaman mengenai definisi *e-agriculture* diantaranya e-Agriculture dipahami sebagai 1) informasi yang berhubungan dengan pertanian; 2) teknologi atau tools untuk informasi dan komunikasi; 3) berbagai jenis informasi pertanian; 4) semua stakeholder yang akan mendapatkan keuntungan dari pertanian; dan 5) keuntungan yang dapat dirasakan bidang pertanian dari penerapan aplikasi TIK (E-Agriculture Working Group, 2007).

Sebagian petani di Indonesia masih tergantung dengan musim hujan untuk bercocok tanam. Hal ini menyebabkan produksi hasil pertanian tidak bisa stabil setiap saat. Pada musim kemarau harga-harga hasil pertanian bisa mengalami kenaikan yang sangat signifikan karena produksinya yang sedikit. Sedangkan di saat musim hujan produksi melimpah sehingga harganya murah bahkan sampai busuk tidak laku dijual kepasar karena stoknya masih berlimpah (Marliana Sari, 2018).

Data Direktur Pengolahan dan Pemasaran Hasil Hortikultura, Yasid Taufik mengatakan bahwa pasokan bawang merah saat ini surplus 14 ribu ton. Wilayah sentra bawang merah dan wilayah yang sedang dikembangkan bawang merah semuanya panen, di bulan Januari 2018, diperkirakan total panen di daerah sentra mencapai 64.560 ton. Brebes 35.550 ton, Nganjuk 14.830 ton, Cirebon 4.970 ton, dan Demak 9.210 ton. Tetapi yang baru terserap 3,6 % (Agustin, 2018). Sehingga tidak salah jika menteri pertanian memberikan apresiasi kepada bidang pertanian yang memberikan target ekspor bawang merah mencapai 9000 ton akhir tahun 2018 (Setiawan, 2018).

Bawang merah merupakan salah satu komoditas tanaman hortikultura yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan banyak dikonsumsi manusia. Sebagai komoditas hortikultura yang banyak dikonsumsi masyarakat, potensi pengembangan bawang merah masih terbuka lebar tidak saja untuk kebutuhan dalam negeri tetapi juga luar negeri (Suriani, 2011). Tanaman bawang merah memiliki sistem perakaran yang dangkal dan sangat rentan terhadap hilangnya kelembaban dari lapisan atas tanah sehingga irigasi atau pengairan tambahan yang efisien harus disediakan untuk mempertahankan pertumbuhan (Patel and Rajput, 2013).

Kebutuhan air konsumtif tanaman besarnya sama dengan evapotranspirasi. Evapotranspirasi (ET) adalah jumlah dari evaporasi dan transpirasi tanaman. Evapotranspirasi merupakan bagian penting dari siklus air. Penguapan menyumbang pergerakan air ke udara dari sumber seperti tanah, kanopi intersepsi, dan badan air. Transpirasi menyumbang pergerakan air di dalam tanaman dan hilangnya bersama air sebagai uap melalui stomata pada daunnya. Evapotranspirasi potensial (PET) merupakan representasi dari permintaan lingkungan untuk evapotranspirasi dan mewakili tingkat evapotranspirasi dari tanaman hijau semusim, melengkapi ketajaman tanah, tinggi seragam dan status air yang memadai dalam profil tanah. Ini adalah refleksi dari energi yang tersedia untuk menguapkan air, dan angin yang tersedia untuk mengangkut uap air dari bawah ke atas ke atmosfer yang lebih rendah. Evapotranspirasi dikatakan sama dengan evapotranspirasi potensial bila ada air yang cukup (Allen, dkk., 201).

Kebutuhan air irigasi merupakan jumlah air yang harus diberikan untuk menggantikan kehilangan air akibat evapotranspirasi dan kehilangan air selama proses penyaluran air. Pada sistem hidroponik dengan media pasir volume irigasi dapat ditentukan berdasarkan besarnya evaporasi permukaan air bebas (Sulistiyono dan Juliana, 2014).

