

Volume 02 Nomor 01 Tahun 2018

ISSN 2597 6087

Jurnal

Pertanian Presisi

Journal of Precision Agriculture

- Aplikasi Bakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman dari Babadot dan Pengaruhnya pada Perkembangan Benih Cabai 1
Evan Purnama Ramdan, Risnawati
- Pengaruh Strangulasi Terhadap Pembungaan Tanaman Muda Jeruk Pamelon (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) 11
Ummu Kalsum, Slamet Susanto
- Lama Inkubasi Pupuk Kandang Kambing Pada Tanah Tercemar Logam Berat 21
Aisyah, Ratih Kurniasih, Euis Rakhmah Sari
- Sistem Informasi Pengenalan Wahana *Agroecoedutourism* Gunadarma Technopark Cikalong Berbasis Kode QR 35
Herik Sugeru, Novrina
- Penerapan Sistem Pemantauan Dan Pengaturan Cerdas untuk Unsur Hara pada Sistem Hidroponik NFT 51
Purnawarman Musa, Adinda Nurul Huda M
- Prototipe Sistem Otomatis Berbasis Iot untuk Penyiraman dan Pemupukan Tanaman dalam Pot 66
Aviana Furi, Mohammad Iqbal, Nur Sultan Salahuddin



Bagian Publikasi
Universitas Gunadarma

Diterbitkan oleh:

Bagian Publikasi Universitas Gunadarma

DEWAN REDAKSI JURNAL PERTANIAN PRESISI

Penanggung Jawab

Prof. Dr. E.S. Margianti, S.E., M.M.

Prof. Suryadi Harmanto, SSI., M.M.S.I.

Drs. Agus Sumin, M.M.S.I.

Dewan Editor

Ummu Kalsum, S.P., M.Si, Universitas Gunadarma

Adinda Nurul Huda Manurung, S.P., M.Si, Universitas Gunadarma

Evan Purnama Ramdan, S.P., M.Si, Universitas Gunadarma

Hafith Furqoni, S.P., M.Si, Institut Pertanian Bogor

Ir. Slamet Supriyadi, M.Si, Universitas Trunojoyo

Mohammad Syafii, S.P., M.Si, Universitas Trunojoyo

Yan Sukmawan, S.P., M.Si, Politeknik Negeri Lampung

Reviewer

Prof. Dr. Ir. Slamet Susanto, Institut Pertanian Bogor

Prof. Dr. Ir. Sandra Arifin Aziz, Institut Pertanian Bogor

Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU, Universitas Brawijaya

Dr. Ir. Kartika Ning Tyas, M.Si, Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya – LIPI

Dr. Ir. Ummu Salamah Rustiani, M.Si, Badan Karantina Pertanian Indonesia

Dr. Agr. Eko Setiawan, SP, M.Si, Universitas Trunojoyo

Dr. Nur Sultan Salahuddin, S.Kom, M.T., Universitas Gunadarma

Sekretariat Redaksi

Universitas Gunadarma

jpp@gunadarma.ac.id

Jalan Margonda Raya No. 100 Depok 16424

Phone : (021) 78881112 ext 516.

Volume 2 Nomor 1, 2018
Jurnal Pertanian Presisi

Daftar Isi

Aplikasi Bakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman dari Babadot dan Pengaruhnya pada Perkembangan Benih Cabai Evan Purnama Ramdan, Risnawati	1
Pengaruh Strangulasi Terhadap Pembungaan Tanaman Muda Jeruk Pameló (<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.) Ummu Kalsum, Slamet Susanto	11
Lama Inkubasi Pupuk Kandang Kambing Pada Tanah Tercemar Logam Berat Aisyah, Ratih Kurniasih, Euis Rakhmah Sari	21
Sistem Informasi Pengenalan Wahana <i>Agroecoedutourism</i> Gunadarma Technopark Cikalong Berbasis Kode QR Herik Sugeru, Novrina	35
Penerapan Sistem Pemantauan Dan Pengaturan Cerdas untuk Unsur Hara pada Sistem Hidroponik NFT Purnawarman Musa, Adinda Nurul Huda M	51
Prototipe Sistem Otomatis Berbasis Iot untuk Penyiraman dan Pemupukan Tanaman dalam Pot Aviana Furi, Mohammad Iqbal, Nur Sultan Salahuddin	66

APLIKASI BAKTERI PEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN DARI BABADOTAN DAN PENGARUHNYA PADA PERKEMBANGAN BENIH CABAI

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Application from Babadotan and Its Effect on Chili Seed Development

Evan Purnama Ramdan^{1*}, Risnawati¹

¹Staf Pengajar Agroteknologi, Universitas Gunadarma, Jl. Margonda raya No. 100, Depok 16424. evan_ramdan@staff.gunadarma.ac.id

*) Penulis korespondensi

Diterima Juli 2018; Disetujui November 2018

ABSTRAK

Cabai adalah salah satu komoditas hortikultura yang banyak ditanam di Indonesia. Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas cabai adalah dengan menggunakan mikroba yang bermanfaat, seperti pertumbuhan tanaman yang mempromosikan rhizobacteria. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan bakteri pemacu pertumbuhan tanaman dari akar babadotan pada perkecambahan biji cabai. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial dengan 5 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah konsentrasi biakan PGPR, yang terdiri dari 4 taraf yaitu 0%, 5%, 10% dan 15%. Aplikasi PGPR dilakukan melalui perendaman biji cabai selama 12 jam. Biji yang telah dirawat dengan bakteri pemacu pertumbuhan tanaman kemudian ditanam pada media tanah dan media kertas untuk mengamati gejala nekrotik, perkecambahan, panjang akar, dan panjang kanopi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan konsentrasi 5% menunjukkan potensi sebagai pendorong pertumbuhan biji cabai yang ditandai dengan peningkatan daya kecambah, peningkatan panjang akar dan tinggi kecambah.

Kata kunci: Akar, *dumping-off*, perawatan benih

ABSTRACT

Chilli is one of the horticulture commodities widely planted in Indonesia. One of the efforts to increase chilli productivity is using beneficial microbes, such as Plant growth-promoting rhizobacteria. The purpose of this study is to determine the application of PGPR from babadotan roots to the germination of chilli seeds. This factorial research is arranged in a Completely Randomized Design with five replications. The PGPR used is derived from babadotan roots with concentrations of 0% (control), 5%, 10%, and 15% with the application through 12-hour seed immersion. The seeds treated with PGPR are then grown on soil media and paper media to observe necrotic symptoms, germination, root length, and canopy length. The results show that the application of 5% PGPR indicates the potential as a driver of growth of chilli seeds as indicated by germination, increase in root length and canopy height.

Keywords: *Dumping-off*, roots, seed treatment

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu pusat penyebaran tumbuhan tropis yang memiliki potensial untuk bahan obat-obatan, agrokimia, dan bahan baku industri. Salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah cabai. Selain digemari oleh masyarakat, keunggulan yang dimiliki cabai yaitu bernilai ekonomis dan bermanfaat bagi kesehatan. Kandungan vitamin A dan vitamin C pada cabai cukup tinggi dan mengandung kapsidiol yang menyebabkan rasa pedas. Penanaman cabai mudah dilakukan sehingga bisa digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Berbagai jenis jamur patogen, bakteri patogen, virus dan nematode dapat terbawa melalui benih benih tanaman. Hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa kelompok cendawan patogen merupakan mikroorganisme yang paling dominan berasosiasi dengan benih diikuti oleh bakteri, virus dan nematoda.

Berdasarkan permintaan produk pertanian yang sehat dan aman bagi konsumen serta lingkungan, pengendalian hayati menjadi salah satu cara dalam pengendalian patogen

tanaman yang harus dipertimbangkan (Soesanto, 2008), salah satunya adalah dengan menggunakan mikroorganisme antagonis seperti bakteri dan cendawan spesifik lokasi yang telah teruji dapat memberikan perlawanan terhadap patogen tanaman. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), merupakan salah satu agens hayati yang telah banyak digunakan dan teruji untuk mengendalikan berbagai patogen tanaman (Kloepper *et al.*, 1980).

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dapat dipakai dalam program intensifikasi pertanian karena merupakan bakteri di sekitar perakaran dan hidup berkoloni menyelimuti akar. Rhizosfer adalah zona tanah yang mengelilingi tanaman yang dipengaruhi oleh biologi dan kimia tanah. Zona ini lebarnya sekitar 1 mm. Bagian yang intens aktivitas biologis dan kimiawi yang dipengaruhi oleh senyawa yang dikeluarkan oleh akar, dan oleh mikroorganisme yang hidup. Komunitas mikroba tanah seringkali sulit dikarakterisasi, terutama karena besarnya keragaman fenotipik dan genotipik. Populasi bakteri di lapisan atas tanah bisa berisi sebanyak 10⁹ sel per gram tanah (Torsvik & Ovreas 2002).

PGPR berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman yaitu sebagai merangsang pertumbuhan (*biostimulants*) dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh seperti giberellin, asam indol asetat, etilen, dan sitokinin, sebagai penyedia hara dengan mengikat N₂ di udara secara asimbiosis dan melarutkan hara P dalam tanah, dan sebagai pengendali patogen tanah (*bioprotectants*) dengan cara menghasilkan berbagai metabolit anti patogen seperti siderophore, kitinase, β-1,3- glukanase, sianida, dan antibiotik (Marometal.,2017). Aplikasi PGPR pada tanaman krisan potong (*Chrysanthemum* sp.) mampu meningkatkan biomassa akar dan biomassa total tanaman. PGPR ini mampu mengurangi penggunaan dosis pupuk anorganik sebanyak 25% dan mampu meningkatkan nutrisi pada daun tanaman (Utami *et al.*, 2017)

Penelitian sebelumnya telah berhasil melaporkan bahwa penggunaan PGPR mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, seperti meningkatkan pertumbuhan pada tanaman seribu bintang (Febrianiet *al.*, 2018) dan tanaman bawang merah (Ulaet *al.*,2018). Aplikasi PGPR juga

meningkatkan diameter kubis (Husnihuda *et al.*, 2017) dan hasil panen jagung (Halmedanet *al.*, 2017). Banyak laporan mengenai penggunaan PGPR dari berbagai asal perakaran tanaman, terutama perakaran bambu. Ekstraksi babadotan memiliki potensi sebagai insektisida, yaitu menekan hama *Plutella xylostella* L. Ekstraksi babadotan pada konsentrasi 5% terbukti menyebabkan kematian *P. xylostella* sebanyak 46.67% pada saat 12 jam setelah aplikasi (jsa) dan kematian 100% pada saat 72 jsa (Nurhudiman *et al.*, 2018).Laporan mengenai aplikasi PGPR dari perakara babadotan masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini yaitu untuk mengetahui aplikasi PGPR dari perakaran babadotan terhadap perkecambahan benih cabai.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juni 2018 di Laboratorium Terpadu, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Kampus F7 Ciracas, Jakarta Timur.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kertas buram, *cutter*, nampan, gelas ukur media tanam (sekam dan pupuk kandang kambing). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bahan PGPR dari akar babadotan, benih cabai, dan akuades.

Prosedur Penelitian

- a. Disiapkan larutan rendaman dengan ekstrak PGPR. Masing-masing jenis PGPR dibuat larutan dengan konsentrasi:

$$PGPR\ 5\% = \frac{5\ \text{ml biakan PGPR}}{100\ \text{ml akuades steril}}$$

$$PGPR\ 10\% = \frac{10\ \text{ml biakan PGPR}}{100\ \text{ml akuades steril}}$$

$$PGPR\ 15\% = \frac{15\ \text{ml biakan PGPR}}{100\ \text{ml akuades steril}}$$

- b. Benih cabai yang akan digunakan dibilas terlebih dahulu. Kemudian benih direndam dalam larutan PGPR dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% selama 12 jam. Selanjutnya benih direndam keringkan benih diatas tisu.
- c. Media tanah dan kertas buram dilembabkan terlebih dahulu di nampan, kemudian benih ditanam sebanyak tiga ulangan, setiap

ulangan ditanami 5 benih cabai. Selanjutnya diinkubasi selama tujuh hari.

- d. Pengamatan dan penyemprotan dilaksanakan setiap hari agar terjaga kelembabannya. Parameter yang diamati yaitu panjang akar, gejala nekrotik, dan panjang tajuk pada hari ke 7 setelah tanam.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non factorial dengan 5 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah konsentrasi biakan PGPR, yang terdiri dari 4 taraf yaitu 0%, 5%, 10% dan 15%. Setiap perlakuan terdiri dari 25 benih. Data hasil pengamatan yang diperoleh diolah menggunakan program SAS versi 9.1. Perlakuan yang menunjukkan beda nyata diuji lanjut dengan uji Duncan pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan rendaman PGPR berpengaruh nyata terhadap panjang kecambah dan panjang akar cabai. Perlakuan rendaman PGPR juga mampu meningkatkan daya kecambah pada benih cabai. Daya kecambah benih

cabai menunjukkan bahwa pemberian aplikasi PGPR menunjukkan daya kecambah yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1).

Tabel 1. Daya Kecambah Cabai

Perlakuan	Daya kecambah
Kontrol	80%
PGPR 5%	100%
PGPR 10%	87%
PGPR 15 %	80%

Konsentrasi PGPR terbaik dalam memperbaiki daya kecambah ditunjukkan oleh perlakuan PGPR dengan konsentrasi 5%. Daya kecambah mencapai 100% untuk perlakuan PGPR 5%. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa aplikasi PGPR dapat meningkatkan daya kecambah benih bayam (RoyChowdhury, Bagchi & Sengupta, 2016), selada (Mangmang, Deaker & Rogers, 2014), dan jagung (Gholami, Shahsavani & Nezarat 2009), dimana setiap perlakuan PGPR dapat

meningkatkan daya kecambah benih sampai 100%. Selain itu, Bakteri tanah yang mengandung ACC (1-Aminocycloprapane-1-carboxylic acid) deaminase mengurangi sebagian besar kerusakan fisiologis tanaman akibat kondisi lingkungan dan meningkatkan kadar etilen. Bagi banyak tanaman, ledakan etilen diperlukan untuk memecah dormansi benih (Jha & Saraf 2015). Hal ini diduga menjadi penyebab lebih baiknya daya kecambah benih cabai dengan perlakuan PGPR.

Tabel 2. Rata Rata Pengamatan Panjang Tajuk Cabai

Perlakuan	Rata rata panjang tajuk (cm)
Kontrol	1.90ab
PGPR 5%	2.99a
PGPR 10%	1.31b
PGPR 15 %	1.76ab

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji duncan 5%

Selain pada variabel daya kecambah, perlakuan PGPR dengan konsentrasi 5% juga meningkatkan 57.63% panjang tajuk dibandingkan

dengan kontrol (Tabel 2), sehingga mempunyai potensi untuk memacu pertumbuhan tanaman. Saharan dan Nehra (2011) menjelaskan bahwa

PGPR mampu meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah yang dapat menunjang pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman dan jumlah daun terutama pada taraf 5% ke 10%. Tersedianya bahan organik dapat PGPR menjalankan tugasnya sehingga dapat berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Pada penelitian Jha dan Saraf (2012), diketahui bahwa tiga isolat

PGPR, yaitu: *B. brevis* (MS1), *B. licheniformis* (MS3) dan *A. calcoaceticus* (MS5) memiliki kemampuan untuk menghasilkan IAA, melarutkan P anorganik, dan menghasilkan ACC deaminase dan siderophores. Bakteri ini terbukti meningkatkan pertumbuhan Jarak Curcas.

Tabel 3. Rata-rata pengamatan panjang akar cabai

Perlakuan	Rata rata panjang akar (cm)
Kontrol	2.68b
PGPR 5%	2.47b
PGPR 10%	1.90a
PGPR 15 %	1.98a

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji duncan 5%

Pada hasil pengamatan (Tabel 3), dapat dilihat bahwa perlakuan rendaman PGPR berpengaruh nyata terhadap parameter panjang akar cabai. Berbeda dengan variabel sebelumnya, pada variabel panjang akar aplikasi PGPR pada berbagai konsentrasi memiliki panjang akar yang lebih pendek dibandingkan dengan kontrol. Hal ini diduga karena pengamatan variabel pertumbuhan diamati pada hari ketujuh setelah tanam. Pengamatan yang terlalu cepat ini membuat pertumbuhan akar belum mencapai panjang akar optimal. Pemberian PGPR umumnya tanaman mampu menggantikan pupuk

kimia, pestisida dan hormon yang dapat digunakan dalam pertumbuhan tanaman sehingga dapat meningkatkan, tinggi tanaman, panjang akar dan berat kering tanaman (Saharan & Nehra, 2011).

Beragam penelitian terdahulu telah melaporkan bahwa PGPR memiliki beragam mekanisme dalam memacu pertumbuhan tanaman, seperti kemampuan untuk: 1) memacu produksi senyawa organik tertentu dari tanaman seperti etilen, indole-3 acetic acid (IAA), sitokinin, dan asam giberelin (Khakipour *et al.* 2008; Kidoglu *et al.* 2007; Ashrafuzzaman *et al.* 2009), 2) memfiksasi nitrogen dari

udara (Das, Kumar & Kumar, 2013; Cupples, 2005), dan 3) meningkatkan pengambilan air dan nutrisi (Khan, 2005; Ehteshami *et al.* 2007).

Bakteri tanah yang mengandung ACC (1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid) deaminase mengurangi sebagian besar kerusakan fisiologis tanaman setelah tekanan lingkungan termasuk infeksi phytopathogen, paparan ekstrem dari suhu, garam tinggi, banjir, kekeringan, paparan logam dan kontaminan organik, dan pemangsaan serangga. Bagi banyak tanaman, ledakan etilen diperlukan untuk memecah dormansi benih tetapi, setelah berkecambah, etilen tingkat tinggi yang berkelanjutan dapat menghambat ekspansi akar (Jha & Saraf, 2015). Peningkatan etilen oleh bakteri PGPR inilah yang diduga menjadi penyebab lebih pendeknya akar cabai yang pada aplikasi dengan PGPR dengan berbagai konsentrasi.

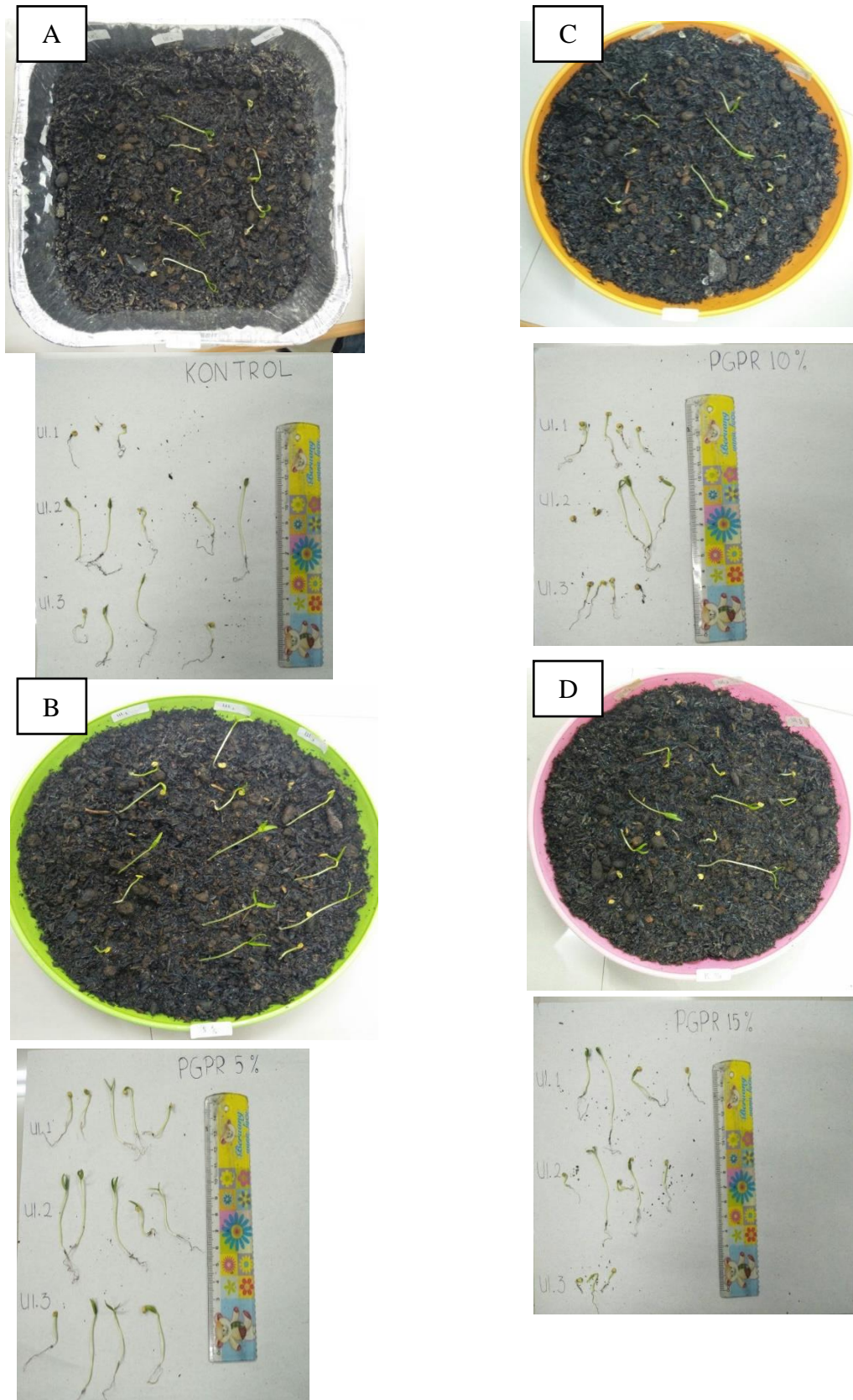
Perkecambahan benih cabai hasil aplikasi PGPR babadotan dapat

dilihat pada Gambar 1. Perlakuan kontrol (tanpa PGPR babadotan) terlihat berbeda dengan perlakuan yang diaplikasikan dengan PGPR babadotan (5%, 10% dan 15%).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi PGPR asal gulma babadotan tidak berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan benih cabai. Akan tetapi, pada PGPR konsentrasi 5% menunjukkan adanya potensi sebagai pemacu pertumbuhan benih cabai yang ditunjukkan dengan daya kecambah dan pertambahan tinggi tajuk. Pada penelitian selanjutnya diperlukan pengujian PGPR dari berbagai jenis gulma sehingga dapat diperoleh PGPR terbaik sebagai pemacu pertumbuhan tanaman.