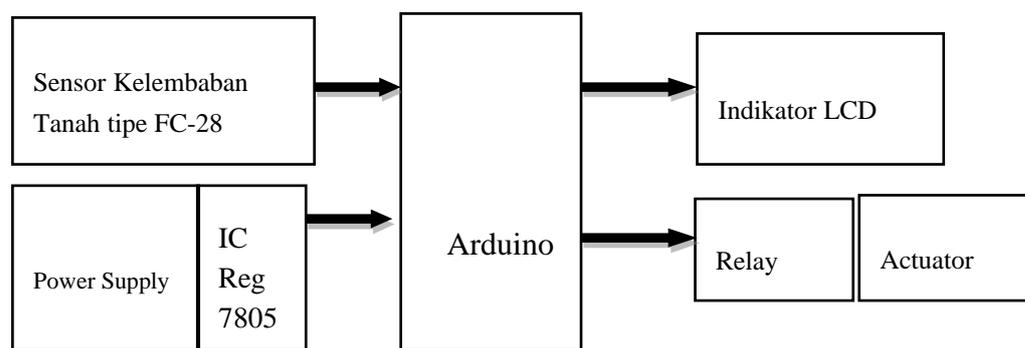
Saat ini teknik penyiraman tanaman bawang masih menggunakan cara-cara lama (tradisional) dengan sistem petani mengambil air secara langsung ke sumber air (drainase) dan disiramkan. Dengan cara ini ada dua kelemahan yang dialami petani, yaitu : pertama waktu yang dibutuhkan lama karena sebelum menyiram harus mengambil air terlebih dahulu dan kedua kebutuhan air untuk tanaman kurang maksimal karena rata-rata air tumpah sebelum disiramkan ke tanaman bawang dan yang ketiga, petani membutuhkan biaya yang besar untuk menyediakan ketercukupan air supaya tanaman bawang tetap tumbuh terlebih dimusim kemarau yang harus disiram tiap hari (pagi dan sore). Resiko produksi yang bersumber pada cuaca buruk seperti musim kemarau dan musim penghujan dapat menjadi penghambat tanaman bawang merah dapat tumbuh dengan baik (Marsela, 2017).

2. METODOLOGI

A. Tahapan penelitian ini dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

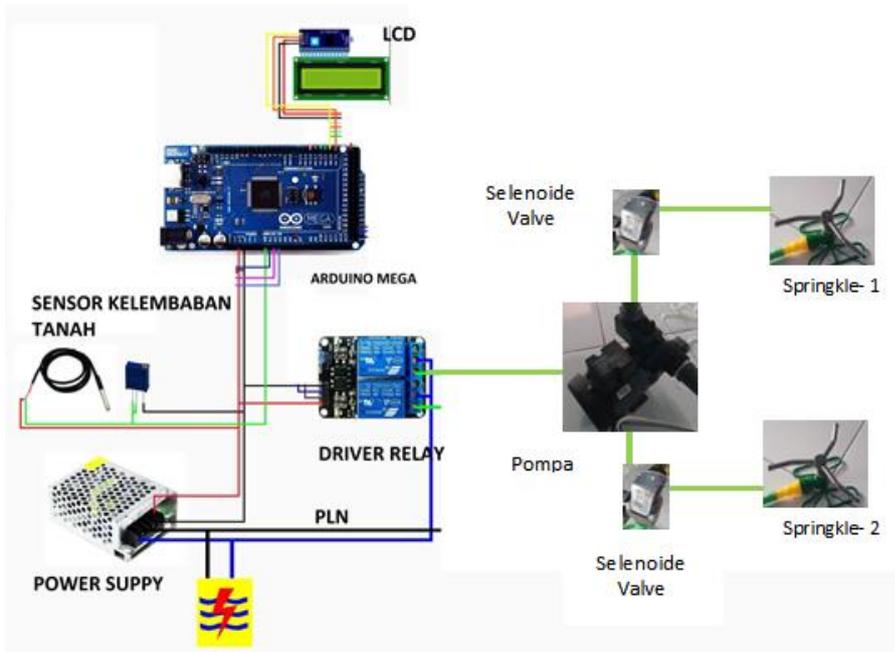
- a. Tahapan Desain
 - 1. Studi literatur dengan cara mengumpulkan dan mempelajari materi jurnal ataupun buku yang terkait dengan penelitian ini
 - 2. Perencanaan desain Alat dengan *microcontroller* dan sensor yang tepat dengan menggunakan kapasitas air 3-5 liter (skala laboratorium).
- b. Tahapan Pembuatan
 - 1. Merangkai alat (komponen)/ *hardware*
 - 2. Membuat program (*software*) menggunakan bahasa pemrograman C for Arduino
- c. Tahapan Pengujian
 - 1. Melakukan pengujian di laboratorium mengenai bekerjanya sistim yang telah dibuat
 - 2. Pengujian di lapangan akan dilakukan di areal sawah tanaman bawang merah
 - 3. Pengujian dilakukan untuk melihat keberhasilan alat dalam membaca sensor sesuai dengan parameter kelembaban yang diprogramkan.