Saran dalam penelitian selanjutnya adalah dilaksanakannya aplikasi ekstraksi babadotan sebagai PGPR pada tanaman di lapangan.



Gambar 1. Perkecambahan benih cabai pada aplikasi PGPR babadotan (A. kontrol, B. PGPR taraf 5%, C. PGPR taraf 10%, D. PGPR taraf 15%)

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada mahasiswa/mahasiswi prodi Agroteknologi Angkatan 2016 Universitas Gunadarma yang telah membantu dalam pelaksanaan dan pengambilan data dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashrafuzzaman M, Hossen FA, Ismail MR, Hoque A, Islam MZ, Shahidullah S, Meon S. 2009. Efficiency of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) for the enhancement of rice growth. *African Journal of Biotechnology* 8(7):1247-1252.
- Cupples AM. 2005. Principles and applications of soil microbiology. *Journal of Environmental Quality* 34: 731.
- Das, A.J., Kumar, M., Kumar, R., 2013. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): An alternative of chemical fertilizer for sustainable, environment friendly agriculture. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences* 1, 21-23.
- Ehteshami SM, Aghaalikhani M, Khavazi K, Chaichi MR. 2007. Effect of phosphate solubilizing microorganisms on quantitative and qualitative characteristics of maize (*Zea mays* L.) under water deficit stress. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 10: 3585 – 3591.
- Febriani, R., IN. Mandra, SP Astuti. 2018. Pengaruh Pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Seribu Bintang (*Wedelia trilobata*). *BioWallacea Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*. Vol. 4(1):35-40.
- Gholami A, Shahsavani S, Nezarat S. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *Word Academy of Science Engineering and Technology*. 37: 2070 - 3740.
- Halmedan J., Y. Sugito, Sudiarmo. 2017. Respon Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*) Terhadap Aplikasi Plant Growth Promoting Bacteria (PGPR) dan Pupuk Kandang Ayam. *Jurnal Produksi Tanaman* Vol. 5(12): 1926-1935.
- Husnihuda, MI., R. Sarwitri, YE. Susilowati. 2017. Respon Pertumbuhan dan Hasil Kubis Bunga Pada Pemberian PGPR Akar Bambu dan Komposisi Media Tanam. *VIGOR :Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika* 2(1) :13–16.
- Jha, CK., Saraf M. 2015. Plant Growth Promoting Bacteria (PGPR): a review. *Journal of Agricultural Research and Development* Vol. 5(2):108-119.
- Khakipour N, Khavazi K, Mojallali H, Pazira E, Asadirahmani H. 2008. Production of Auxin Hormone by Fluorescent Pseudomonads. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 4: 687 – 692.
- Khan AG. 2005. Role of Soil Microbes in the Rhizospheres of Plants Growing on Trace Metal Contaminated Soils in Phytoremediation. *Journal of*

- Trace Elements in Medicine and Biology*. 18: 355 – 364.
- Kidoglu F, Gül A, Ozaktan H, Tüzel Y. 2007. Effect of Rhizobacteria on Plant Growth of Different Vegetables, *International Symposium on High Technology for Greenhouse System Management, Greensys*, pp. 1471-1478.
- Kloepper JW, Leong J, Teintze M, Schroth MN. 1980. Pseudomonas Siderophores: A Mechanism Explaining Disease-Suppressive Soils. *Current microbiology*. 4: 317 – 320.
- Mangmang JS, Deaker R, Rogers G. 2014. Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Seed Germination Characteristics of Tomato and Lettuce. *Journal of tropical crop science*. 1(2): 35 – 40.
- Marom N, Rizal, Bintoro. 2017. Uji Efektivitas Waktu Pemberian dan Konsentrasi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) terhadap Produksi dan Mutu Benih Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Applied Agricultural Sciences*. 1 (2): 191 – 202.
- Nuhudiman, Rosma Hasibuan, Hariri Agus M, Purnomo. 2018. Uji Potensi Daun Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) Sebagai Insektisida Botani Terhadap Hama (*plutella xylostella* l.) di Laboratorium. *J. Agrotek Tropika* 6 (2): 91-98.
- RoyChowdhury A, Bagchi A, Sengupta C. 2016. Isolation and Characterization of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) from Agricultural Field and Their Potential Role on Germination and Growth of Spinach (*Spicaia oleracea* L.) Plants. *International Journal of Current*. 6(10): 128-131.
- Saharan, BS., V. Nehra. 2011. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Critical Review*. Life Sciences and Medicine Reseach 2(1):21–30.
- Soesanto L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Torsvik V., Ovreas L. 2002. Microbial Diversity and Function in Soils: from Genes to Ecosystems. *Curr Opin Microbiol* 5: 240–245.
- Ula, S., Sunaryo, N. Barunawati. 2018. Respon Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum* L.) Varietas Bima terhadap Dosis Fosfor dan Waktu Aplikasi PGPR. *Jurnal Produksi Tanaman* Vol.6(10):2736-2742.
- Utami, C.D., Sitawati, Nihayati, E. 2017. Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) sebagai Sebuah Upaya Pengurangan Pupuk Anorganik pada Tanaman Krisan Potong (*Chrysanthemum* sp.). *Jurnal Biotropika* 5 (3): 68 – 72.

PENGARUH STRANGULASI TERHADAP PEMBUNGAAN TANAMAN MUDA JERUK PAMELO (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.)

The Effect of Strangulation on Flowering in Young Pomelo Trees (Citrus maxima (Burm.) Merr.)

Ummu Kalsum¹, Slamet Susanto^{2*}

¹ Staf Pengajar Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma (Universitas Gunadarma), Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424 Indonesia. ummukalsum89@gmail.com.

² Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti Kampus Dramaga, Bogor 16680. (0251)8629353. slmtsanto@gmail.com.

*) Penulis korespondensi

Diterima Mei 2018; Disetujui Juli 2018

ABSTRAK

Jeruk pameLO merupakan salah satu buah utama di Indonesia. Strangulasi untuk pembungaan banyak dilakukan pada tanaman dewasa yang sudah berproduksi untuk menginduksi pembungaan, baik untuk mempercepat waktu berbunga maupun pembungaan diluar musim. Tanaman muda yang sudah memasuki umur siap berproduksi terkadang tidak menghasilkan bunga. Strangulasi diharapkan memberikan dampak yang sama terhadap tanaman muda agar dapat berbunga. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh informasi hubungan strangulasi dengan induksi pembungaan serta mempelajari efektivitas letak strangulasi dalam meningkatkan pembungaan tanaman jeruk pameLO. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Cikabayan Kampus Dramaga IPB selama 5 bulan (September 2013 sampai Januari 2014). Percobaan dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor. Faktor tersebut adalah letak strangulasi (batang utama, cabang primer dan tanpa strangulasi). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan letak strangulasi mampu meningkatkan pembungaan pada tanaman jeruk pameLO. Persentase kandungan karbohidrat daun dan rasio C/N menunjukkan tidak terdapat perbedaan pada perlakuan letak kawat strangulasi. Perlakuan tanpa strangulasi (kontrol) dan strangulasi pada batang utama tidak menghasilkan bunga, sedangkan pada perlakuan strangulasi pada cabang primer menghasilkan tunas generatif yang nantinya akan berkembang menjadi *cluster* (kumpulan) bunga. Pembungaan tanaman muda ini mampu berbunga dalam waktu yang relatif singkat, yakni 8.8 MSP dengan *fruit set* cukup tinggi sebesar 48.24%.

Kata kunci: Efektivitas, *fruit set*, induksi, posisi strangulasi, rasio C/N

ABSTRACT

Pamelo orange is one of the main fruit in Indonesia. Strangulation for flower induction had been conducted in a mature plant for flowering induction, both for accelerated flowering time and flowering at an offseason. Occasionally, young plants ready to produce flowers do not produce at all. Strangulation is expected to give the same effect on the young plant to flower. This research aims to obtain information regarding the relations between strangulation and flowering induction and to learn the effectiveness of strangulation location in increasing Pamelo orange flowering. The research was conducted at the experimental sites Cikabayan University Farm, IPB, Bogor, West Java during five months from September 2013 to January 2014. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with one factor. The factor was position strangulation in young pomelo trees (without strangulation as control, strangulation at main stem and primary branch). The results showed that strangulation induced flowering plants. There was no significant effect on position strangulation for the carbohydrate content and C/N ratio. Control and main stem treatment do not produce flowers while primary branch strangulation treatment resulted in generative shoots developed into the flower cluster. Young pomelo trees with primary branch strangulation treatment-induced flowering in short time, i.e 8.8 weeks after anthesis with fruitset at 48.24%.

Keywords: *effectiveness, fruit set, induction, strangulation position, C/N ratio*

PENDAHULUAN

Salah satu jenis jeruk yang dibudidayakan di Indonesia adalah jeruk pamelo. Plasma nutfah pamelo banyak ditemukan di beberapa wilayah. Daerah sentra jeruk pamelo terbesar diantaranya adalah Provinsi Jawa Timur, Sulawesi Tengah, Jawa Tengah, Aceh dan Kalimantan Selatan. Produksi terbesar dari beberapa daerah sentra jeruk pamelo di Indonesia adalah Jawa Timur (BPS, 2017). Sebagian besar jeruk pamelo Indonesia berbuah musiman. Sifat musiman ini menyebabkan melimpahnya produksi pada waktu panen raya, tetapi

terjadi kekosongan produksi buah diluar musim. Informasi pembungaan jeruk pamelo masih secara umum, yakni pada bulan Oktober – November di Kabupaten Magetan, sedangkan di Pati dan Kudus dapat terjadi beberapa kali namun panen raya sekitar Januari – Februari (Susanto *et al.*, 2016b).

Indonesia mempunyai berbagai kultivar pamelo (Agisimanto & Supriyanto, 2007; Susanto *et al.*, 2016b). Rahayu *et al.*, (2012a) melaporkan bahwa pamelo di Indonesia dibedakan berdasarkan kelompok berbiji dan tidak berbiji. Rahayu *et al.* (2012b)

menyatakan bahwa aksesi pamelos yang berbiji adalah Cikoneng ST, Bali Merah 1, Jawa 2, Magetan, Bali Putih, Sri Nyonya, Adas Duku, Nambangan, Gulung, Jawa 3 dan Pangkep Merah. Aksesi pamelos yang tidak berbiji adalah Bali Merah 2, Jawa 1, Bageng Taji dan Muria Putih. Jeruk pamelos tidak berbiji memiliki keuntungan saat dikonsumsi, karena tidak terdapat biji di dalam buahnya. Susandarini *et al.*, (2013) mengelompokkan jeruk pamelos menjadi dua kelompok berdasarkan rasa buah jeruk pamelos, yakni kelompok jeruk pamelos rasa asam dan pahit (kelompok A) serta kelompok jeruk pamelos rasa manis (kelompok B).

DA SMIARC (2004) menyatakan bahwa tanaman pamelos mulai berproduksi pada umur 3 – 5 tahun. Ryogu (1988) melaporkan bahwa ada beberapa cara perlakuan untuk mempercepat pembungaan diantaranya pemberian zat pengatur tumbuh, vernalisasi, cekaman kekeringan, kerat batang dan strangulasi yang bertujuan dapat menekan aliran fotosintat dari daun ke akar, sehingga terjadi akumulasi karbohidrat di tajuk yang selanjutnya digunakan untuk pembungaan. Phadung *et al.*, (2011) melaporkan hasil penggunaan paclobutrazol dan urea yang

dikombinasikan dengan stress air pada tanaman pamelos Thailand kultivar ‘Khao Nam Phueng’ dapat menginduksi pembungaan. Rai *et al.*, (2004) menyatakan bahwa perlakuan strangulasi dapat menginduksi pembungaan tanaman manggis. Iglesias *et al.*, (2007) menyatakan bahwa pembungaan pada tanaman *alternate bearing* perlu memperhatikan pentingnya kekurangan karbohidrat yang mempengaruhi keberadaan bunga atau buah dan/atau untuk melepaskan campuran sinyal, khususnya hormon giberelin.

Perlakuan strangulasi telah dilakukan oleh beberapa peneliti pada tanaman jeruk pamelos. Susanto *et al.*, (2002) melaporkan bahwa strangulasi pada jeruk pamelos kultivar ‘Nambangan’ mampu berbunga mencapai 87% dengan waktu lebih awal 8.6 minggu setelah pembungaan (MSP) dibanding tanaman kontrol. Thamrin (2008) menyatakan bahwa perlakuan strangulasi selama 3 bulan pada tanaman jeruk pamelos dewasa mampu menginduksi pembungaan jeruk pamelos sehingga tanaman berbunga lebih banyak (50-83%) dan cepat (2.86-6.85 MSP).

Strangulasi untuk pembungaan banyak dilakukan pada tanaman dewasa yang sudah berproduksi untuk

menginduksi pembungaan, namun jarang diterapkan pada tanaman muda. Perlakuan strangulasi pada tanaman dewasa untuk mempercepat waktu berbunga serta menginduksi pembungaan diluar musim. Hasil yang diperoleh atas perlakuan strangulasi pada tanaman dewasa diharapkan terjadi pula pada tanaman muda. Tanaman muda yang sudah melewati masa juvenil akan siap berproduksi, namun yang terjadi di lapangan terkadang tanaman muda tersebut tidak menghasilkan bunga. Oleh karena itu, diperlukan perlakuan strangulasi pada tanaman muda jeruk pamelos supaya tanaman tersebut dapat berbunga lebih awal.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman jeruk pamelos kultivar Nambangan berumur 4 tahun yang belum pernah berproduksi, kawat berdiameter 2 mm dan senyawa kimia dalam analisis daun jeruk pamelos. Peralatan yang digunakan adalah gunting pangkas, alat-alat pertanian dan alat-alat analisis kimia. Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Cikabayan Kampus Dramaga IPB. Analisis karbohidrat dan nitrogen daun dilaksanakan pada Balai Penelitian dan

Pengembangan Pascapanen Pertanian. Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2013 sampai bulan Januari 2014.

Analisis kandungan karbohidrat daun menggunakan metode Luff-Schoorl. Penentuan kandungan karbohidrat total dilakukan dengan titrasi menggunakan Na-tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) (Sudarmadji *et al.*, 1989). Analisis kandungan nitrogen daun menggunakan metode Kjeldahl (William, 1984).

Perancangan Percobaan

Percobaan dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan satu faktor. Faktor tersebut adalah letak strangulasi, yakni batang utama, cabang primer dan tanpa strangulasi (kontrol). Pada setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Perlakuan strangulasi dilakukan selama 3 bulan. Data percobaan yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dengan taraf 5%. Jika terdapat pengaruh beda nyata, maka nilai rata-rata perlakuan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%. Peubah yang diamati dalam penelitian ini meliputi kandungan karbohidrat daun, kandungan nitrogen daun, rasio C/N jumlah tunas vegetatif, jumlah

tunas generatif, waktu berbunga, jumlah bunga mekar dan persentase *fruit set*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlakuan letak strangulasi mampu menginduksi pembungaan pada tanaman muda jeruk pabelo. Hal serupa terjadi pada jeruk pabelo muda yang distrangulasi tunggal dan ganda pada batang utama (Susanto *et al.*, 2016a) serta pada tanaman dewasa jeruk pabelo kultivar Cikoneng (Thamrin *et al.*, 2009). Pengaruh perlakuan strangulasi terlihat pada perlakuan strangulasi pada cabang primer, dimana pada perlakuan ini tanaman mampu menghasilkan bunga. Perlakuan tanpa strangulasi (kontrol) dan strangulasi pada batang utama tidak menghasilkan tunas generatif, sedangkan pada perlakuan strangulasi pada cabang primer menghasilkan tunas generatif. Tunas generatif yang ada terdapat primordia bunga yang nantinya berkembang menjadi kumpulan (*cluster*) bunga. Susanto *et al.*, (2016a) melaporkan bahwa perlakuan strangulasi ganda pada tanaman muda menghasilkan bunga lebih banyak dibandingkan perlakuan strangulasi tunggal. Pada tanaman yang telah terinduksi menunjukkan tingginya karbohidrat pada tajuk sehingga meningkatkan rasio C/N.

Strangulasi pada tanaman jeruk pabelo akan menghambat translokasi fotosintat dari tajuk ke akar sehingga terjadi peningkatan akumulasi karbohidrat di bagian tajuk yang akan menginduksi tanaman jeruk untuk berbunga dan membentuk buah. Kandungan pati dan nisbah C/N pada daun yang tinggi dapat menginisiasi pembungaan (Susanto *et al.*, 2002). Selain itu, strangulasi menyebabkan kekeringan dan penghambatan penyerapan hara (seperti nitrogen) karena akar meminimalisir energinya dikarenakan fotosintat tertahan di tajuk.

Persentase Kandungan Nitrogen Daun, Karbohidrat Daun dan Rasio C/N

Persentase kandungan karbohidrat daun dan rasio C/N tidak menunjukkan perbedaan pada perlakuan letak kawat strangulasi, sedangkan persentase kandungan nitrogen daun menunjukkan perbedaan sangat nyata antara perlakuan letak kawat strangulasi (Tabel 1). Persentase kandungan nitrogen pada perlakuan strangulasi baik pada batang utama maupun cabang primer lebih tinggi dibandingkan kontrol sebesar 4.67 – 5%.

Tabel 1. Persentase kandungan nitrogen, karbohidrat daun dan rasio C/N selama pembungaan tanaman muda jeruk pamelo

Perlakuan	Karbohidrat%.....	Nitrogen	Rasio C/N
Tanpa strangulasi	11.04	3.00 a	3.68
Strangulasi batang utama	11.64	3.15 b	3.69
Strangulasi cabang primer	11.71	3.14 b	3.74
	tn	**	tn

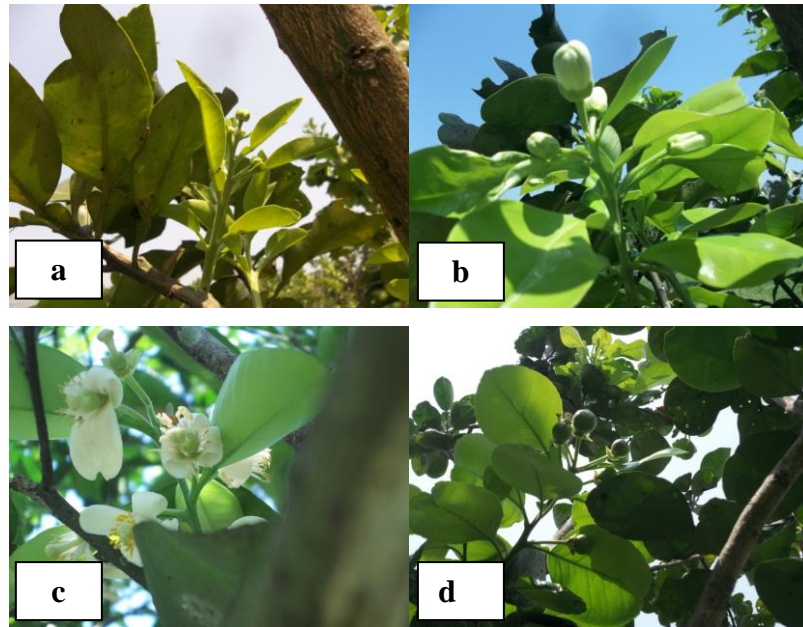
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Hasil kandungan total gula daun yang tinggi pada penelitian ini merupakan dampak dari terhambatnya translokasi fotosintat, sedangkan terganggunya serapan hara ditunjukkan oleh turunnya kandungan N total daun sehingga meningkatkan rasio C/N. Kandungan karbohidrat (C) pada daun jeruk pamelo berkisar 11.04 – 11.71%, sedangkan nitrogen (N) berkisar 3.00 – 3.15%. Hasil tersebut tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Susanto *et al.*, 2010. Hasil penelitian Putra (2002) pada perlakuan strangulasi menyebabkan jeruk pamelo kultivar "Nambangan" berbunga lebih cepat 56 hari dibandingkan kontrol karena meningkatnya kandungan karbohidrat daun, tetapi kandungan nitrogen daun menurun. Susanto *et al.*, (2016a) menyatakan bahwa strangulasi bertujuan menghambat translokasi fotosintat dari tajuk ke akar dapat menginduksi

pembungaan, hal ini diduga berhubungan dengan peningkatan kandungan karbohidrat total daun dan nisbah C/N daun.

Jumlah Tunas Vegetatif, Jumlah Tunas Generatif, Jumlah Bunga dan Fruit set

Perlakuan letak kawat strangulasi tidak menunjukkan perbedaan terhadap jumlah tunas vegetatif, namun perlakuan tersebut berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah tunas generatif, waktu berbunga, jumlah *cluster* bunga dan *fruit set* (Tabel 2). Tunas generative muncul pada perlakuan strangulasi pada cabang primer tanaman (Gambar 1).



Gambar 1. Pembungaan tanaman jeruk pamelu. Tunas generatif (a), kluster bunga (b), bunga mekar (c) dan *fruit set* (d)

Tabel 2. Jumlah tunas vegetatif, jumlah tunas generatif, jumlah *cluster* bunga dan *fruit set*

Perlakuan	Jumlah Tunas Vegetatif	Jumlah Tunas Generatif	Waktu Berbunga (MSP)	Jumlah <i>Cluster</i> Bunga	<i>Fruit set</i> (%)
Tanpa strangulasi	65.67	0 a	0 a	0 a	0 a
Strangulasi batang utama	66.33	0 a	0 a	0 a	0 a
Strangulasi cabang primer	131	7.0 b	8.8 b	13 b	48.24 b
	tn	**	**	**	**

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Perlakuan strangulasi pada batang utama dan kontrol tidak menghasilkan tunas generatif sehingga tidak ada primordia bunga yang muncul, sedangkan pada perlakuan strangulasi pada cabang primer menunjukkan bahwa tanaman tersebut menghasilkan tunas generatif. Tunas generatif pada perlakuan strangulasi pada cabang

primer masih rendah (7 tunas generatif). Hal ini diduga karena tanaman yang digunakan masih muda dan baru melalui proses transisi dari fase juvenil menuju fase dewasa, sehingga respon yang diberikan oleh tanaman tersebut terhadap induksi pembungaan sangat rendah. Hal ini ditunjukkan pada jumlah tunas generatif yang dihasilkan. Menurut

Iglesias *et al.*, (2007) tanaman jeruk umumnya memiliki masa juvenil yang relatif lama (2 sampai 5 tahun) sebelum tanaman tersebut memasuki stadia dewasa untuk memproduksi bunga. Pembungaan tergantung pada kultivar, umur tanaman dan kondisi lingkungan.

Waktu pertama munculnya bunga dalam penelitian ini memerlukan waktu yang relatif singkat, yakni 8.8 MSP. Kecepatan munculnya bunga pada tanaman yang mendapat perlakuan strangulasi tidak dapat dibandingkan dengan kontrol, karena tanaman kontrol tidak menghasilkan bunga sama sekali. Bunga yang muncul pada perlakuan strangulasi pada cabang primer menghasilkan jumlah bunga dalam setiap tanaman sebanyak 13 *cluster* bunga dengan *fruit set* yang cukup tinggi, yakni 48.24%. Waktu muncul bunga pertama tersebut tidak jauh berbeda dengan perlakuan strangulasi pada tanaman dewasa kultivar Nambangan yang dilakukan oleh Susanto *et al.*, (2002), dimana tanaman dewasa berbunga lebih awal, yakni 8.6 MSP. Darmawan *et al.*, (2014) juga menunjukkan hasil bahwa strangulasi mempercepat pembungaan dan meningkatkan jumlah bunga dan buah tanaman jeruk keprok. Bunga dan buah

panen yang dihasilkan perlakuan strangulasi paling banyak dibandingkan perlakuan lainnya (kontrol, prohexadion-Ca dan paclobutrazol).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan strangulasi pada tanaman muda dengan periode waktu tertentu (3 bulan) memberikan pengaruh positif (membuat tanaman jeruk pamele berbunga lebih cepat). Hal tersebut berhubungan erat dengan cadangan asimilat dalam jaringan tanaman. Perbedaan respon tanaman dalam menghasilkan tunas generatif dan waktu berbunga diduga disebabkan oleh ketersediaan cadangan asimilat dalam jaringan tanaman serta kemampuan tanaman untuk melakukan proses transisi dari meristem apikal.

Susanto *et al.*, (2016a) menyatakan bahwa perlakuan strangulasi selama 3 bulan merupakan cara yang efektif untuk menginduksi pembungaan tanaman jeruk pamele. Perlakuan tersebut akan menghambat translokasi fotosintat dari tajuk ke akar sehingga terjadi peningkatan akumulasi karbohidrat di bagian tajuk. Hal yang sama dilaporkan oleh Thamrin *et al.*, (2009), strangulasi tunggal pada batang utama menggunakan kawat berdiameter 2.0 mm dalam waktu tiga bulan mampu

meningkatkan pembungaan jeruk besar kultivar Nambangan. Rai *et al.*, (2004) menunjukkan bahwa pemutusan aliran karbohidrat pada tanaman manggis dari daun ke akar menyebabkan kemampuan akar untuk menyerap unsur hara dan air berkurang sehingga mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman menjadi berkurang. Berkurangnya pertumbuhan vegetatif tanaman berkaitan dengan sintesis hormon endogen giberelin pada bagian pucuk tanaman menjadi berkurang.

KESIMPULAN

Perlakuan strangulasi merupakan salah satu cara menginduksi pembungaan pada tanaman jeruk pamelos setelah fase juvenil. Perlakuan strangulasi lebih efektif dilakukan pada cabang primer selama 3 bulan dibandingkan tanpa strangulasi dan strangulasi pada batang utama. Pembungaan tanaman muda ini mampu berbunga dalam waktu yang relatif singkat, yakni 8.8 MSP dengan *fruit set* cukup tinggi, yakni sebesar 48.24%.

DAFTAR PUSTAKA

Agisimanto, D., A. Supriyanto. 2007. Keragaman Genetik Pamelos Indonesia Berdasarkan Primer

- Random Amplified Polymorphic DNA. *J. Hort.* 17: 1-7.
- [BPS] Badan Pusat Statistika. 2017. Produksi Tanaman Buah-buahan Jeruk Besar. <https://bps.go.id/site/pilihdata>. [diunduh September 2017].
- DA SMIARC. 2004. Pummelo Production. Davao City: Department of Agriculture RFU XI Southern Mindanao Integrated Agricultural Research Center.
- Darmawan M., R. Poerwanto, S. Susanto. 2014. Aplikasi Prohexadion-Ca, Paclobutrazol, dan Strangulasi untuk Induksi Pembungaan di Luar Musim pada Tanaman Jeruk Keprok (*Citrus reticulata*). *J. Hort.* 24 (2): 133 – 140.
- Iglesias, D.J., M. Cercos, J.M. Colmenero-Flores, M.A. Naranjo, G. Rios, E. Carrera, O. Ruiz-Rivero, I. Lliso, R. Morillon, F. R. Tadeo, M. Talon. 2007. Physiology of citrus fruiting. *Braz. J. Plant Physiol.*, 19(4): 333 - 362.
- Phadung, T., K. Krisanapook, L. Phavaphutanon. 2011. Paclobutrazol, Water Stress and Nitrogen Induced Flowering in ‘Khao Nam Phueng’ Pummelo. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 45: 189 – 200.
- Putra, G.A. 2002. ‘Pengaruh Strangulasi Terhadap Pembungaan Jeruk Besar “Nambangan”’ Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rahayu, A., S. Susanto, B.S. Purwoko, I.S. Dewi. 2012a. Karakter Morfologi dan Kimia Kultivar Pamelos (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) Berbiji dan Tanpa Biji. *J. Agron. Indonesia.* 40(1): 48-55.

- Rahayu, A., S. Susanto, B.S. Purwoko, I.S. Dewi. 2012b. Perbandingan Pola Pita Isoenzim 15 Akses Pamelon (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) Berbiji dan Tidak Berbiji dan Hubungan Kekerabatannya. *J. Hort. Indonesia* 3(1):42-48.
- Rai, I.N., R. Poerwanto, L.K. Darusman, B.S. Purwoko. 2004. Pengaruh Pembungaan Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.) di Luar Musim dengan Strangulasi, serta Aplikasi Paklobutrazol dan Etepon. *Bul Agron* 32 (2): 12 – 20.
- Ryugo K. 1988. *Fruit Culture: Its Science and Art*. California (US): John Wiley & Sons Inc. 334p.
- Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta (ID): Liberty Yogyakarta. Kerjasama dengan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM.
- Susandarini, R., S. Subandiyah, Rugayah, B.S. Daryono, L.H. Nugroho. 2013. Assessment of Taxonomic Affinity of Indonesian Pummelo (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) based on Morphological Characters. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 8 (3): 182-190.
- Susanto, S., S. Minten, A. Mursyada. 2002. Pengaruh Strangulasi Terhadap Pembungaan Jeruk Besar (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) Kultivar Nambangan. *J Agrotropika* 7 (1): 34 – 37.
- Susanto, S., H. Sugeru, S. Minten. 2010. Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif Batang Atas Jeruk Pamelon ‘Nambangan’ pada Empat Jenis Interstok. *J. Hort. Indonesia* 1 (2): 53 – 58.
- Susanto, S., Melati M., Sugeru, H. 2016a. Perbaikan Pembungaan Pamelon Melalui Aplikasi Strangulasi dan Zat Pemecah Dormansi. *J. Hort. Indonesia* 7(3): 139 – 145.
- Susanto S, Rahayu A, Tyas KN. 2016b. *Pamelon Indonesia Dan Kajian Ekofisiologinya*. Bogor (ID): PT Penerbit IPB Press.
- Thamrin, M. 2008. ‘Peningkatan Pembungaan Jeruk Pamelon (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) ‘Cikoneng’ Melalui Strangulasi’. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 71 hal.
- Thamrin, M., S. Susanto, E. Santosa. 2009. Efektivitas Strangulasi Terhadap Pembungaan Tanaman Jeruk Pamelon ‘Cikoneng’ pada Tingkat Pembuahan Sebelumnya yang Berbeda. *J. Agron. Indonesia*. 37(1): 40 – 45.
- Wiliam, S. (ed.). 1984. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. 14th. Ed. Assoc. Off. Anal. Chem. Inc. Va. pp. 16 – 17.

LAMA INKUBASI PUPUK KANDANG KAMBING PADA TANAH TERCEMAR LOGAM BERAT

Incubation Period of Organic in Heavy metal Contaminated Soil.

Aisyah^{1*}, Ratih Kurniasih², Euis Rakhmah Sari³

^{1,3} Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Nusa Bangsa (Nusa Bangsa University Jl. KH. Sholeh Iskandar Km.4, tanah Sareal Bogor 16166 Indonesia. aisyah_126@yahoo.co.id

² Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma, Jl. Margonda Raya No.100 Depok 16424. ratih_kurniasih@staff.gunadarma.ac.id

*) Penulis korepondensi

Diterima Agustus 2018; Disetujui November 2018

ABSTRAK

Ketersediaan tanah subur untuk penanaman di perkotaan telah berkurang, akibat adanya kontaminasi logam berat dari limbah industri. Inkubasi pupuk organik dalam tanah selama waktu-waktu tertentu sebelum tanam dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan efek kontaminasi logam terhadap tanaman budidaya. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh waktu inkubasi dan dosis pupuk organik terhadap produksi tanaman bayam yang ditanam di tanah yang terkontaminasi. Penelitian disusun dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, yang terdiri dari dua faktor perlakuan. Perlakuan pertama yaitu dosis pupuk dan perlakuan kedua adalah waktu inkubasi. Faktor dosis (O) terdiri dari tiga taraf, yaitu 4.15, 6.25 dan 8.35 g/polibag. Faktor waktu inkubasi (T) terdiri dari tiga taraf yaitu satu, dua dan tiga minggu. Data dianalisis dengan uji F dan jika berbeda nyata, dilakukan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf nyata 5% ($p < 0.05$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk 6.25 g/polibag yang diinkubasi selama dua minggu memberikan hasil tanaman bayam terbaik.

Kata Kunci: Bayam (*Amaranthus spinosus*), Logam Berat, Pupuk Organik, Tanah Tercemar.

ABSTRACT

The availability of fertile soil for planting in urban areas had diminished among others due to heavy metal contamination from industrial waste. Incubation of organic fertilizer in the soil for certain periods before planting may reduce or even vanish effect of metal contamination to cultivated plants. This research aims to study the effect of incubation period and dosage of organic fertilizer on the spinach production grown on contaminated soil. This factorial research was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) consisting of two factors, namely fertilizer doses and incubation period. The fertilizer doses factor consists of three levels, namely 4.15, 6.25 and 8.35

g/polybag. The incubation period factor consists of three levels including one, two and three weeks. The data were analyzed by the F test, and the Significance Different were analyzed by DMRT ($p < 0.05$). The results showed that the distribution of 6.25 g/polybag fertilizer incubated for two weeks yields the best spinach.

Keywords: *Contaminated soil, Heavy Metals, Organic Fertilizer, Spinach (Amaranthus spinosus),*

PENDAHULUAN

Ketersediaan lahan pertanian yang ideal di daerah perkotaan menjadi hal yang sulit untuk ditemukan. Adanya konversi lahan pertanian menjadi lahan industri dan perumahan menyebabkan semakin sempitnya lahan pertanian serta memunculkan permasalahan pencemaran baik tanah, air mau pun udara. Peningkatan populasi manusia juga mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan pangan, bahan bakar, pemukiman dan kebutuhan-kebutuhan dasar yang lain. Hal ini yang menyebabkan meningkatnya limbah domestik dan limbah industri (Kristanto dalam Sarjono, 2009).

Menurut Hanafiah (2005), tanah sebagai media tanam berperan dalam menunjang sistem perakaran sekaligus sebagai penyedia unsur hara yang diperlukan tanaman. Masuknya zat-zat berbahaya dan bahan kimia yang tidak diinginkan ke dalam tanah menyebabkan perubahan pada lingkungan tanah alami yang juga dapat berdampak pada

ekosistem sekitarnya. Akumulasi zat berbahaya di dalam tanah dan dimanfaatkan oleh organisme sehingga dapat menyebabkan akumulasi zat berbahaya pada organisme yang hidup.

Umumnya pencemaran tanah diakibatkan oleh adanya penumpukan unsur tertentu dalam jumlah yang melebihi seharusnya. Unsur-unsur tersebut tidak dapat dimanfaatkan karena bersifat toksik (beracun). Unsur yang termasuk bersifat toksik adalah logam berat seperti timbal (Pb), nikel (Ni) dan Cadmium (Cd). Unsur-unsur ini sering digunakan dalam industri dan ikut menjadi buangan limbah. Sehingga ketika limbah terurai, unsur-unsur tersebut mengendap dan terakumulasi di dalam lapisan tanah.

Pencemaran tanah oleh logam berat dapat menyebabkan perubahan metabolisme tanaman yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan hasil pertanian. Logam berat yang terserap oleh tanaman pertanian akan tersimpan dalam jaringan tanaman yang

nantinya dapat masuk ke dalam tubuh manusia secara tidak langsung ketika tanaman tersebut di konsumsi. Terakumulasinya logam berat dalam tubuh manusia dapat menyebabkan berbagai penyakit dan penurunan intelegensi (kecerdasan) dari mereka yang mengkonsumsinya (Alloway, 1995).

Bayam sebagai salah satu komoditi pertanian merupakan sayuran yang kaya akan vitamin dan mineral. Bayam juga salah satu tanaman yang memiliki sifat kemampuan sebagai tanaman hiperakumulator terhadap timbal (Pb) dan tembaga (Cu) (Dwinta *et al.*, 2015). Penanamannya yang relatif singkat dan mudah menjadikan bayam sebagai komoditi sayuran yang diminati oleh petani dan masyarakat. Bayam memiliki toleransi yang baik terhadap logam berat, namun akumulasi logam berat dalam jaringan tanaman bayam dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia yang mengkonsumsinya.

Pupuk organik kemungkinan dapat digunakan untuk mengurangi dampak logam berat. Aplikasi pupuk organik dapat memengaruhi sifat kimia tanah, dengan terciptanya kesetimbangan hara dalam tanah sehingga mampu memperbaiki produksi tanaman

sayuran, selain itu penggunaan pupuk organik dapat memperbaiki struktur fisik dan kimia tanah juga dapat meningkatkan kadar pH tanah. Naiknya pH tanah dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara yang diperlukan sekaligus mengikat unsur berbahaya yang bersifat toksik seperti logam berat agar terikat dan tidak terserap oleh tanaman. Selain itu logam berat dapat berikatan dengan koloid organik membentuk ikatan yang kuat (Nuroet *al.*, 2016).

Penggunaan pupuk organik untuk memperbaiki pH dan struktur tanah tidak akan langsung memberikan hasil dengan cepat. Proses inkubasi atau tercampurnya pupuk organik dengan tanah untuk dapat mengubah pH dan struktur tanah memerlukan waktu tertentu tergantung pada jenis tanah dan keadaan lingkungan, sehingga lahan yang diberi pupuk organik perlu untuk didiamkan sebelum digunakan. Pupuk organik diharapkan dapat menjadi solusi dari permasalahan tanah tercemar yang mudah untuk dilakukan. Teratasinya tanah tercemar dengan metode sederhana diharapkan memberikan produksi tanaman yang berkualitas dan aman untuk di konsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk 1). mengetahui

pengaruh penggunaan pupuk organik pada dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bayam, 2) mengetahui pengaruh lama inkubasi pupuk organik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bayam dan 3) mengetahui pengaruh interaksi penggunaan dosis pupuk organik dan lama inkubasi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bayam.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan pada bulan Januari 2014 sampai dengan Maret 2014 bertempat di rumah Kaca Universitas Nusa Bangsa, Bogor. Analisa tanah dilaksanakan di laboratorium kimia Balai Penelitian Tanah Bogor. Bahan-bahan yang digunakan antara lain tanah tercemar, pupuk kandang kambing, pupuk NPK, benih bayam dan polibag. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 3 faktor perlakuan. Perlakuan pertama adalah jumlah pupuk kandang/polibag (O) yang terdiri dari 3 taraf, yaitu 4.15 gram (O1), 6.25 gram (O2), 8.35 gram (O3). Perlakuan kedua adalah lama inkubasi pupuk kandang (T) yang terdiri dari 1 minggu (T1), dua minggu (T2)

dan 3 minggu (T3). Data dianalisis dengan uji F dan bila terdapat perbedaan pada Anova dilanjutkan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Parameter tanaman bayam yang diamati yaitu parameter pertumbuhan, antara lain: pertambahan jumlah daun dan pertambahan tinggi tanaman sedangkan parameter produksi adalah produksi bobot basah bayam (g/polibag).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan menggunakan tanah yang berasal dari tanah yang tercemar oleh limbah cucian pabrik pengolahan plastik sehingga tanah mengandung logam berat timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Nikel (Ni) dalam jumlah yang termasuk dalam kategori kritis dalam mencemari tanah. Kandungan masing-masing logam berat yaitu Pb 108.9 ppm, Cd 1.1 ppm, dan Ni 58.2 ppm. Menurut Kabata-Pendias dan Pendias (1992) dan Soepardi (1983) dalam Widaningrum, Miskiyah & Suismono (2007) angka tersebut termasuk pada jumlah yang kritis dan termasuk sudah mencemari tanah. Kandungan logam berat Pb, Cd, dan Ni dikatakan tidak mencemari tanah

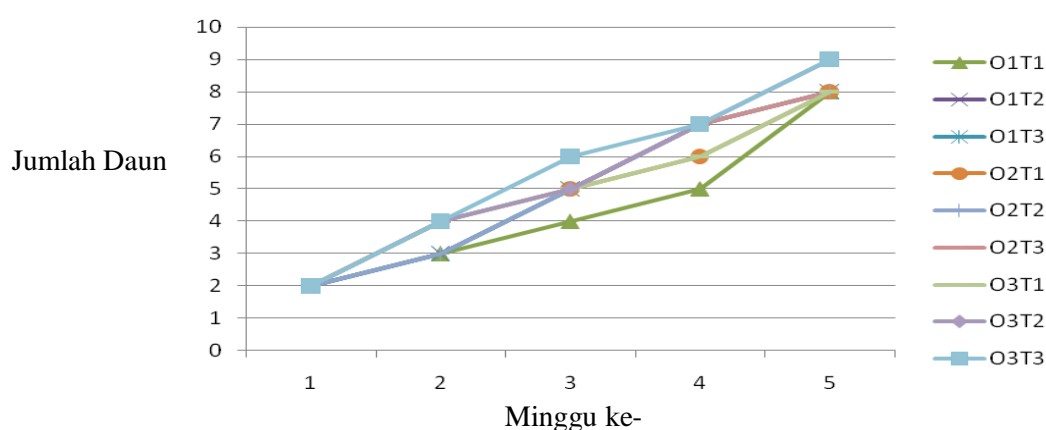
jika kandungan Pb <100 ppm, Cd <1 ppm, dan Ni < 10 ppm.

Logam berat Pb, Cd, dan Ni yang terdapat dalam tanah ini merupakan logam berat yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Logam berat ini dapat terakumulasi dalam organ tanaman bayam dan dapat mempengaruhi metabolisme tanaman. Dalam penelitian ini tanah tersebut dijadikan media penanaman bayam dengan penambahan pupuk organik

dalam dosis yang berbeda dan lama inkubasi pupuk organik yang berbeda, dengan tujuan untuk melihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi bayam.