B. Diagram Blok Alat



Gambar 1. Diagram blok sistem penyiram tanaman bawang

C. Wiring System



Gambar 2. Wiring system

D. Metode Pembacaan Sensor

1. Pembacaan sensor terhadap tingkat kelembaban tanah ditampilkan pada LCD dengan tingkat prosentase. Semakin kering prosentasenya semakin sedikit, demikian sebaliknya.
2. Penentuan prosentase pembacaan sensor di dasarkan dari konversi tegangan output sensor ke nilai ADC yang di baca oleh mikrokontroler.
3. Rumus untuk menampilkan prosentase dalam membaca sensor.

$$X_{ADC} = \frac{1024 \times V_{out}}{V_{mak}} \dots\dots\dots(1)$$

$$X_{Prosentase} = \frac{100\% \times X_{ADC}}{1024} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- X_{ADC} : Nilai ADC Sensor
- 1024 : Nilai ADC Maksimum Mikrokontroler 10 bit
- V_{out} : Tegangan output sensor saat mendeteksi tanah
- V_{mak} : Tegangan maksimum supply (5 volt)
- $X_{Prosentase}$: Prosentase tingkat kelembaban

E. Acuan Penentuan Tingkat Kebutuhan Air Tanah

Acuan untuk menentukan tingkat kebutuhan air pada tanaman bawang di dasarkan kepada ‘*expert system* berbasis petani’. *Expert system* berbasis petani yang dimaksud adalah penentuan tingkat kekeringan dan kecukupan air pada tanaman bawang mengacu kepada kebiasaan petani dalam menentukan parameter tersebut.

Untuk pembacaan tingkat kekeringan maupun kecukupan air pada alat ini di tentukan dengan prosentase. Prosentase tingkat kekeringan tanah menurut petani akan di baca langsung oleh sensor dan ditampilkan apa adanya berdasarkan rumus konversi yang telah dibuat di atas. Demikian juga dengan tingkat kecukupan air pada tanaman bawang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Alat yang dihasilkan dan Penempatan Alat

Alat yang dihasilkan di dalam penelitian ini adalah berupa alat penyiram tanaman bawang secara otomatis dengan menggunakan sistem pembacaan sensor berdasarkan kelembaban tanah. Nilai kelembaban ditentukan berdasarkan sistem pakar (*expert system*) petani yaitu dengan menentukan batas bawah dan batas atas dari prosentase kelembaban.



a



b



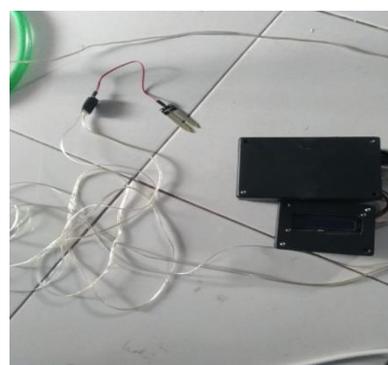
c



d



e



f

Gambar 3. Alat penyiram tanaman bawang merah

(a) Sistem secara keseluruhan, (b) Mikrokontroler ,(c) Pompa Air, (d) Springkle, dan (e) Selenoide Valve, dan (f) Sensor Kelembaban

Alat yang telah dihasilkan diuji langsung di lokasi persawahan tanaman bawang merah untuk melihat fungsi dan tidaknya alat. Lokasi pengujian dilakukan di areal persawahan desa Ngurensiti Kecamatan Wedarijaksa Kabupaten Pati dengan sistem kelistrikan yang memadai.



Gambar 4. Penempatan alat di lokasi persawahan
(a) Instalasi alat di sawah, (b) Penempatan pompa di pinggir sungai, (c) Pengecekan Mikrokontroler, (d) Pengambilan Air di sungai oleh Pompa

B. Penentuan acuan *expert system* berbasis Petani

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di lapangan telah didapatkan nilai batas bawah prosentase kelembaban sesuai dengan karakteristik petani bawang. Kondisi kering berdasar informasi petani setelah diukur menggunakan sensor di dapat nilai sebesar 30%, nilai ini akan dipakai sebagai ambang batas bawah (atau kondisi kering). Pada kondisi kecukupan air berdasar informasi petani setelah diukur menggunakan sensor mendapatkan nilai sebesar 60%, nilai ini akan dipakai sebagai ambang batas atas (atau kondisi tanah cukup air).



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Kondisi tanah berdasar *expert system* petani

(a) Kondisi Tanah Kering, (b) Kondisi Tanah cukup Air , (c) Penjelasan petani/ expert mengenai kondisi tanah.

C. Hasil Pengujian

Pengujian alat dilakukan di areal persawahan Desa Ngurensiti Kecamatan Wedarijaksa Kabupaten Pati. Hasil pengujian alat menunjukkan bahwa kelembaban tanah di lokasi sawah tanaman bawang berkisar antara 30% sampai 60 %. Alat penyiram di seting untuk penyiraman dengan menggunakan pompa air (*water pump*) saat kelembaban tanah dibawah 30 %.