Jumlah daun

Hasil pengamatan jumlah daun bayam dari penggunaan dosis pupuk organik dengan lama inkubasi berbeda dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik pertambahan jumlah daun Bayam

Dari Gambar 1, dapat dilihat bahwa penambahan daun bayam hingga minggu kelima dari setiap perlakuan, menunjukkan pertambahan jumlah daun yang relatif sama. Jumlah helai daun pada minggu pertama adalah 2 helai, pada minggu kedua 3-4 helai, pada minggu ketiga 5-6 helai, pada minggu

keempat 6-7 helai, dan minggu kelima 8-9 helai.

Tabel 1 dibawah ini menunjukkan jumlah daun pada minggu kelima. Jumlah daun tertinggi hingga minggu kelima adalah 9 helai, sedangkan yang terendah hingga minggu kelima adalah 8 helai.

Tabel 1. Hasil Analisa Interaksi Dosis Pupuk Dan Lama Inkubasi Terhadap Pertambahan Jumlah Daun Bayam Minggu Kelima

Perlakuan	T1	T2	T3
O1	8a	8a	8a
O2	8a	8a	8a
O3	8a	9b	9b

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji duncan 5%

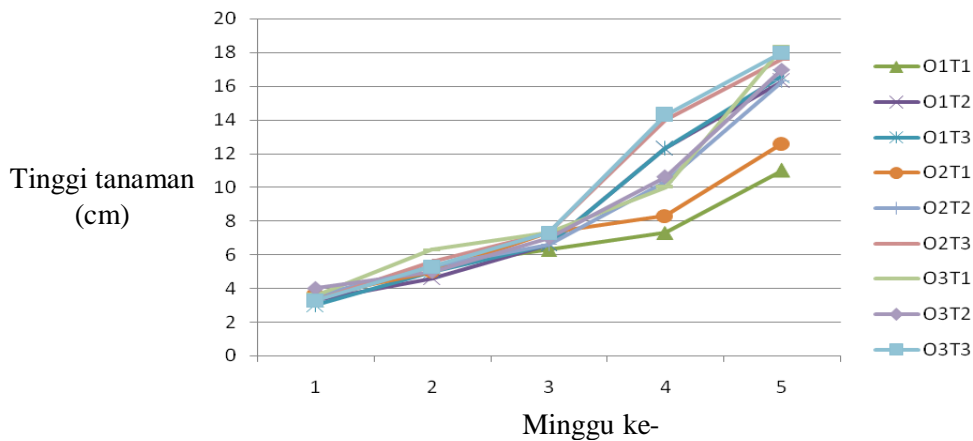
Menurut Widaningru *et al.*, (2007), logam berat Cd dan Pb termasuk dalam *big three heavy metal* yang banyak ditemukan dalam jaringan daun sayuran seperti caisim (*Brassica chinensis*), kangkung (*Ipomea sp*) dan bayam (*Amaranthus sp*), terutama pada sayuran yang ditanam di daerah perkotaan dan dekat dengan sumber polutan. Secara fisik tidak tampak perbedaan antara sayuran yang mengandung logam berat di atas ambang batas yang diijinkan dengan sayuran yang bebas kandungan logam berat. Adanya logam berat tersebut dalam jaringan tanaman dalam jumlah yang tidak dapat ditoleransi oleh tanaman dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan karena metabolisme dalam tubuh tanaman terganggu dan berakibat pada

terhambatnya laju proses fotosintesis tanaman (Widowati, 2011).

Menurut Irwan *et al.*, (2008) adanya logam berat dalam jumlah yang berbeda dalam tanah relatif tidak memberi pengaruh pada pertambahan jumlah daun bayam. Pada tumbuhan dikotil, sebagian besar sel telah lama berhenti sebelum daun berkembang penuh, bahkan sebelum daun mencapai kurang dari separuh ukuran akhirnya, sehingga perkembangan daunnya semata-mata disebabkan oleh pertumbuhan sel yang telah terbentuk sebelumnya (Salisbury & Ross, 1995).

Tinggi Tanaman

Hasil analisa pengamatan pertambahan tinggi tanaman bayam selama 5 minggu ditampilkan pada Gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Grafik pertumbuhan tinggi bayam hijau

Tinggi bayam setiap minggu dari setiap perlakuan pada minggu pertama sampai dengan minggu ke-3 menunjukkan pertumbuhan yang pesat, namun memasuki minggu ke-4 dan 5 hampir tidak ada perbedaan (Tabel 2). Tinggi tanaman pada akhir periode penanaman sebesar 11 cm pada

perlakuan O1T1. Tinggi tanaman pada perlakuan O1T2 dan O1T3, mencapai 16.3 dan 16.6 cm. Sedangkan pada perlakuan O2T1 tinggi akhir tanaman adalah 12.6 cm, O2T2 16.3 cm dan O2T3 17.6 cm. Tinggi tanaman pada perlakuan O3T1 mencapai 18,3 cm, O3T2 17 cm dan O3T3 18 cm.

Tabel 2. Analisa uji duncans interaksi dosis pupuk dan lama inkubasi terhadap pertambahan tinggi tanaman

Perlakuan	T1	T2	T3
O1	11.0a	16.3b	16.7b
O2	12.7a	16.3b	17.7b
O3	18.3b	17.0b	18.0b

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji duncan 5%

Dari semua perlakuan, pertambahan tinggi bayam terbaik terdapat pada perlakuan O3T1 yang mencapai 18.3 cm. Namun pertambahan tinggi ini tidak menunjukkan perbedaan yang nyata jika dibandingkan dengan perlakuan O1T2, O1T3, O2T2, O2T3,

O3T2, dan O3T3. Sedangkan perlakuan O1T1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan O2T1, dan kedua perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. berdasarkan analisa hasil terbaik dapat diperoleh pada perlakuan

O1T2 yaitu interaksi dosis pupuk 4.15 gram dan lama inkubasi 2 minggu.

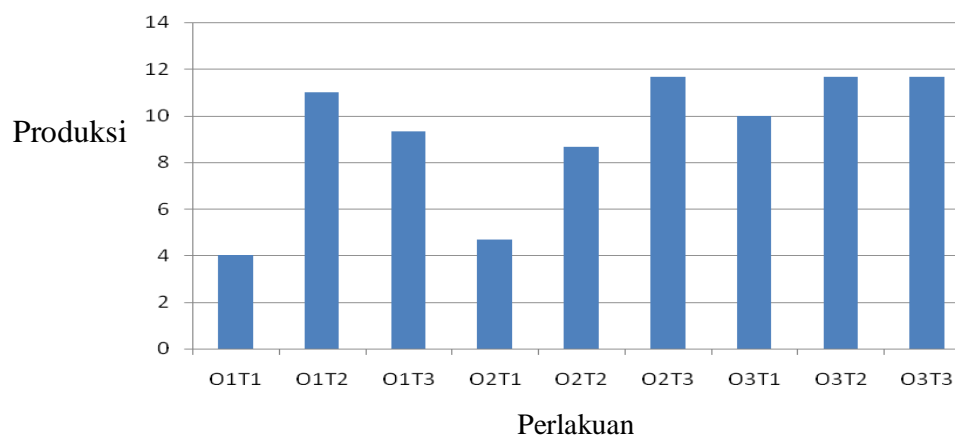
Menurut Sudaryono dan Ikhwanudin (2008) penggunaan pupuk organik pada tanah tercemar logam berat tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.), dan tidak ada interaksi antara pupuk kandang dengan biofertilizer yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tanaman. Namun pupuk kandang berpengaruh terhadap serapan logam cemaran tanah yang terakumulasi dalam organ tanaman terutama pada bagian akar.

Hal yang sama juga disampaikan oleh Irwan, Komari & Nova (2008) yang menyatakan tidak ada pengaruh nyata cemaran logam berat Pb, Cd, dan Ni terhadap pertumbuhan tinggi dan pertumbuhan jumlah daun bayam namun berpengaruh nyata terhadap berat kering akar dan batang bayam. Adanya logam berat pada tingkat toleransi tertentu tidak memberi pengaruh terhadap metabolisme pertumbuhan bayam, akan tetapi bayam menunjukkan gejala-gejala keracunan seperti tanaman tampak layu meskipun kebutuhan air telah tercukupi dan terjadinya klorosis sehingga daun bayam tampak berwarna pucat. Dan hal

tersebut terjadi pada penambahan jumlah logam berat dan konsentrasi yang sangat tinggi, sehingga walaupun bayam dapat tetap tumbuh normal, namun berbahaya untuk dikonsumsi. Menurut Wardani (2002), kadar logam berat timbal tidak memberi pengaruh nyata pada pertumbuhan tinggi bayam, baik pada tanah dengan kadar timbal yang tinggi mau pun yang rendah. Pencemaran logam timbal dapat menimbulkan pengaruh negatif pada klorofil karena sebagian besar diakumulasi oleh organ tanaman, yaitu daun, batang, akar dan tanah sekitar tanaman. Tanaman dapat menyerap logam timbal pada saat kondisi kesuburan dan kandungan bahan organik tanah rendah. Pada keadaan rendahnya kandungan bahan organik tanah, logam timbal akan terlepas dari ikatan tanah dalam bentuk ion dan bergerak bebas dalam larutan tanah, sehingga akan terserap oleh akar tanaman. Timbal kemudian ditransfer ke bagian lain dari tanaman yaitu batang, ranting, dan daun. Konsentrasi timbal yang tinggi (100-1000 mg/kg) dapat mengakibatkan pengaruh toksik terhadap proses fotosintesis sehingga pertumbuhan akan terhambat (Widowati *et al.*, 2011).

Produksi Bayam

Hasil pengamatan hasil panen pada tanaman bayam setelah penanaman selama 5 minggu menunjukkan bahwa produksi berat basah terendah tanaman bayam dari setiap perlakuan adalah pada perlakuan O1T1 seberat 4 gram. Produksi berat basah terendah sampai tertinggi secara berurutan adalah pada perlakuan O2T1 seberat 4.67 gram, O2T2 8.67 gram, O1T3 9.33 gram, O3T1 10 gram, O1T2 11 gram, dan O2T3, O2T3, O3T3 masing-masing 11.67 gram. Hasil produksi bayam digambarkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Grafik bobot basah bayam

Berdasarkan hasil analisis statistik berikut (Tabel 3) didapatkan pengaruh lama inkubasi terhadap dosis pupuk O1 (4.15 gram) berbeda nyata antara T1 dengan T2, namun tidak berbeda nyata dengan T3, sehingga pada dosis O1 lama inkubasi terbaik

Dari Gambar 3, terlihat produksi dengan perlakuan dosis pupuk O1 (4.15 g/polybag) pada semua masa inkubasi menghasilkan produksi berat basah yang rendah jika dibandingkan dengan dosis pupuk O2 (6.25 g/polibag) dan O3 (8.35 g/polibag). Pengaruh masa inkubasi terhadap produksi bayam dilihat antara masa inkubasi T2 (2 minggu) tidak berbeda dengan masa inkubasi T3 (4 Minggu). Sedangkan pada masa inkubasi T1 (1 Minggu) produksi bayam lebih rendah dibandingkan masa inkubasi T2 dan T3.

adalah 2 minggu. Pengaruh lama inkubasi pada dosis pupuk O2 (6.25 gram) terhadap lama inkubasi berbeda nyata antara T2 dengan T3. Sehingga pada dosis O2 masa inkubasi terbaik adalah T3 (4 minggu). Pengaruh lama inkubasi pada dosis pupuk O3 (8.35

gram) tidak ada perbedaan nyata untuk semua perlakuan. Sehingga waktu

terbaik untuk dosis O3 adalah T1 (1 minggu).

Tabel 3. Hasil analisa pengaruh faktor tunggal dosis pupuk dan lama inkubasi terhadap produksi tanaman bayam

Perlakuan	T1	T2	T3
O1	4.00a A	11.00a B	9.33a AB
O2	4.67ab A	8.67a A	11.67a B
O3	10.00b A	11.67a A	11.67a A

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji duncan pada taraf 5%. Huruf kecil dibaca vertikal (kolom), huruf besar dibaca horizontal (baris).

Pengaruh dosis pupuk yang berbeda terhadap masa inkubasi tidak berbeda nyata pada masa inkubasi T1, antara dosis pupuk O1 dengan dosis pupuk O2. Dosis pupuk O2 tidak berbeda nyata dengan dosis pupuk O3, namun berbeda nyata pada dosis O1 dengan O3. Sehingga untuk lama inkubasi T1 dosis terbaik adalah O2 (6.25 gram).

Tidak ada perbedaan yang nyata dari pengaruh dosis pupuk terhadap lama inkubasi T2 (2 minggu) antar semua perlakuan, sehingga pada masa inkubasi T2 menggunakan dosis pupuk O1 memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan dosis pupuk O2 dan O3. Hal yang sama juga ditunjukkan pada analisa pengaruh dosis pupuk terhadap lama inkubasi T3 yang tidak berbeda nyata pada setiap dosis pupuk,

sehingga dengan dosis pupuk O1 hasil produksi bayam tidak berbeda nyata dengan pemberian dosis pupuk O2 dan O3.

Berdasarkan analisa interaksi dosis pupuk organik dengan lama inkubasi berbeda tidak menunjukkan hasil produksi yang berbeda nyata antara satu perlakuan dengan perlakuan lain. Menurut hasil analisa perlakuan O1T1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan O2T1, O3T1, O2T2 dan O1T3. Dan perlakuan O3T1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan O2T1, O2T3, O3T2 dan O3T3. Melihat dari hasil analisa maka perlakuan interaksi dosis pupuk dan lama inkubasi yang terbaik adalah perlakuan O1T2 dengan dosis pupuk 4.15 g/polibag dan lama inkubasi 2 minggu.

Menurut Hanafiah (2005) pengaruh bahan organik terhadap tanah dan tanaman bergantung pada laju dekomposisinya. Faktor yang mempengaruhi laju dekomposisi bahan organik meliputi faktor tanah dan bahan organik itu sendiri. Faktor bahan organik yang mempengaruhi laju dekomposisi meliputi komposisi kimia, nisbah C/N, kadar lignin dan ukuran bahan. Sedangkan faktor tanah meliputi suhu, kelembaban, tekstur, struktur dan suplai oksigen.

Pupuk organik memiliki kandungan unsur hara yang sedikit namun dapat menaikkan pH tanah, dan dapat mengikat unsur logam berat pencemar tanah. Pengaruh pupuk organik terhadap kandungan unsur hara tanah tidak banyak, karena pupuk organik sendiri mengandung unsur hara yang lebih sedikit dari pupuk kimia. Namun pengaruh pupuk organik terhadap aktivitas mikroba tanah sangat besar, pembentukan aktivitas mikroba tanah memerlukan bahan organik dan waktu tergantung pada keadaan lingkungan dan jenis tanah, sehingga perlu waktu yang cukup lama untuk melihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.

Menurut Jamilah (2008), lama inkubasi pupuk kandang dalam 2 minggu dalam kondisi kering (tidak tergenang) terhadap tanah memberikan pengaruh terbaik terhadap kelengasan tanah dan terhadap agregat tanah. Hanafiah (2005) menyatakan bahwa bahan organik yang ditambahkan dalam tanah perlu waktu untuk mengalami proses dekomposisi dan mineralisasi untuk dapat mengubah status kesuburan suatu tanah baik secara fisik, kimia maupun biologi.

Menurut Wardani (2002) adanya logam berat dalam tanah terutama timbal akan ikut terserap dan terikat dalam jaringan tanaman bayam sehingga mempengaruhi secara nyata pada bobot berat kering bayam. Adanya penambahan asam humat dalam tanah dengan masa inkubasi 6 minggu mampu menurunkan jumlah serapan logam berat dan membantu meningkatkan produksi berat kering bayam. Nurrohmah (2008) menyatakan bahwa serapan logam berat kadmium (Cd) pada tanaman bayam tidak mempengaruhi pertumbuhan bayam secara fisik namun akumulasi kadmium berpengaruh pada ekspresi protein tanaman dengan terbentuknya protein fitokelatin yang berperan sebagai

protein pertahanan dan pengikat logam Kadmium (Cd).

Bahan organik tidak memberi pengaruh terhadap tanah, dan baru berguna setelah dirombak dan dilapukan oleh mikroba-mikroba tanah. Sehingga sering terjadi penurunan ketersediaan unsur-unsur hara tertentu bagi tanaman, karena unsur-unsur tersebut digunakan oleh mikroba untuk mendegradasi bahan organik yang belum mengalami pelapukan (alexander, 1977 *dalam* Haryono, Mulyanto & Kilawati, 2017). Bahan organik selain sumber hara bagi tanaman juga mengandung senyawa sebagai gugus fungsi yang apabila berada dalam bentuk terhidrogenasi dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk mengikat logam berat. Senyawa organik seperti asam humat dan asam Fulvat dari bahan organik mampu membentuk senyawa kompleks dengan ion logam, sehingga dapat mempengaruhi serapan ion logam berat oleh tanaman. (Haryono, Mulyanto & Kilawati, 2017).

KESIMPULAN DAN SARAN

Dosis pupuk organik yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman

dan produksi tanaman bayam, namun berpengaruh pada penambahan jumlah daun. Dosis pupuk terbaik pada penambahan jumlah daun adalah dosis pupuk 6.25 g/polbag atau setara dengan 15 ton/ha. Lama inkubasi pupuk organik terhadap tanah memberi pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produksi bayam. Dari hasil penelitian waktu inkubasi terbaik adalah T2 yaitu masa inkubasi 2 minggu. Tidak ada perbedaan nyata interaksi antara dosis pupuk organik dengan lama inkubasi pupuk organik terhadap pertumbuhan dan produksi bayam. Kedua faktor saling bebas dan pengaruh interaksi kedua faktor tidak signifikan. Hasil produksi terbaik didapatkan pada perlakuan O1T2 yaitu dosis pupuk 4.15 gram/polybag atau setara dengan 10 ton/ha dengan masa inkubasi 2 minggu.

Sebaiknya diadakan penelitian lebih lanjut terhadap kandungan bahan pencemar tanah yang terserap oleh bayam, untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk dan lama inkubasi pupuk organik terhadap kandungan bahan pencemar tanah dalam jaringan tanaman bayam. Sebaiknya pemberian pupuk organik dilakukan secara bertahap agar pupuk dapat berpenetrasi dengan tanah dan memperbaiki kondisi tanah. Perlu

penelitian lebih lanjut pengaruh jenis pupuk organik terbaik dalam memperbaiki kondisi tanah tercemar dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan bayam.

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B.J. 1995. *Heavy Metals in Soils Blackie Academic & Professional*. London
- Dwinta R., Nurla N., dan Syarifudin L. 2015. *Potensi Bayam Duri (Amaranthus spinosus L.) Sebagai Tanaman Hiperakumulator ion Logam Timbal (Pb)*. Makassar : Jurusan kimia, FMIPA. Universitas Hasanuddin.
- Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. ISBN: 979-3654-309, PT Raja Grafindo Persada Jakarta.
- Haryono, MG., Mulyanto, Y. Kilawati. 2017. Kandungan Logam Berat Pb Air Laut, Sedimen, Daging Kerang Hijau *Perna viridis*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 9 (1): 1-7.
- Irwan, AN., Komari N., YE. Nova. 2008. Kajian Penyerapan Logam Cd, Ni, Dan Pb Dengan Variasi Konsentrasi Pada Akar, Batang, Dan Daun Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.). *Jurnal Sains dan Terapan Kimia* Vol. 2 : 53-63. Banjarbaru. Kalimantan Selatan.
- Jamilah. 2008. Perubahan Sifat Entisol Oleh Pemberian Pupuk Kandang pada Beberapa Tingkat Kelengasan dan Lama Inkubasi. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/3943>. 12 Juli 2013.
- Kabata-Pendias, A., Pendias H. 1992. *Trace Elements in Soils and Plants*. 2nd Edition. CRC Press, Boca Raton.
- Nuro F., D.Priadi, ES. Mulyaningsih, 2016. Effects of Organic Fertilizer on the Soil Chemistry Properties and Yield of Kangkong (*Ipomoea reptans* Poir.). Pros.Seminar Nasional Hasil-hasil PPM IPB 2016, ISBN : 978-602-8853-29-3
- Nurrohmah, B. 2008. 'Profil Protein Daun Bayam Cabut (*Amaranthus tricolor* L) pada Cekaman Logam Berat Cadmium (Cd)'. Tesis, Institut Teknologi Surabaya. <http://digilib.its.ac.id/ITS-Undergraduate-3100008032642/2585>. 12 Juli 2013.
- Salisbury FB., CW. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan* Jilid 1. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sarjono, A. 2009. 'Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, Dan Hg Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Kamal Muara, Jakarta Utara'. Departemen Sumber Daya Perairan. Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sudaryono, Ikhwanudin M. 2008. Pengaruh Pemupukan Pada Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) Terhadap Daya Serap Logam Berat Kromium. *Jurnal Teknik Lingkungan* Vol. 9(2): 184-190.
- Wardani, N. 2002. 'Amelioran Tanah Terhadap Pertumbuhan dan Serapan Timbal Tanaman Bayam (*Amaranthus* sp.) pada Tanah yang Tercemar Logam Berat Timbal (Pb)'. Skripsi, Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Widaningrum, Miskiyah, Suismono. 2007. Bahaya Kontaminasi Logam Berat dalam Sayuran dan

Alternatif Pencegahan
Cemarannya. *Buletin Teknologi
Pascapanen Pertanian* Vol.
3(1):16-27.

Widowati, H. 2011. Pengaruh Logam
Berat Cd, Pb Terhadap Perubahan
Warna Batang dan Daun Sayuran.
Jurnal Sains. Vol. 1(4): 88-94.

SISTEM INFORMASI PENGENALAN WAHANA AGROECOEDUTOURISM GUNADARMA TECHNOPARK CIKALONG BERBASIS KODE QR

QR Code Based Information System for Agroecoedutourism Object at Gunadarma Technopark Cikalong

Herik Sugeru^{1*}, Novrina²

¹Laboratorium Urban dan Smart Farming, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma. herik_sugeru@staff.gunadarma.ac.id

²Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknik Informatika, Universitas Gunadarma. novrina@staff.gunadarma.ac.id

*)Penulis korepondensi

Diterima September 2018; Disetujui November 2018

ABSTRAK

Gunadarma Technopark (GTP) merupakan taman teknologi terpadu yang bersifat holistik integratif yang dimiliki oleh Universitas Gunadarma, yang berlokasi di Desa Jamali-Mulyasari, Kecamatan Mande Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Untuk memudahkan pengunjung atau pengguna dalam mendapatkan deskripsi dan informasi mengenai wahana *agroecoedutourism* yang ada di Gunadarma Technopark maka perlu dibuat suatu sistem informasi yang menunjang kegiatan *agroecoedutourism* yang ada di GTP. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem informasi dengan penanda kode QR untuk *smartphone*. Penelitian dilakukan dengan membuat kode QR dan hasil pemindaian kode QR akan memberikan *link database* untuk membuka deskripsi dan informasi objek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik. Pemindaian memberikan hasil yang baik untuk jarak pemindaian ± 5 cm hingga ± 45 cm dengan waktu pemindaian berkisar antara $\pm 1-3$ detik. Kode QR dapat dipindai jika bentuknya utuh 100% dan lingkungan pemindaian mendapatkan cukup cahaya yaitu dengan intensitas cahaya 50–12.500 lux. Sistem ini sangat mudah dan membantu pengguna untuk memperoleh deskripsi dan informasi wahana *agroecoedutourism* GTP dan dapat berfungsi dengan baik pada berbagai tipe *smartphone* yang dicobakan.

Kata Kunci: *agroecoedutourism*, Gunadarma Technopark, Kode QR.

ABSTRACT

Gunadarma Technopark (GTP) is an integrated holistic technology park owned by Universitas Gunadarma, located in Jamali-Mulyasari Village, Mande District, Cianjur Regency, West Java. There are several tourists attraction are going to be built in Gunadarma Technopark to implement Three Pillars of Higher Education (Tridarma). It is important to build objects information system which supports many agroecoedutourism activities to guide visitors in obtaining the object description and information in Gunadarma Technopark. This research aims to build the system integrated into the QR Code marker for a smartphone. The research is carried out by

making a QR code, that the scanning code will provide a database link to open object descriptions and information. The results showed that the system runs well. The scanning gives a good result if the scanning is conducted at the distance range ± 5 cm to ± 45 cm with the scanning time ± 1 second to ± 3 seconds. The QR code can be scanned well if it is on 100% perfect form, and the scanning location has adequate lighting. This system is easy to use and guide visitors to obtain the agroecoedutourism object of Gunadarma Technopark description and information and may function as well on various types of smartphones tested.

Keywords: *Agroecoedutourism, Gunadarma Technopark, QR Code*

PENDAHULUAN

Universitas Gunadarma sedang membangun sebuah kawasan yang bersifat *holistic integrative* untuk menunjang kegiatan pendidikan, pertanian terpadu, pariwisata dan pengembangan teknologi terpadu. Kawasan tersebut diberi nama *Gunadarma Technopark* yang berlokasi di Desa Jamali-Mulyasari, Kecamatan Mande, Kabupaten Cianjur. *Gunadarma Technopark* ini nantinya akan menjadi *icon* sekaligus wujud dari multidisiplin ilmu yang ada di Universitas Gunadarma. Rencana Induk Perencanaan Pembangunan (*Master Plan*) *Gunadarma Technopark* disebutkan bahwa fungsi dari kawasan tersebut adalah sebagai kawasan *Agroecoedutourism* dan sebagai salah satu obyek promosi institusi ke masyarakat (Masterplan *Gunadarma Technopark*, 2015).

Aplikasi sistem informasi dibutuhkan untuk monitoring, evaluasi

dan penyempurnaan tapak serta pembangunan kawasan, untuk membantu pengenalan obyek berupa wahana *agroecoedutourism* di *Gunadarma Technopark*. Sistem informasi ini nantinya juga membantu penyebaran informasi kepada para pengunjung ataupun pemangku kepentingan lainnya. Melihat fenomena diatas, maka sangat diperlukan suatu teknologi yang mampu mewujudkan pemerataan pengenalan wahana *agroecoedutourism* di *Gunadarma Technopark*, penggambaran objek-objek *agroecoedutourism* yang sedang dan akan dibangun di sana, baik obyek wisata, sarana pendidikan, penerapan teknologi terpadu, maupun yang lainnya secara nyata. Hal ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan perencanaan, pelaksanaan pembangunan, monitoring maupun promosi. Solusinya dari permasalahan tersebut adalah dengan memanfaatkan teknologi yang dapat mengemas potensi obyek-obyek

tersebut secara menarik, atraktif dan kekinian.

Kode QR adalah sebuah kode matriks (atau dua-dimensi barcode) yang dibuat oleh perusahaan Jepang Denso-Wave pada tahun 1994. The “QR” berasal dari “Quick Response“, sebagai pencipta kode yang dimaksudkan agar isinya dapat diuraikan pada kecepatan tinggi. Kode QR memuat berbagai informasi di dalamnya seperti Alamat URL, teks hingga nomor telepon. Kode QR biasanya diletakkan diberbagai produk untuk menunjukkan informasi tambahan dari produk tersebut. Selain itu anda dapat memasangnya di kartu nama anda sebagai tambahan informasi. Setidaknya ada 5 tipe *QR Code* hingga saat ini, yaitu *QR Code* Model 1 dan Model 2, *micro QR Code*, *iQR Code*, *SQRC*, dan *LogoQ* (Pramudyo, 2014). Kode QR mampu menyimpan informasi yang lebih besar daripada kode batang (Welch *et al.*, 2015). Kode QR memiliki kapasitas tinggi dalam data pengkodean, yaitu mampu menyimpan semua jenis data, seperti data numerik, data alfabatis, kanji, kana, hiragana, simbol dan kode biner.

Sugiantoro dan Hasan (2015) mengembangkan *QR Code scanner*

berbasis android pada Museum di Yogyakarta menggunakan *ZBar Library* yang mempunyai fitur scanner dan dapat menampilkan foto serta deksripsi koleksi di museum. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa aplikasi *QR Code Scanner* yang dibangun melalui *Zbar Library* sangat membantu pihak pengunjung maupun pihak museum karena dapat memudahkan pemindaian penanda obyek yang menjadi tautan untuk mendapatkan informasi objek-objek yang ada di museum tersebut. Supriyono, Kurniawan, dan Rakhmadi (2013) membuat sistem pintu otomatis menggunakan *barcode*. Hasil percobaan menunjukkan alat bisa bekerja sesuai dengan yang diharapkan pada berbagai keadaan *barcode*.

Cianciarulo (2015) membuat sebuah projek *Augmented Reality* berbasis *QR Code* di museum Viggiano untuk menarik pengunjung agar mengunjungi museum. Lorenzi *et al.*, (2014) membuat sistem kode berbasis kode QR untuk navigasi taman National Park Menvis dan berfungsi sebagai sistem penampil informasi di taman secara efektif dan akurat serta memberikan keamanan terhadap pengunjung taman. Penelitian tersebut menggunakan kode QR yang

didalamnya terdapat *database* yang berisi tentang informasi taman dan titik koordinat pengunjung taman. Welch *et al.*, (2015) membuat sistem yang menggunakan kode QR untuk tag label yang berfungsi sebagai identifikasi komponen dan barang pada sebuah kantor. Didalam kode QR tersebut, terdapat *Document Management System* (DMS) yang berfungsi sebagai database jumlah barang, pemindaian QR Code menggunakan *smarthphone* untuk membaca kode QR tersebut dan hasilnya maka akan tampil pada *smartphone* yang memiliki URL dan *hyperlink*.

Sistem Informasi yang dicobakan untuk wahana *agroecoedutourism* di Gunadarma Technopark pada tahap awal ini hanya dibangun atas satu fitur untuk satu objek utama untuk mengetahui detail tentang objek yang dipindai QR Code-nya. Selain itu, penelitian yang dilakukan terkait sistem informasi untuk *agroeeedutourism* di Gunadarma Technopark yang menggunakan sistem penampil informasi objek-objek atau wahana-wahana yang ada di dalamnya tersebut bertujuan membantu pihak pengelola dalam memberikan deskripsi objek Gunadarma Technopark dan

bertujuan mempermudah pengunjung memperoleh informasi tentang obyek atau wahana di Gunadarma Technopark tanpa harus bergantian dengan pengunjung lainnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian analisis dan perancangan sistem informasi geografis untuk *agroecoedutourism* dengan marker *QR Code*. Informasi dari wahana *agroecoedutourism* yang akan dideskripsikan penelitian ini akan diintegrasikan ke web server milik Program Studi Agroteknologi Universitas Gunadarma dan dapat diakses melalui android/*smartphone*. Web server tersebut berfungsi sebagai *database* informasi wahana yang bisa diperbarui setiap saat oleh administrator ketika memang diperlukan pembaruan data.

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Februari hingga September 2018. Lokasi penelitian adalah lahan *Gunadarma Technopark* Cikalong, Desa Jamali-Mulyasari, Kecamatan Mande Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Analisis dan perancangan sistem dilakukan di Laboratorium Komputer Program Studi Agroteknologi

Universitas Gunadarma dan Studio Pusat Desain dan Arsitektur Universitas Gunadarma, Depok.

Metode Pengembangan Sistem

Sistem yang akan dibangun diantaranya adalah membuat sebuah web server dan kemudian URL web tersebut dimasukan kedalam kode QR, yang nantinya didalam kode QR terdapat informasi yang terhubung dengan web server. Di dalam leaflet peta lokasi dan setiap wahana *agroecoedutourism* yang ada di Gunadarma *Technopark* akan diberikan sebuah kode QR yang akan membantu para pengunjung mengetahui informasi dan deskripsi mengenai wahana *agroecoedutourism* tersebut melalui *smartphone* dan dapat dibaca tanpa bergantian dengan pengunjung lainnya. Metode yang digunakan untuk pembangunan sistem yaitu metode *System Development Live Cycle* (SDLC), dengan model *Waterfall* (Pressman, 2010). *System Development Live Cycle* merupakan tahapan proses pengembangan sistem mulai dari tahap analisis hingga implementasi secara berurutan.

Pembuatan Web Server, aplikasi dan QR Code

Web untuk sistem ini telah tersedia sebagai portal Agroteknologi Universitas Gunadarma (UG) yang dibangun dengan metode *Content Management System* (CMS). Web ini nantinya berfungsi sebagai web server untuk memasukan informasi wahana *agroecoedutourism* Gunadarma *Technopark*. Tautan dari laman deskripsi atau informasi dari masing-masing wahana tersebut digunakan untuk pembuatan kode QR di dalam *QR Code Generator*. *QR Code Generator* berfungsi sebagai pembuat kode QR. Kode QR yang dipilih dan dibuat dalam penelitian ini adalah tipe *dynamic QR Code* yang memungkinkan pembaruan data atau informasi tanpa harus membuat QR Code yang baru lagi. Pengguna dapat memindai kode QR menggunakan *QR reader* atau *QR Scanner* yang tersedia sebagai aplikasi *open source*. Fungsi aplikasi ini adalah untuk membantu memindai kode QR dengan mudah.

Pembacaan Kode QR

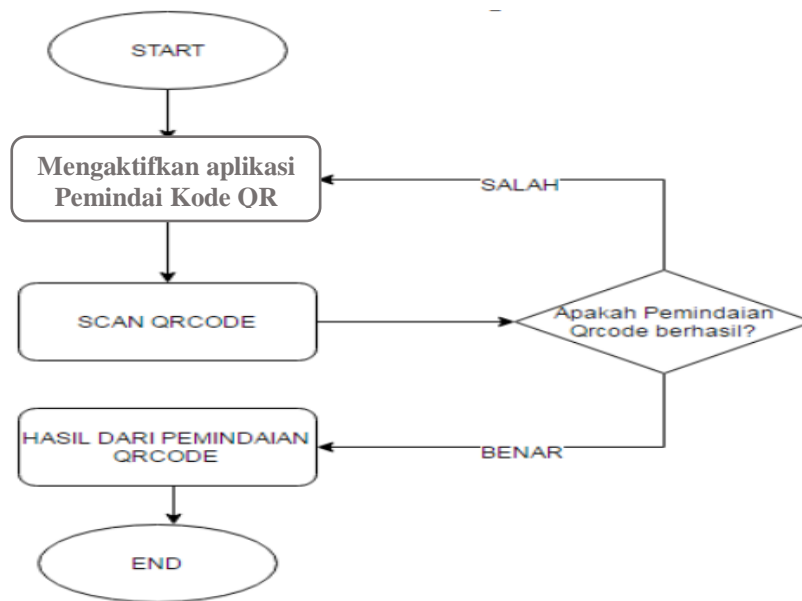
Dalam membaca sistem kode yang ada pada kode QR tidak dibutuhkan sebuah alat scan khusus seperti pada *barcode* melainkan cukup *smartphone* dengan memanfaatkan sebuah *engine* atau *API QR Code*

sebagai *software* pemindai untuk membaca kode QR atau fitur pemindai yang sudah ada dalam suatu aplikasi yang terpasang secara *default* pada *smartphone*.

Diagram Alir Konsep Aplikasi

Gambar 1 menjelaskan tentang proses konsep aplikasi pemindaian kode QR. Proses dimulai dari *start* kemudian

mengaktifkan kamera pemindai kode QR dan kemudian scan kode QR. Jika hasil kode QR berhasil dikodekan dan klasifikasi kodenya terdapat pada sistem maka akan ditampilkan hasil dari pemindaian kode QR. Jika tidak berhasil maka akan kembali ke proses awal menunggu perintah pemindaian selanjutnya.



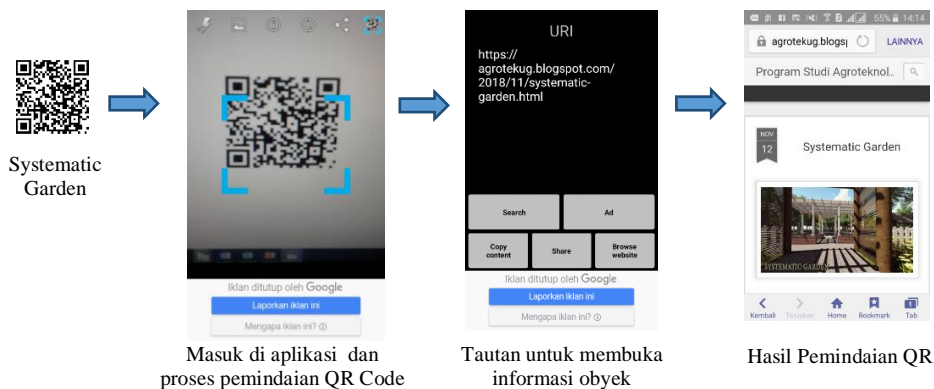
Gambar 1. *Flowchart* konsep Aplikasi

Arsitektur Sistem Pemindaian QR Code

Langkah ini menjelaskan cara berjalannya sistem pemindaian kode QR. Ketika masuk ke dalam aplikasi pemindai *QR Code* kemudian klik *Scan* lalu menunggu proses pemindaian, kemudian akan muncul hasil dari pemindaian *QR Code*, seperti pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan

desain arsitektur sistem pemindaian QR Code untuk *agroecoedutourism* di *Gunadarma Technopark*. Pemindaian dilakukan dengan bantuan aplikasi pemindai QR Code yang bersifat *open source*. Dari hasil pemindaian akan muncul tautan untuk membuka laman yang berisi deskripsi dan informasi mengenai obyek yang sedang dicari. Deskripsi dan informasi objek akan

ditampilkan di *smartphone* sesuai dengan tampilan yang telah dirancang.

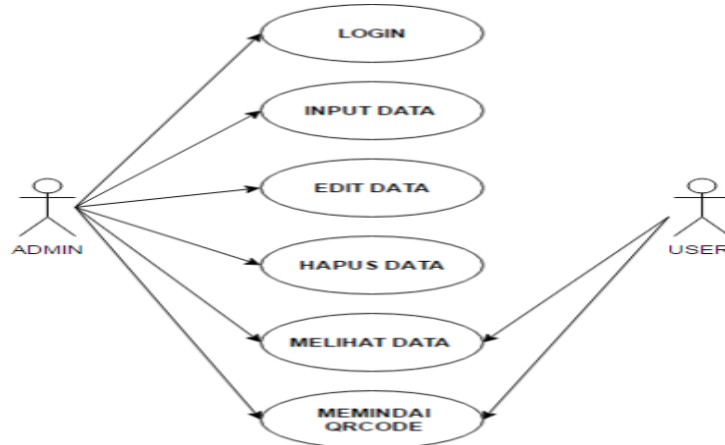


Gambar 2. Arsitektur Sistem Pemindaian *QR Code* menggunakan *Android* atau *Smartphone*

Gambar *Usecase Web* dan Aplikasi

Dalam tahapan ini, gambaran *Usecase* yang menjelaskan tentang fungsi apa saja yang dapat dilakukan oleh admin yaitu *Login*, *Input data*, *Edit*

data, *Hapus data*, *Melihat data*, dan *Memindai kode QR*, sedangkan untuk *user* hanya dapat melihat data dan memindai kode QR, dijelaskan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram *Usecase* konsep Web dan Aplikasi

Pengujian Sistem

Setelah *web server* dan aplikasi dibuat, penulis melakukan pengujian sistem melalui pengujian *black-box* dan pengujian pada beberapa *smartphone android*. *Black-box testing* dilakukan

dengan menguji apakah fitur-fitur yang dibangun dapat ditampilkan dan sesuai dengan yang diharapkan pada antar muka melalui *Android* atau *smartphone*.

Implementasi Sistem

Pada tahap ini, penulis melakukan implementasi terhadap aplikasi penampil data informasi objek Gunadarma *Technopark*. Implementasi dilakukan dengan membuat leaflet peta Gunadarma *Technopark* yang telah diberi penanda kode QR untuk masing-masing objek. Dengan memindai kode QR yang terdapat pada leaflet pengguna akan memperoleh deskripsi atau informasi mengenai obyek yang bersesuaian. Tujuan dari implementasi ini adalah untuk mengetahui apakah kode QR sudah terintegrasi dengan laman penampil deskripsi dan informasi

objek dan pemindaian berhasil untuk semua kode QR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Koordinat dan Hasil Pengolahannya

Sebelum dilakukan penetapan batas-batas lahan milik Universitas Gunadarma yang ada di Jamali-Mulyasari (Cikalong) hal yang bisa dilakukan adalah melihat citra satelit untuk taksiran wilayah dari lahan tersebut. Hasil pengamatan citra satelit untuk lahan Universitas Gunadarma yang berlokasi di Desa Jamali-Mulyasari dapat dilihat pada Gambar 4.



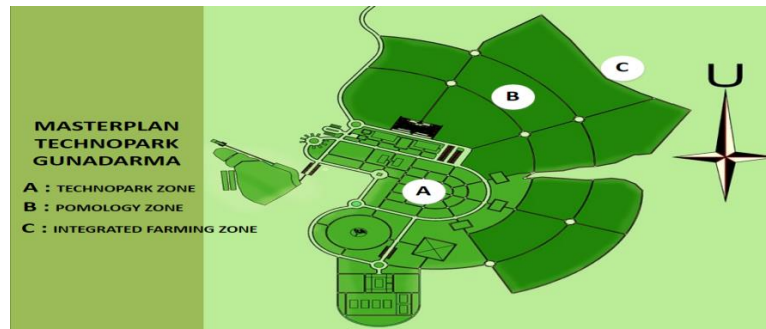
Gambar 4. *Superinpose* Sistem Koordinat dengan citra satelit pada *Google Earth*

Setelah mendapatkan gambar asli lahan beserta batas-batas wilayahnya maka didapatkan sketsa lahan beserta estimasi luasnya. Selanjutnya berdasarkan data ini dibuat desain *Masterplan*

Gunadarma Technopark. Desain awal dari pembuatan *Masterplan* adalah pembuatan peta zonasi. Peta Zonasi dari *Masterplan Gunadarma Technopark* (Gambar 5). Berdasarkan Gambar 5

dapat diketahui bahwa Gunadarma *Technopark* terbagi menjadi tiga zona utama, yaitu Zona *Technopark*, Zona *Pomology*, dan Zona *Integrated*

Farming. Setiap zona terdiri atas objek-objek yang memiliki karakter khusus sesuai dengan pembagian zonasinya.



Gambar 5. Peta Zonasi Masterplan Gunadarma Technopark

Desain Masterplan Gunadarma Technopark

Setelah dilakukan zonasi maka langkah selanjutnya adalah membuat detail desain objek dari tiap objek yang

akan dibangun di Gunadarma *Technopark*. Detail *plotting* dan objek dari Gunadarma *Technopark* dapat dilihat pada gambar 6.