Dari hasil pengujian aktuator yang berupa pompa air menunjukkan bahwa saat kelembaban tanah dibawah 30 % , pompa hidup (*on*) untuk memompa air ke springkel sehingga menyirami tanah (atau tanaman bawang), setelah sensor membaca kelembaban tanah sudah mencapai 60 % atau diatasnya, pompa berhenti (*off*) (gambar 6).



Gambar 6. Hasil pengujian alat di areal persawahan
 (a) Kondisi springkel off, (b) Kondisi springkel on (menyiram)

D. Pengujian Kondisi Tanah Kering

Pada pengujian ini dilakukan pengamatan pembacaan sensor saat kondisi tanah kering menurut informasi petani yang dianggap sebagai expert. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali dan akan di rata-rata pembacaan sensor.

Tabel 1. Tabel pengujian kondisi tanah kering

Pengujian ke-	Pembacaan Sensor (%)	Kondisi Pompa
1	28	On
2	27	On
3	30	On
4	25	On
5	31	On
Rata-rata	28	

E. Pengujian kondisi tanah kecukupan air (basah)

Pada pengujian ini dilakukan pengamatan pembacaan sensor sebanyak lima kali saat kondisi tanah kecukupan air menurut informasi petani yang dianggap sebagai expert. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali dan akan di rata-rata pembacaan sensor.

Tabel 2. Tabel pengujian kondisi tanah kecukupan air

Pengujian ke-	Pembacaan Sensor (%)	Kondisi Pompa
1	61	Off
2	64	Off
3	70	Off
4	73	Off
5	60	Off
Rata-rata	65	

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini telah berhasil dibuat alat penyiram otomatis untuk tanaman bawang yang diprogram untuk membaca kelembaban tanah berdasar *expert system* berbasis petani. Dari hasil pengujian kondisi tanah kering, menurut kebiasaan petani pembacaan sensor menunjukkan 30% atau

dibawahnya. Kondisi kecukupan air menurut petani, pembacaan sensor menunjukkan sensor 60% atau diatasnya. Dalam pengujian di lapangan menunjukkan bahwa alat bisa berfungsi secara otomatis sesuai dengan yang diprogram yaitu menyiram saat kondisi kering atau 30% dan berhenti menyiram saat kondisi tanah cukup air atau 60%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada lembaga penelitian dan pengabdian kepada masyarakat (LPPM) Universitas Muria Kudus melalui skim penelitian kompetitif.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M. 2011. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and drainage. Rome (IT): Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Deloitte, 2012. E-Transform Africa : Agriculture Sector Study : Sector Assessment and Opportunities for ICT, Deloitte Project Report.
- Direktorat Pangan dan Pertanian, 2013. Studi Pendahuluan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Bidang Pangan dan Pertanian 2015 – 2016, Direktorat Pangan dan Pertanian Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Jakarta.
- Drath, R., & Horch, A., 2014. Industrie 4.0: Hit or hype?[industry forum]. IEEE industrial electronics magazine, 8(2), pp. 56-58.
- E-Agriculture Working Group, 2007. Analysis of Global e-Agriculture Survey, [Online] Available URL: <https://www.itu.int/net/wsis/c7/eagriculture/docs/survey-analysis-2007.pdf>. [Diakses 25 Juli 2019]
- F. Brugger, 2011. Mobile Applications in Agriculture, Syngenta Foundation, Basel.
- J. Stienen, W. Bruinsma, dan F. Neuman, 2007. How ICT can make a difference in agricultural livelihoods, *Conference Proceedings, The International Institute for Communication and Development (IICD)*.
- M. Bukhori., 2014. Sektor Pertanian Terhadap Pembangunan Di Indonesia, Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Marliana Sari, G., 2018. Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah. *Journal of Electrical Technology*, Politknik Negeri Medan, Medan.
- Marsela Waruwu, E., 2017. Analisis Risiko Usahatani Bawang Merah (*Allium Ascalonium L.*) Di Nagari Sungai Nanam Kecamatan Lembah Gumanti Kabupaten Solok. Artikel Tugas Akhir Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang Sumatra Barat.
- Patel, N., T.B.S. Rajput., 2013. Effect of deficit irrigation on crop growth, yield and quality of onion in subsurface drip irrigation. *Int. J. Plant. Prod.* 7(3): 417-436
- Setiawan, R., 2018. Bawang Merah Ekspor, Mentan: Dunia Apresiasi Pertanian RI. <http://finance.detik.com>.
- Sulistyo E, Juliana AE. 2014. Irrigation Volume Based on Pan Evaporation and Their Effects on Water Use Efficiency and Yield of Hydroponically Grown Chilli. *Journal of Tropical Crop Science* 1(1): 9-12.
- Suriani, N. 2011. Bawang bawa untung. Budidaya bawang merah dan bawang putih. Cahya Atma Pustaka. Yogjakarta.