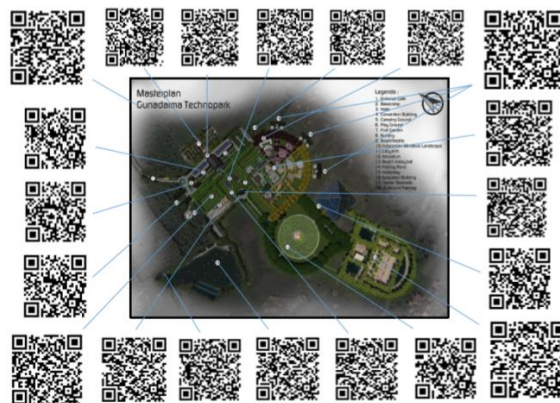
Gambar 6. Detail objek dalam *Masterplan* Gunadarma *Technopark*

Objek-objek yang ada di dalam Gunadarma *Technopark* terlalu banyak untuk dimuat dan dideskripsikan dalam satu halaman. Oleh karena itu, guna kemudahan pengguna untuk mendapatkan informasi mengenai objek-objek yang ada dalam Gunadarma

Technopark, dibuat sebuah sistem informasi geografis yang mendukung kegiatan *agroecoedutourism* yang ada di Gunadarma *Technopark*. Untuk memberikan informasi mengenai masing-masing objek, dibuat *database* mengenai deskripsi dan gambar-gambar

objek. Data tersebut diunggah ke portal Agroteknologi UG untuk mendapatkan tautannya. Untuk keperluan promosi dan kemudahan penggunaan user dalam mencari deskripsi dan informasi mengenai objek, maka dibuat *leaflet* kode QR *Masterplan Gunadarma*

Technopark. *Leaflet* ini berisi peta obyek *Masterplan Gunadarma Technopark* yang sudah dilengkapi dengan kode QR. Gambar 7 menunjukkan bagaimana desain *leaflet* kode QR untuk *Gunadarma Technopark*.

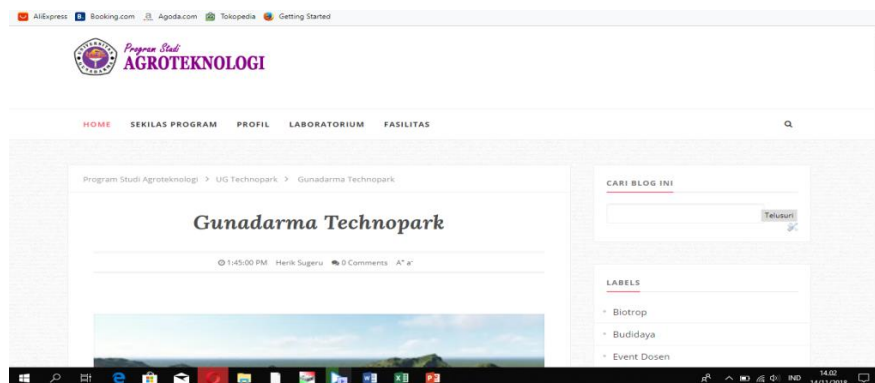


Gambar 7. *Leaflet* Peta *Masterplan Gunadarma Technopark* dengan kode QR

Hasil Tampilan Web pada Desktop

Fitur *Gunadarma Technopark* menjadi salah satu bagian menu dari portal Agroteknologi UG. Halaman tersebut berisi deskripsi umum dan khusus mengenai *Gunadarma Technopark* yang dapat dilihat pada

Gambar 8. Laman inilah yang nantinya akan dibuat pintasan berupa kode QR untuk setiap konten. Hal ini untuk memudahkan pengguna dalam mendapatkan informasi mengenai masing-masing objek yang ada di *Gunadarma Technopark*.

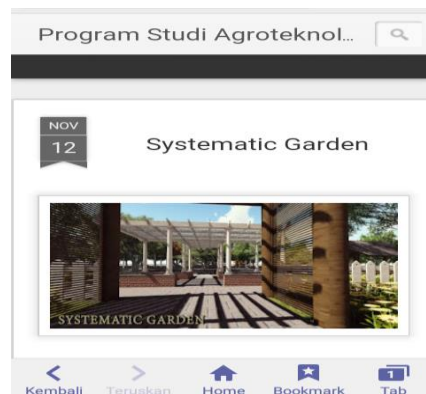


Gambar 8. Tampilan Web pada sebuah desktop

Tampilan Sistem Aplikasi pada perangkat *mobile*

Tampilan ini merupakan tampilan pada *smartphone*. Tampilan pada *smartphone* berbasis sama dengan tampilan pada desktop karena desain yang dibuat tidak memberatkan sistem

pada *smartphone*. Dengan tampilan tersebut akan mempermudah pihak pengunjung dalam mencari informasi tentang objek yang ada di Gunadarma Technopark. Gambar 9 menunjukkan tampilan web pada *smartphone*.

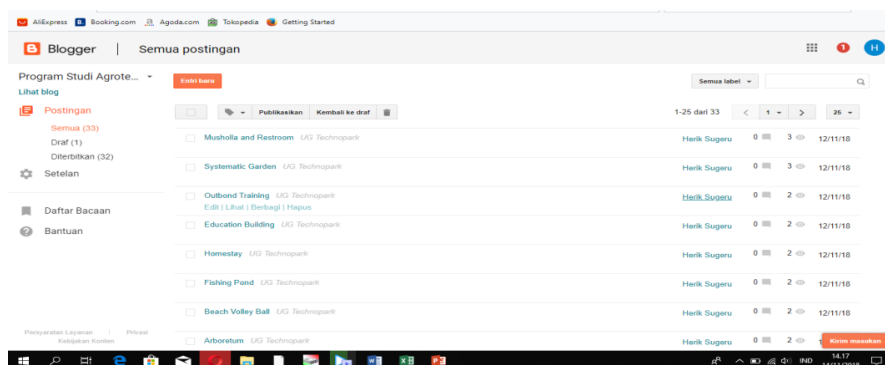


Gambar 9. Tampilan Web pada *smartphone*

Tampilan Halaman Admin

Halaman admin (Gambar 10) sangat penting pada pengisian data atau informasi wahana *agroecoedutourism* Gunadarma Technopark karena fungsi dari halaman admin adalah sebagai perawatan *website*. Perawatan *website* yang

dilakukan seperti menambahkan, mengupdate, mengedit dan menghapus data. Untuk masuk ke halaman admin ini, harus dengan *Login username* dan *password*. Halaman admin ini berupa *field* untuk Kategori (Judul Objek), Deskripsi (berserta semua fitur *editing* konten) dan *Action*.



Gambar 10. Tampilan *web* admin yang berfungsi untuk menambah, menghapus dan mengedit data

Uji Kode QR

Pengujian QR Code ini bertujuan untuk menguji kode QR tersebut dapat dipindai atau tidak, pengujian ini meliputi pencahayaan dalam kode QR, jarak kode QR dengan *smartphone*, waktu menampilkan hasil dan bentuk dari kode QR.

Waktu Pemindaian

Waktu pemindaian dihitung setelah kode QR masuk ke dalam bingkai pemindaian hingga memberikan hasil tautan untuk membuka deskripsi obyek. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk merespon pemindaian adalah $\pm 1-3$ detik. waktu yang diperlukan untuk membuka tautan

bergantung pada kecepatan koneksi internet yang digunakan.

Pencahayaan

Pada proses peletakan kode QR, pencahayaan tidak mempengaruhi proses pemindaian karena walaupun tempat tersebut kurang cahaya kode QR tetap dapat dipindai melalui *smartphone*. Berdasarkan Tabel 1 di atas pemindaian akan berhasil dilakukan apabila kondisi ruangan cukup cahaya, minimal pada kondisi redup yang masih memungkinkan kode QR masih dapat terlihat atau tertangkap oleh kamera *handphone*. Sedangkan pada kondisi gelap pemindaian tidak berhasil dilakukan.

Tabel 1. Pengujian Pencahayaan dalam Pemindaian QR Code

No.	Pencahayaan	Parameter	Intensitas Cahaya (Lux)	Hasil
1.	Sangat Gelap	Malam hari, ruang tertutup	0,0001	Tidak berhasil
2.	Gelap	Siang hari, semua lampu ruangan dimatikan, pintu ditutup, jendela ditutup dengan gordyn.	40	Tidak berhasil
3.	Redup	Malam hari, ruang tertutup, lampu 2.5 watt dinyalakan.	50	Berhasil
4.	Terang	Malam hari, ruang tertutup, lampu ruangan dinyalakan; siang hari semua, gordyn jendela dibuka	420	Berhasil
5.	Sangat Terang	Siang hari, jendela dan gordyn dibuka, lampu ruangan dinyalakan.	12.500	Berhasil

Jarak Pemindaian antara QR Code dan Smartphone

Pengujian jarak pemindaian *smartphone* terhadap QR Code bertujuan untuk mengetahui berapa

jarak efektif pemindaian dapat berhasil. Hasil pengujian jarak pemindaian *smartphone* terhadap *QR Code* yang dilakukan pada kondisi pencahayaan

redup hingga sangat terang disajikan dalam Tabel 2. Jarak efektif dalam pemindaian dapat berhasil adalah ± 5 cm dan paling jauh ± 45 cm.

Tabel 2. Pengujian jarak pemindaian *QR Code* pada *Smartphone*

No.	Jarak	Hasil
1.	5 cm	Berhasil
2.	10 cm	Berhasil
3.	15 cm	Berhasil
4.	20 cm	Berhasil
5.	25 cm	Berhasil
6.	30 cm	Berhasil
7.	35 cm	Berhasil
8.	40 cm	Berhasil
9.	45 cm	Berhasil
10.	50 cm	Tidak Berhasil
11.	55 cm	Tidak Berhasil

Bentuk QR Code

Bentuk dari kode QR yang dapat dipindai oleh *smartphone* harus utuh dan tidak rusak, dan kode QR tetap bisa

dipindai walaupun peletakan kode QR tersebut terbalik. Hasil dari pengujian bentuk kode QR dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian bentuk kode QR

No.	Bentuk <i>QR Code</i>	Hasil	Banyak Ulangan Pengujian
1.	25%	Tidak berhasil	4
2.	50%	Tidak berhasil	4
3.	75%	Tidak berhasil	4
4.	100%	Berhasil	4

Implementasi dan Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini menggunakan metode *black-box*. Pengujian ini bertujuan untuk menguji fungsionalitas sistem, antara lain dengan menguji fungsi pada sistem apakah berjalan dengan baik atau tidak. Tabel 4 merupakan hasil dari pengujian

black-box pada web server Agroteknologi UG yang berisi konten Gunadarma *Technopark*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui menu pada sistem ini dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Pengujian pada beberapa perangkat *smartphone* dapat dijelaskan pada Tabel 5.

Tabel 4. Uji *black-box* pada *web server* Agroteknologi UG yang berisi konten Gunadarma *Technopark*

No	Pengujian	Input	Hasil yang diharapkan	Hasil
1.	Tambah Data	Klik Tambah Data	Menambahkan data nama objek	sesuai
2.	Hapus Data	Klik Hapus Data	Menghapus data nama objek	sesuai
3.	Edit Data	Klik Edit Data	Menngedit data nama dan deskripsi objek, termasuk gambar dan ilustrasi.	sesuai
4.	Konten Gunadarma Technopark	Klik UG Technopark	Menampilkan nama-nama obyek GTP	sesuai
	• Basecamp	Klik Basecamp	Menampilkan deskripsi dan gambar Basecamp	sesuai
	• Hotel	Klik Hotel	Menampilkan deskripsi dan gambar Hotel	sesuai
	• Convention Building	Klik Convention Building	Menampilkan deskripsi dan gambar Convention Building	sesuai
	• Camping Ground	Klik Camping Ground	Menampilkan deskripsi dan gambar Camping Ground	sesuai
	• Play Ground	Klik Play Ground	Menampilkan deskripsi dan gambar Play Ground	sesuai
	• Fruit Garden	Klik Fruit Garden	Menampilkan deskripsi dan gambar Fruit Garden	sesuai
	• Viewing Tower	Klik Viewing Tower (Menara Pandang)	Menampilkan deskripsi dan gambar Viewing Tower (Menara Pandang)	sesuai
	• Agronursery	Klik Agronursery	Menampilkan deskripsi dan gambar Agronursery	sesuai
	• Indonesian Miniature Landscape	Klik Indonesian Miniature Landscape	Menampilkan deskripsi dan gambar Indonesian Miniature Landscape	sesuai
	• Amphitheatre	Klik Amphitheatre	Menampilkan deskripsi dan gambar Amphitheatre	sesuai
	• Labyrinth	Klik Labyrinth	Menampilkan deskripsi dan gambar Labyrinth	sesuai
	• Arboretum	Klik Arboretum	Menampilkan deskripsi dan gambar Arboretum	sesuai
	• Beach Volley Ball	Klik Beach Volley Ball	Menampilkan deskripsi dan gambar Beach Volley Ball	sesuai
	• Fishing Pond	Klik Fishing Pond	Menampilkan deskripsi dan gambar Fishing Pond	sesuai
	• Homestay	Klik Homestay	Menampilkan deskripsi dan gambar Homestay	sesuai
	• Education Building	Klik Education Building	Menampilkan deskripsi dan gambar Education Building	sesuai
	• Outbond Training	Klik Outbond Training	Menampilkan deskripsi dan gambar Outbond Training	sesuai
	• Systematic garden and Pomology Zone	Klik Systematic garden and Pomology Zone	Menampilkan deskripsi dan gambar Systematic garden and Pomology Zone	sesuai
	• Musholla	Klik Musholla	Menampilkan deskripsi dan gambar Musholla	sesuai

Tabel 5. Uji coba pada *smartphone*

No.	Merk <i>Smartphone</i>	Spesifikasi	OS Android	Hasil	Kecepatan respon (detik)
1	Asus Zenfone 3 Max	Screen 5.5 inch resolusi 1080x1920 pixels, CPU 1.4 GHz Cotex-A53, RAM 3G	Android Nougat	Berjalan dengan baik	1.5
2	Asus Zenfone 4	Screen 4.0 inch resolusi 480x800 pixels, CPU Dual- core 1.2 GHz, RAM 1GB	Android Lolipop	Berjalan dengan baik	3
3	Samsung Core 1	Screen 4.3 inch resolusi 480x800 pixels, CPU Dual- core 1.2 GHz Cortex-A5, RAM 1GB	Android Jelly Bean	Berjalan dengan baik	1.5
4	Lenovo A6000	Screen 5.0 inch resolusi 720x1280 pixels, CPU Quad-core 1.2 GHz Cortex- A53, RAM 1GB	Android KitKat	Berjalan dengan baik	2
5	Xiaomi Redmi Pro	Screen 5,5 inch resolusi 1080x1920 pixels, CPU Mediatek MT6797T Helio X25, RAM 4GB	Android Marshmallow	Berjalan dengan baik	1.2

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa sistem berjalan dengan baik pada perangkat *smartphone* dengan OS Android yang berbeda-beda. Adapun tingkat kualitas hasil berbeda-beda sesuai dengan resolusi dan kemampuan setiap *smartphone*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengujian *black-box* dapat disimpulkan bahwa sistem ini dapat berjalan dengan baik dan fungsi fitur pada sistem ini sudah sesuai dengan apa yang diinginkan. Untuk pengujian pada beberapa perangkat *smartphone* berbasis android, disimpulkan bahwa sistem dapat

berfungsi dengan baik. Pengujian kode QR, menunjukkan bahwa jarak yang baik antara *smartphone* dan kode QR untuk pemindaian adalah ± 5 cm sampai ± 45 cm, untuk waktu pemindaian membutuhkan waktu $\pm 1-3$ detik. Kondisi ideal untuk pemindaian adalah lingkungan yang cukup cahaya minimal pada kondisi cahaya redup. Kode QR dapat terbaca apabila kondisinya utuh 100%.

Adapun saran yang dapat penulis berikan untuk mengembangkan penelitian ini antara lain: perlu dilakukan pengujian untuk pemindaian kode QR Code pada kondisi permukaan media yang tidak bersih, media yang

kusut, bergelombang, terlipat. Untuk pengembangan penelitian lanjutan, dapat dikembangkan dengan *Augmented Reality* dari masing-masing obyek. Termasuk integrasi dengan sistem renderingnya.

Panel Component And Equipment Information And Quality Control. US Patent 8,936,194 B1.

DAFTAR PUSTAKA

- Cianciarulo, D. 2015. From Local Traditions to "Augmented Reality". The MUVIG Museum of Viggiano (Italy). *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 188: 138-143.
- Lorenzi, D., Vaidya, J., Chun, S., Shafiq, B., Atluri, V. 2014. Enhancing the Government Service Experience Through QR Codes on Mobile Platforms. *Government Information Quarterly* 31(2014), 6-16.
- Pressman, RS. 2010. *Software Engineer-ing: a practitioner's approach*. McGraw-Hill, New York.
- Sugiantoro, B., Hasan, F., 2015. Pengembangan QR Code Scanner Berbasis Android untuk Sistem Informasi Museum Sonobudoyo Yogyakarta, *Telematika*. 12(2):134-145.
- Supriyono, H., Kurniawan, A., Rakhmadi, A. 2013. Perancangan dan Pembuatan Sistem Pintu Otomatis Menggunakan Barcode. *KomuniTi*, 5(1):17-23.
- Welch, D., Libby, A., Lambert EL., Gill, J., Euers D. 2015. Methods and Systems For Using Two-Dimensional Matrix Codes Associated With

PENERAPAN SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGATURAN CERDAS UNTUK UNSUR HARA PADA SISTEM HIDROPONIK NFT

Application of Smart Monitoring and Regulatory Systems for Nutrients in the NFT Hydroponic System

Purnawarman Musa^{1*}, Adinda Nurul Huda M²

¹ Staf Pengajar Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma, Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424. Email : p_musa@staff.gunadarma.ac.id

² Staf Pengajar Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424. Email : adinda_nurul@staff.gunadarma.ac.id

*) Penulis korespondensi

Diterima Juli 2018; Disetujui Oktober 2018

ABSTRAK

Sistem pintar adalah penerapan sistem yang mencerminkan metode pemrosesan otak manusia. Sistem cerdas secara otomatis terkomputerisasi yang bertujuan membantu pekerjaan yang dirancang oleh manusia untuk pemantauan terus menerus dengan akurasi tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan sistem pintar yang memantau nutrisi dalam sistem hidroponik. Hidroponik adalah metode penanaman tanaman dengan menggunakan air sebagai pengganti media tanah yang membutuhkan perawatan dan pemeliharaan tanaman untuk tumbuh dengan baik. Hidroponik membutuhkan sejumlah nutrisi. Masalah menjadi nutrisi, selain dikonsumsi oleh tanaman yang ditemukan dalam sistem hidroponik, karena kandungan tingkat nutrisi berkurang, nutrisi mengalami pengurangan kandungan nutrisi yang disebabkan oleh perubahan suhu dan kelembaban dalam larutan nutrisi dalam wadah penyimpanan larutan nutrisi. Penelitian ini dicoba sistem cerdas untuk memantau kadar nutrisi dalam sistem hidroponik menggunakan sensor nutrisi, suhu, dan kelembaban. Pemantauan nutrisi memerlukan metode analitik dalam mengukur tingkat nutrisi untuk menentukan daya hantar listrik (DHL) pada sistem hidroponik. Berdasarkan hasil DHL yang diperoleh, jika hasil pengukuran berada di bawah batas yang ditentukan, sistem akan meningkatkan larutan nutrisi. Sedangkan jika itu di atas batas nilai DHL, sistem akan menambah air. Penentuan batas akan memberikan efek pertumbuhan tanaman hidroponik yang baik dan stabil serta konsentrasi tingkat nutrisi dan suhu terhadap perubahan yang efektif dan efisien.

Kata kunci: Konduktivitas Listrik, Kontrol Cerdas, Media Hidroponik, Nutrisi.

ABSTRACT

Smart Systems are an application system which mirrors the method of processing human brains. They are automatically computerized; the purpose of helping a work designed by humans requires monitoring continuous with high accuracy. The purpose of the research is to implement a smart system monitored nutrients in hydroponic systems. Hydroponics is a planting method by using water as a substitute for soil media which requires caring and maintenance of plants to grow properly. Hydroponics requires a number of nutrients. Problems into nutrition, aside from being consumed by plants found in hydroponic systems, as the content of nutrient levels to reduce, nutrients experience a reduction in nutrient content caused by changes in temperature and humidity in nutrient solutions in nutrient solution storage containers. This study is tried a smart system to monitor nutrient levels in hydroponic systems using nutrient sensors, temperature, and humidity. Nutrition monitoring requires an analytical method in measuring nutrient levels to determine Electrical Conductivity (EC) in hydroponic plants. Based on the EC results obtained, if measured below the specified limit, it will increase the nutrient solution. Whereas if it is above the EC value limit, it will add water. Determination of the boundary will give the effect of the growth of hydroponic plants which are good and stable and the concentration of nutrient levels, and temperature on changes effectively and efficiently.

Keywords : *Electrical Conductivity, Smart Control, Hydroponic media, Nutrients.*

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi semakin pesat, sehingga mempengaruhi berbagai aktivitas kehidupan. Hal ini ditandai dengan teknologi sistem sensor yang dapat membaca atau mengambil, memantau, mengelola dan mengendalikan data. Sistem sensor ini sering disebut system tertanam, dimana perangkat lunak maupun perangkat keras yang dihasilkan dari berbagai disiplin ilmu yang saling berkolaborasi. Salah satu contoh dari penerapan beberapa disiplin ilmu tersebut adalah robotika, otomatisasi industri, dan otomatisasi rumah, yang memanfaatkan

sensor dalam kehidupan sehari-hari (Utama, Isa & Indragunawan, 2009).

Pembangunan yang semakin pesat menyebabkan semakin sempitnya lahan untuk mengelola sumber daya alam pertanian yang merupakan salah satu sektor penunjang ketersediaan pangan penting bagi kelangsungan kehidupan masyarakat Indonesia. Upaya ekstensifikasi lahan pertanian sebagai solusi peningkatan ketahanan pangan masih menemui banyak kendala. Salah satu kendala yang sering ditemui adalah kurangnya lahan untuk bercocok tanam di perkotaan. Hidroponik muncul sebagai salah satu solusi akan sempitnya

lahan pertanian. Hidroponik adalah pembudidayaan tanaman tanpa menggunakan tanah di mana teknik ini memanfaatkan pertumbuhan akar tanaman di dalam larutan nutrisi dengan kandungan nutrisi sesuai dengan kebutuhan mineral tanaman tersebut. Bercocok tanam di dalam rumah tanaman mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan bercocok tanam di lahan terbuka (Herwibowo dan Budiana, 2015). Kelebihan tersebut antara lain 1) penggunaan pestisida yang lebih sedikit karena tanaman lebih terlindungi dari serangan hama, 2) Penggunaan rumah tanaman (*green house*) dapat memungkinkan pengaturan pasokan air lebih efisien dan teratur sesuai dengan kebutuhannya (Roidah, 2014).

Salah satu permasalahan dalam budidaya secara hidroponik adalah perubahan konsentrasi dari larutan nutrisi yang berubah seiring dengan penyerapan nutrisi oleh tanaman. Dari hasil penelitian Wasonowati (2011), pada tanaman selada, diketahui bahwa suhu pada larutan nutrisi akan dipengaruhi oleh konduktivitas listrik atau *electrical conductivity*(EC) dan dengan menjaga suhu larutan nutrisi tetap dingin, maka akan memberikan hasil massa yang lebih besar dan

persentase air yang lebih tinggi pada tanaman.

Pengendalian jumlah nutrisi secara otomatis dapat dilakukan. Model arsitektur yang diusulkan oleh Smolen, Kowalska dan Sady (2014) dengan IoT (*Internet of Things*) akan melakukan proses pemantauan dan pengendalian pada saat pemberian nutrisi dalam sistem hidroponik menggunakan Cloud SaaS (*Software as a Service*) dengan menerapkan metode publish dan subscriber, menggunakan MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) protokol. Pada pengujian ini dibutuhkan waktu rata-rata sistem hidroponik mendapatkan respon kendali adalah selama 7.21 detik secara Sistem Cloud (*online*). Sedangkan apabila sistem hidroponik mengalami *offline*, maka diperlukan waktu untuk mendeklarasikan keadaan pemantauan dan pengendali sistem hidroponik adalah 21.55 detik. Pengujian ini menegaskan bahwa penerapan pengendali untuk sistem hidroponik dengan memanfaatkan sistem Cloud IoT (*broker*) memperoleh dampak pada tingkat *Quality of Service* (QoS) terhadap penggunaan sumber daya CPU.

Penelitian ini dapat menghasilkan tanaman yang menggunakan sistem pengaturan nutrisi yang tepat akan menghasilkan produksi berdasarkan jumlah daun banyak serta segar, panjang akar lebat dan tinggi tanaman. Penelitian yang mengatur, menjaga dan mempertahankan nutrisi secara langsung dan berkala menjadi penting (Vaillant *et al.*, 2003). Metode *Fuzzy Logic Controller* (FLC) sebagai sistem kendali otomatis mengatur pH nutrisi menggunakan sistem Arduino, alat sensor Analog pH Meter Kit sebagai pembaca kelembaban, dan aktuator (*solenoid valve*) sebagai keran yang dapat mengalirkan nutrisi menuju media tanam. Dengan menerapkan 25 aturan untuk mengimplementasikan fungsi *Fuzzy Logic Controller*, maka didapat rise time sebesar 1200 ms dan untuk menaikkan pH nutrisi dilakukan pada time settling waktu ke 5530 milisecond. Sedangkan untuk menurunkan pH, respon sistem menunjukkan rise time pada waktu 2000 milisecond dan time settling pada waktu 3000ms. Penelitian ini dapat menjaga pH hingga 5.5%, dimana hasil produksi tanaman selada mencapai tinggi 20 cm serta menghasilkan jumlah daun sebanyak 7 helai dalam waktu 54 hari.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menekankan terhadap perancangan suatu system kendali cerdas dengan cara menambahkan unsur hara sehingga kondisi konsentrasi larutan nutrisi sesuai pada media tanam hidroponik secara otomatis membantu manusia dalam mengidentifikasi nilai nutrisi yang terkandung di dalam larutan air pada system hidroponik. Pengujian dengan menerapkan sistem cerdas pada sistem hidroponik yang bertujuan untuk memantau kandungan nutrisi berdasarkan satuan *part per million* (ppm) yang terdapat pada larutan nutrisi.

BAHAN DAN METODE

Metode pengukuran dan pemantauan dengan memanfaatkan sensor EC meter dan sensor temperatur digital secara real time dan kontinuitas.

a. Sensor Suhu (*Temperature Sensors*)

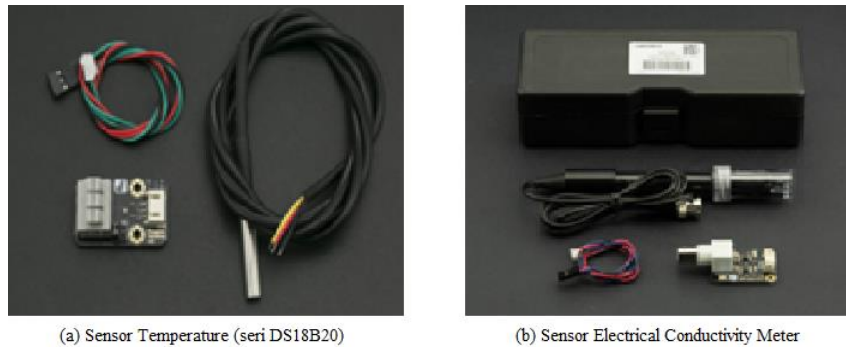
Sensor suhu atau *temperature* berfungsi mengukur besaran panas menjadi besaran listrik sehingga sensor tersebut dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada objek tertentu (Gambar 1a). Sensor suhu melakukan pengukuran terhadap jumlah energy panas/dingin yang dihasilkan oleh suatu objek sehingga memungkinkan kita

untuk mengetahui atau mendeteksi perubahan-perubahan suhu tersebut. Sensor DS18B20 merupakan sensor digital yang memiliki 12-bit ADC internal (per bit adalah 0.0012 Volt), sehingga hasil yang sangat presisi dengan tingkat akurasi ± 0.5 °C berdasarkan perubahan suhu dengan rentang suhu -10°C sampai +85°C. Selain itu dalam kejadian komunikasi hubungan dengan mikrokontroler menggunakan antarmuka komunikasi 1-wire (one wire).

b. Sensor daya hantar listrik (*Electrical Conductivity Sensors*)

Pengukuran *Electrical Conductivity* yang dilakukan menggunakan sensor EC meter V 1.0 yang dapat mengukur nilai suatu larutan dalam menghantarkan listrik. Konduktivitas akan menunjukkan konsentrasi ion dalam larutan. Dalam sensor tersebut terdapat dua jenis konduktivitas elektroda, pertama

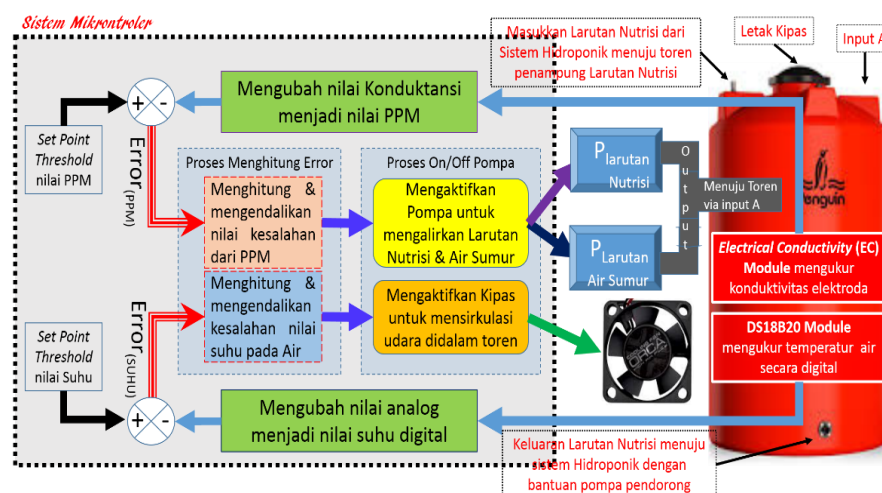
elektroda mengkilap dan kedua elektroda platinum hitam, dimana dua buah probe celupkan ke dalam larutan nutrisi yang akan menghasilkan besar konduktivitas larutan tersebut, kemudian dikalikan dengan faktor konversi berdasarkan nilai kualitas air TDS (*Total Dissolve Solid*) atau PPM. TDS merupakan ukuran zat terlarut (baik organik maupun non-organik) pada sebuah larutan. Gambar 1b merupakan sensor *Electrical Conductivity* berfungsi sebagai pengukur kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Konduktansi dipengaruhi oleh temperatur, dimana konduktansi menurun disebabkan oleh kenaikan temperatur, namun dalam sebuah semikonduktor, konduktansi akan semakin besar dengan makin tingginya temperatur. Dimana Konduktansi (G) merupakan kebalikan (*invers*) dari resistensi (R). Sehingga persamaan matematisnya adalah : $G = \frac{1}{R}$



Gambar 1. Komponen sensor yang digunakan untuk mengukur suhu, kelembaban dan konduktansi

Perancangan sistem untuk pemantauan dan pengaturan larutan nutrisi yang ditunjukkan pada Gambar 2, terdiri dari 2 (dua) buah sub-sistem yaitu sistem konsentrasi larutan nutrisi menggunakan sensor EC meter untuk membaca nilai konduktivitas elektroda yang nantinya akan didapat nilai besaran PPM. Sedangkan sistem konsentrasi suhu digital pada air menggunakan sensor DS18B20 untuk membaca

nilai suhu yang didapat. Kedua sensor tersebut merupakan subsistem yang telah menjadi masing-masing modul yang terintegrasi dalam satu sistem yang dapat dioperasikan pada sistem mikrokontroler. Komponen elektronika lainnya adalah sistem pompa (2 buah) untuk mengalirkan larutan nutrisi dan air sumur dan sistem kipas untuk mengatur suhu dalam toren.



Gambar 2. Arsitektur pemantauan dan pengairan larutan nutrisi secara sistem cerdas

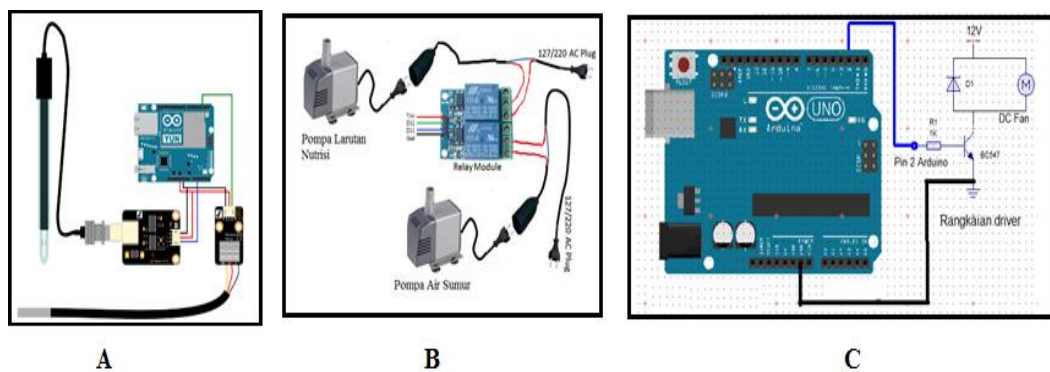
Penempatan sensor EC meter dan sensor DS18B20 diletakkan pada bagian dalam penampung larutan nutrisi serta harus terendam pada larutan nutrisi secara langsung. Sedangkan masing-masing modul sub-sistem diletakkan pada bagian luar panampung larutan nutrisi dan diusukan terhindari dari cairan tersebut. Pengimplentasi sistem cerdas untuk pemantauan dan pengaturan larutan nutrisi memerlukan sistem mikrokontroler berbasis Arduino dan komponen sistem hidroponik seperti 1 (satu) set sistem hidroponik (misalnya tipe NFT termasuk selang dan motor pendorong), dan toren sebagai penampung larutan nutrisi yang akan dialirkan ke sistem hidroponik atau menampung kembali larutan nutrisi yang telah dialirkan ke sistem hidroponik.

Perancangan Sistem Pemantauan dan Pengaturan Larutan Nutrisi

Pada penelitian ini, perancangan hardware dibagi 2 bagian terbagi antara hardware elektrik dan hardware sistem hidroponik tipe NFT. Sistem pemantauan dilakukan secara terus menerus, dimana pencatatan hasil pemantauan dapat dilakukan secara otomatis atau manual, namun tergantung dari kecepatan baca dan pengiriman data media penyimpanan.

Perancangan Sistem Elektronik

Untuk sistem elektronik menggunakan mikrokontroler sebagai pengolah dan kendali dan beberapa komponen aktuator yang dikendalikan secara otomatis seperti pompa dan kipas yang ditunjukkan pada Gambar .



Gambar 3. Perancangan sistem cerdas secara elektronika untuk pemantau dan pengatur laruran nutrisi

Pada rangkaian elektronik yang ditunjukkan oleh Gambar a, hubungan antara Sensor EC dengan sistem Arduino terdapat 3 buah pin yang akan dihubungkan melalui pin Analag A1 sebagai pembaca data konduktansi, kedua menyambungkan Vcc pada modul EC ketegangan 5V yang terdapat pada sistem arduino. Ketiga pin ground pada module EC dihubungkan ke ground mikro-kontroler.

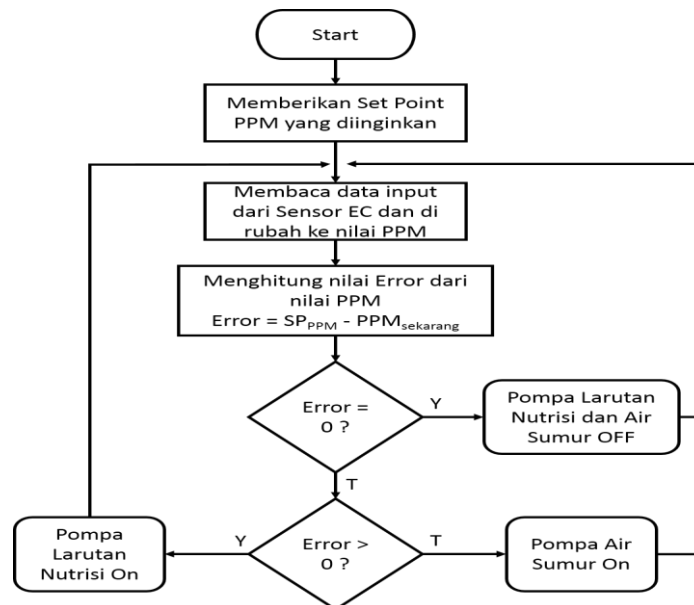
Penerapan sub system pertama menerapkan metode yang mempunyai sifat umpan balik dari hasil dari suatu kondisi yang terbaca pada larutan nutrisi melalui modul EC. Menggunakan persamaan 2 untuk mendapatkan selisih nilai error antara nilai PPM sesaat ini dengan nilai tertentu yang telah di tentukan, maka jika nilai error tidak memiliki selisih dengan kata lain mendapatkan nilai 0 (no1) kedua pompa tidak akan aktif. Namun jik anilai error mengalami selisih antara data EC yang terbaca dengan nilai yang ditentukan (*Set Point*) akan mengendalikan Pompa Larutan nutrisi akan aktif jika nilai error < 0 dan Pompa Air sumur akan aktif jika nilai error > 0.

$$Error_{PPM} = Set\ Point_{PPM} - PPM_{Sekarang}$$

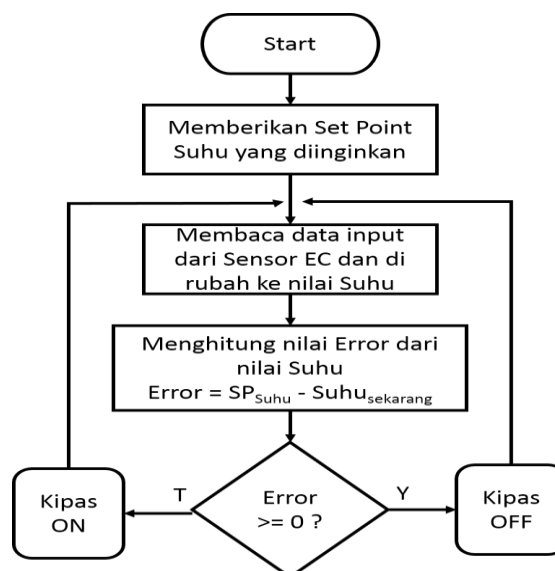
Pada modulS uhu, juga dilakukan hal yang untuk menyambungkan Vcc ke tegangan 5v, sedangkan *ground* ke *ground* pada mikrokontroler. Untuk mendapatkan nilai suhu, maka diperlukan pembacaan data dari sensor yang terhubung dengan pin D2 pada mikrokontroler (lihat Gambar3.a).

Diagram alur untuk pemantauan dan pengaturan nutrisi dapat dilihat pada Gambar 4. Perancangan diagram alir pada Gambar menunjukkan sub system kedua sangat sederhana penerapannya. Proses dalam menentukan nilai tertentu sebagai set point terlebih dahulu, kemudian membaca nilai suhu di bagian dalam penampung larutan nutrisi. Berdasarkan persamaan 3, kipas akan mengalami kondisi OFF dari hasil selisih error ≥ 0 dan perlakukan sebaliknya kipas akan mengalami kondisi ON.

$$Error_{Suhu} = Set\ Point_{Suhu} - SUHU_{Sekarang}$$



Gambar 4. Diagram alur untuk Pemantau dan Pengatur Larutan nutrisi



Gambar 5. Diagram alur untuk pengatursuhu air

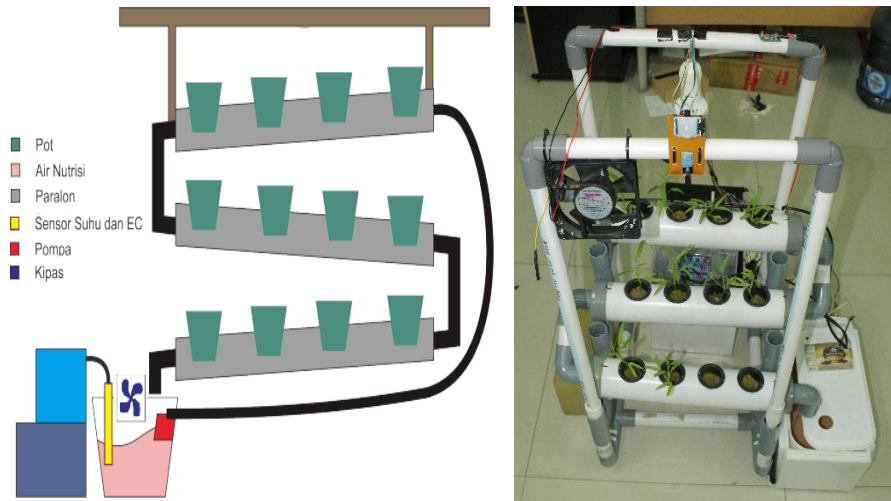
Perancangan Sistem Hidroponik tipe NFT

Sistem hidroponik yang akan digunakan melakukan penanaman adalah tipe NFT yang memiliki lubang peletakkan tanaman sebanyak total 12 pot. Bahan sistem hidroponik

untuk wadah tempat tanaman dan aliran larutan nutrisi menggunakan paralon jenis PVC yang telah diberi lubang-lubang. Selain itu, terdapat sebuah penampung larutan nutrisi dengan bahan plastik dan berbentuk kotak persegi panjang. Tanaman

yang digunakan adalah pakcoy. Berdasarkan informasi penentuan ppm, tanaman pakcoy membutuhkan nutrisi dalam satuan ppm berkisar

antara 1050 – 1400 ppm, dan terbaik pada 1250 ppm (Tripama & Yahya 2018).



Gambar 6. Perancangan desain gambar dan bentuk fisik dari system Hidoponik NFT

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pertama dengan melakukan pengukuran dan pencatatan secara otomatis nilai ppm yang didapat dari larutan nutrisi. Sedangkan Pengujian kedua dengan menerapkan pencatatan pengambilan data acak dan manual, namun sistem cerdas pengaturan diaktifkan secara terus-menerus. Pelaksanaan pengujian dilakukan di ruang terbuka.

Pengujian Pertama

Pada pengujian ini, dilakukan pada tanggal 7 Desember 2017 dari

pukul 5:24:35 AM sampai dengan pukul 5:36:53 AM WIB. Pengambilan data dilakukan secara otomatis oleh sistem dan dicatat setiap 1 detik hingga 4 detik tergantung kecepatan proses penyimpan pada media storage. Pengambilan data untuk pengujian ini sebanyak 23 data seperti yang di tampilkan pada Tabel 1.

Penempatan sensor EC meter dan sensor DS18B20 diletakkan pada bagian dalam penampung larutan nutrisi serta harus terendam pada larutan nutrisi secara langsung. Sedangkan masing-masing modul

sub-sistem diletakkan pada bagian luar panampung larutan nutrisi dan terhindari dari cairan tersebut. Pengimplentasi sistem cerdas untuk pemantauan dan pengaturan larutan nutrisi memerlukan sistem mikrokontroler berbasis Arduino dan komponen sistem hidroponik seperti

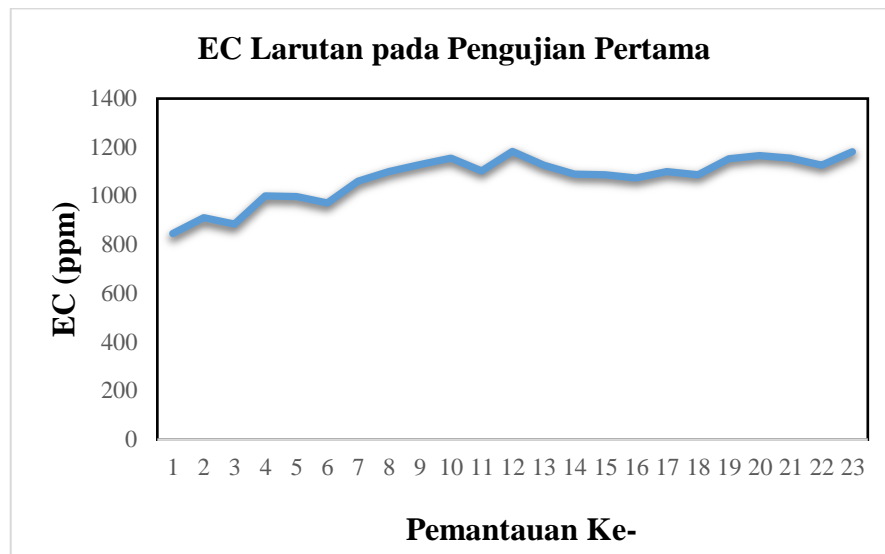
gambar 1 set sistem hidroponik (misalnya tipe NFT termasuk selang dan motor pendorong), dan toren sebagai penampung larutan nutrisi yang akan dialirkan ke sistem hidroponik atau menampung kembali larutan nutrisi yang telah dialirkan ke sistem hidroponik.

Tabel 1. Hasil pengujian pertama

No.	Tanggal	Waktu	Suhu	EC	PPM	Keterangan
1	12/07/2017	5:24:35 AM	38.75	1.69	845.79	NV
2	12/07/2017	5:25:09 AM	38.75	1.82	911.19	NV
3	12/07/2017	5:25:26 AM	38.75	1.77	883.93	NV
4	12/07/2017	5:25:42 AM	38.75	2.48	1000.48	NV
5	12/07/2017	5:25:59 AM	38.69	1.81	998.42	NV
6	12/07/2017	5:26:16 AM	38.69	1.82	972.06	NV
7	12/07/2017	5:31:01 AM	38.56	2.12	1061.45	1
8	12/07/2017	5:31:18 AM	38.69	2.11	1100.36	1
9	12/07/2017	5:31:51 AM	38.38	2.21	1130.29	1
10	12/07/2017	5:32:25 AM	38.56	2.31	1154.4	1
11	12/07/2017	5:32:25 AM	38.55	2.31	1103.51	1
12	12/07/2017	5:32:42 AM	38.55	2.37	1182.87	1
13	12/07/2017	5:32:58 AM	38.56	2.25	1127.06	1
14	12/07/2017	5:33:15 AM	38.56	2.18	1088.79	1
15	12/07/2017	5:33:32 AM	38.63	2.18	1087.75	1
16	12/07/2017	5:33:49 AM	38.69	2.15	1073.07	1
17	12/07/2017	5:34:05 AM	38.69	2.21	1100.36	1
18	12/07/2017	5:34:22 AM	38.69	2.17	1086.72	1
19	12/07/2017	5:34:56 AM	38.69	2.31	1153.31	1
20	12/07/2017	5:35:12 AM	38.69	2.33	1166.97	1
21	12/07/2017	5:35:29 AM	38.56	2.31	1154.4	1
22	12/07/2017	5:36:46 AM	38.63	2.25	1125.99	1
23	12/07/2017	5:36:53 AM	38.56	2.36	1181.74	1
Total Nilai PPM (Valid)						17
PersentasiUjiCoba						74%

Dari data yang didapatkan, terdapat kandungan nutrisi diawal pemantauan yang mengalami data yang tidak valid (*No valid*). Hasil unsur hara stabil sebanyak 17 dari 23 kali pada pengujian pertama. Dari

hasil pengujian pertama kestabilan unsur hara selama 12 menit pengujian mencapai 74%, dimana trend larutan nutrisi dapat dikatakan stabil seperti yang di perlihatkan pada Gambar.



Gambar7. Grafik dari hasil pengujian pertama

Pengujian Kedua

Pengujian kedua dilakukan pada lokasi yang sama dengan pengujian kedua pada tanggal 11 Desember 2017 dimulai pada pukul 8:48:09 AM hingga pada pukul 11:52:53 AM WIB. Pengambilan data pada pengujian kedua dilakukan dengan proses pencuplikan data secara manual. Proses manual berupa

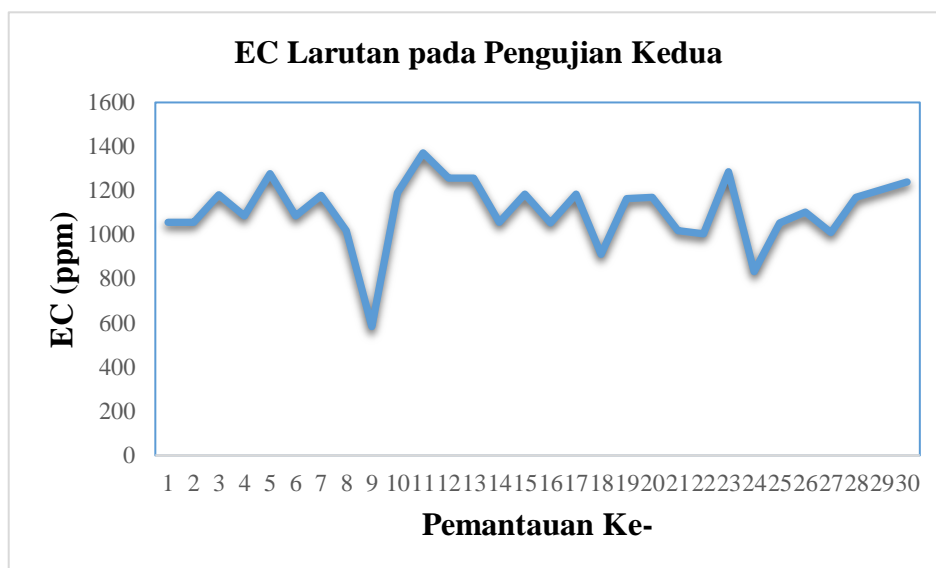
proses perintah secara acak berdasarkan waktu yang kejadian tidak ditentukan dalam kurun waktu tertentu. Proses ini hanya membuat pencatatan disesuaikan perintah, sedangkan sistem pemantauan dan pengaturan berfungsi secara otomatis. Pengujian ini mengambil jumlah data sample sebanyak 30 data selama kurang dari 3 jam yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian kedua

No.	Tanggal	Waktu	Suhu	EC	PPM	Keterangan
1	12/11/2017	8:48:09 AM	24.69	1.51	1055.47	1
2	12/11/2017	8:51:24 AM	24.69	1.55	1057.89	1
3	12/11/2017	8:52:28 AM	24.63	1.71	1180.43	1
4	12/11/2017	8:52:44 AM	24.56	1.74	1085.24	1
5	12/11/2017	8:53:01 AM	24.63	1.87	1276.09	1
6	12/11/2017	8:53:17 AM	24.63	1.87	1085.24	1
7	12/11/2017	8:53:33 AM	24.63	1.73	1177.68	NV
8	12/11/2017	8:53:49 AM	24.63	1.63	1020.44	NV
9	12/11/2017	9:17:19 AM	24.44	0.79	584.41	1
10	12/11/2017	9:22:56 AM	24.31	1.03	1189.27	1
11	12/11/2017	9:51:24 AM	24.63	2.96	1371.59	1
12	12/11/2017	9:53:07 AM	24.69	1.51	1257.89	1
13	12/11/2017	9:54:37 AM	24.69	1.37	1257.89	1
14	12/11/2017	9:55:28 AM	24.75	1.24	1057.89	1
15	12/11/2017	9:56:20 AM	24.69	1.11	1185.05	1
16	12/11/2017	10:06:47 AM	24.63	1.21	1053.27	1
17	12/11/2017	10:06:57 AM	24.63	2.52	1185.05	1
18	12/11/2017	10:07:40 AM	24.63	2.99	910.69	NV
19	12/11/2017	10:09:47 AM	24.56	2.96	1163.37	1
20	12/11/2017	10:09:49 AM	24.06	1.67	1169.06	1
21	12/11/2017	10:10:51 AM	23.19	2.01	1018.81	NV
22	12/11/2017	10:31:57 AM	29.94	2.01	1004.71	NV
23	12/11/2017	10:34:06 AM	29.88	1.57	1285.53	1
24	12/11/2017	10:35:00 AM	29.88	1.67	833.04	NV
25	12/11/2017	11:06:01 AM	29.75	2.11	1054.93	1
26	12/11/2017	11:07:43 AM	29.81	2.21	1104.06	1
27	12/11/2017	11:26:45 AM	25.06	2.02	1010.97	NV
28	12/11/2017	11:29:33 AM	24.06	1.67	1169.06	1
29	12/11/2017	11:49:47 AM	24.38	2.41	1205.15	1
30	12/11/2017	11:52:53 AM	24.63	1.89	1241.02	1
Total Nilai PPM (Valid)						23
PersentasiUjiCoba						77%

Berdasarkan hasil uji yang didapat sesuai dengan range nilai ppm valid untuk tanaman Pakcoy sebanyak 23 dari 30 kali pengambilan data. Hasil menunjukkan kestabilan larutan nutrisi mencapai 77% selama 3 jam. Dari hasil grafik yang diperlihatkan pada Gambar 8, penulis berasumsi

bahwa hasil grafik yang tidak linear diakibatkan perubahan suhu dan dipengaruhi oleh tanaman sendiri dalam mengkonsumsi unsur hara saat matahari terbit. Sehingga unsur hara mengalami perubahan yang tidak linear.



Gambar 8. Grafik dari hasil pengujian kedua

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian baik pengujian secara teknis pada setiap rangkaian elektronika, pengujian sistem cerdas dalam mengendalikan pompa dan kipas, serta yang paling utama dalam penelitian ini sebagai usulan adalah pengujian secara sistem cerdas dalam memantau kandungan unsur hara pada sebuah penampung.

Pencapaian hasil dalam menjaga kestabilan unsur hara didapat dalam persentasi kisaran antara 70% hingga 80%. Dalam penelitian selanjutnya, penulis menyarankan untuk pengembangan pada terapan teknologi berbasis IoT sebagai pengimplementasian Revolusi Industri 4.0.

DAFTAR PUSTAKA

- Herwibowo K, N. Budiana. 2015. *Hidroponik Portabel*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Roidah IS. 2014. Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik. *Jurnal Bonorowo* Vol. 1 (2): 43-50.
- Smolen S, I. Kowalska, W. Sady. 2014. Assessment of biofortification with iodine and selenium of lettuce cultivated in the NFT hydroponic system. *Scientia Horticulturae* 166: 9-16.
- Tripama, B, MR. Yahya. 2018. Respon Konsentrasi Nutrisi Hidroponik Terhadap Tiga Jenis Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agritrop* Vol 16(2): 237-249.
- Utama, HS, SM Isa, A. Indragunawan. 2009. Perancangan dan Implementasi Sistem Otomatisasi Pemeliharaan Tanaman Hidroponik. *TESLA Jurnal Teknik Elektro* Vol. 8(1): 1-4.
- Vaillant N., Monnet F., Sallanon H., Coudret A., Hitmi A. 2003. Treatment of domestic wastewater by an hydroponic NFT system. *Chemosphere* 50(1): 121-129.
- Wasonowati C. 2011. Meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*) dengan sistem budidaya hidroponik. *Agrovigor: Jurnal Agrovigor* Vol.4 (1): 21-28.

PROTOTIPE SISTEM OTOMATIS BERBASIS IOT UNTUK PENYIRAMAN DAN PEMUPUKAN TANAMAN DALAM POT

IoT-based Automatic Prototype System for Watering and Fertilizing Plants in Pot

Aviana Furi¹, Mohammad Iqbal¹, Nur Sultan Salahuddin^{1*}

¹Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Prodi Sistem Komputer, Universitas Gunadarma, Jl.Margonda Raya No.100, Depok 16424 Indonesia. sultan@staff.gunadrma.ac.id.

*) Penulis korespondensi

Diterima Juli 2018; Disetujui Agustus 2018

ABSTRAK

Pembangunan pertanian di Indonesia tidak saja dituntut untuk menghasilkan produk-produk pertanian yang berdaya saing tinggi namun juga mampu mengembangkan pertumbuhan daerah serta pemberdayaan masyarakat. Ciri utama pertanian modern adalah produktivitas, efisiensi, mutu dan kontinuitas pasokan yang terus menerus harus selalu meningkat dan terpelihara. Oleh sebab itu dibutuhkan suatu sistem yang dapat membantu meringankan kegiatan penyiraman dan pemupukan tanaman yang dapat bekerja secara otomatis. Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem otomatis penyiraman dan pemupukan tanaman secara teratur. Sistem ini dapat mengontrol dan memantau informasi data dari sensor melalui aplikasi *smart plant* yang telah diinstal pada *smartphone* yang sudah tersambung Internet. Sistem penyiraman dan pemupukan ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU, pompa air DC yang digunakan untuk menyiram dan memberi pupuk cair secara otomatis, sensor YL-69 untuk mengetahui nilai kelembaban tanah, serta RTC sebagai pewaktu berdasarkan kondisi yang telah dikonfigurasi oleh mikrokontroler. Hasil uji coba sistem dapat melakukan penyiraman dan pemupukan secara otomatis serta dilengkapi dengan aplikasi untuk memonitor waktu dan kelembaban melalui internet.

Kata kunci: Android, *Internet of Things*, mikrokontroler NodeMCU, MQTT, wifi.

ABSTRACT

In Indonesia, agricultural development is not only demanded to produce highly competitive agricultural products but also to develop regional growth and community empowerment. The main characteristic of modern agriculture is productivity, efficiency, quality and continuity, of supply which must continuously increase and be maintained. Therefore, it is required a system which may ease the activities of watering and fertilizing plants that can work automatically. The research aims to design the automatic watering and fertilizing system based on the Internet of things. This system can control and monitor data information from sensors via the smart plant application which has been installed on an Internet-connected smartphone. The watering and the fertilizing system use a Node MCU microcontroller, a DC water pump used to flush and give liquid fertilizer automatically, a YL-69 sensor to determine soil moisture values, and RTC as a timer based on conditions that have been configured by the microcontroller. The results of

testing show that the systems can do the watering and fertilizing automatically and are equipped with an application to monitor time and humidity through the internet.
Keywords: *Android, Internet of Things, Node MCU Microcontroller, MQTT, Wifi*

PENDAHULUAN

Pembangunan pertanian di Indonesia tidak saja dituntut untuk menghasilkan produk-produk pertanian yang berdaya saing tinggi namun juga mampu mengembangkan pertumbuhan daerah serta pemberdayaan masyarakat. Ciri utama pertanian modern adalah produktivitas, efisiensi, mutu dan kontinuitas pasokan yang terus menerus harus selalu meningkat dan terpelihara. Produk-produk pertanian kita baik komoditi tanaman pangan, hortikultura, perikanan, perkebunan dan peternakan harus menghadapi pasar dunia yang telah dikemas dengan kualitas tinggi dan memiliki standar tertentu.

Beberapa tahun ini teknologi pertanian berkembang pesat, sehingga banyak alat yang dihasilkan salah satunya adalah alat penyiram dan pemupukan pada tanaman secara otomatis. Perancangan alat ini akan memudahkan dalam hal penyiraman dan pemupukan tanaman, sehingga kedua hal itu dapat dilakukan pada waktu yang tepat meskipun dalam keadaan sibuk. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk difusi teknologi

ini. Nasrullah *et al.*, (2011) melakukan penelitian tentang ‘Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman secara Otomatis menggunakan Sensor Suhu LM35 berbasis mikrokontroler ATmega 8535’. Kelebihan sistem ini penyiraman tanaman dilakukan secara teratur karena penyiramannya didasari oleh waktu dan suhu yang ditentukan. Kekurangannya pengguna tidak dapat memonitor maupun mengatur alat apabila berada jauh dari alat tersebut. Alat ini juga tidak dilengkapi dengan sistem pemupukan, serta sistem penyiraman ini hanya didasari oleh waktu dan suhu yang telah ditentukan tidak dengan kelembaban tanah itu sendiri.

Ayuninghemi *et al.*, (2017) melakukan penelitian tentang ‘Sistem Otomatis Penyiraman dan Pemupukan Tanaman Cabai Rawit pada *Greenhouse* berbasis mikrokontroler’. Kelebihan dari sistem ini dilengkapi dengan modul *water level control* yang diindikatori oleh LED dan buzzer sehingga larutan pupuk dan air pada tandon dapat dideteksi, maka pengguna akan mengetahui apakah larutan pupuk dan air tersebut penuh maupun habis. Penyiraman tanaman dilakukan secara

teratur karena penyiramannya didasari oleh waktu yang ditentukan. Kekurangannya pengguna tidak dapat memonitor maupun mengatur alat apabila berada jauh dari alat tersebut. Sistem penyiraman ini hanya didasari oleh waktu yang telah ditentukan tidak dengan kelembaban tanah itu sendiri.

Ratnawati dan Silma(2017) melakukan penelitian tentang 'Sistem Kendali Penyiram Tanaman menggunakan Propeller berbasis *Internet of Things*'. Kelebihan sistem ini tidak terlalu rumit dalam pembuatannya. Kekurangannya alat ini tidak dilengkapi dengan sistem pemupukan, serta pengguna tidak dapat mengatur kadar kelembaban untuk sistem otomatisasi penyiraman tanaman.

Gunawan dan Sari(2018) melakukan penelitian tentang 'Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah'. Kelebihan sistem ini tidak terlalu rumit dalam pembuatannya. Kekurangannya pengguna tidak dapat memonitor maupun mengatur alat apabila berada jauh dari alat tersebut. Alat ini juga tidak dilengkapi dengan sistem pemupukan.

Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem otomatis penyiraman dan pemupukan tanaman secara

teratur. Alat ini dirancang untuk menyiram dan memberi pupuk pada tanaman secara otomatis sesuai dengan kelembaban tanah dan waktu yang ditentukan melalui aplikasi *smartphone*. Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan prototipe penyiram dan pemupukan tanaman secara otomatis berbasis *internet of things*.

BAHAN DAN METODE

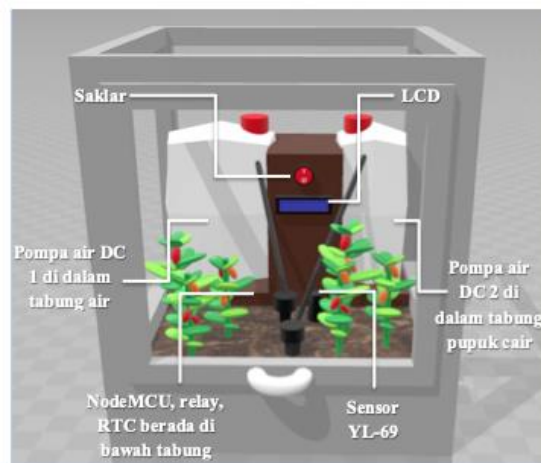
Penelitian dilakukan pada bulan April sampai Oktober 2018 di laboratorium sistem tertanam jurusan Sistem Komputer Universitas Gunadarma. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Smartphone android sebagai antarmuka pengguna atau perangkat untuk mengakses ke aplikasi dan mengendalikan perangkat keras sistem penyiraman dan pemupukan otomatis ini.
- NodeMCU sebagai pusat pengolahan data dan mikrokontroler serta sebagai perangkat yang akan mengirim dan menerima data dari aplikasi (Setiawan, 2017).

- Sensor YL-69 sebagai sensor pembaca kelembaban tanah (Gunawan & Sari, 2018).
- Real Time Clock (RTC) sebagai pewaktu nyata pada sistem perangkat (Pamungkaset *al.*, 2011).
- Dua buah pompa air DC yang berfungsi sebagai aktuator penyiraman dan pemupukan tanah (Sirait, 2018).
- LCD berfungsi untuk menampilkan waktu dan kelembaban tanah saat ini.

- Aplikasi Android (Anonim, 2018); (Safaat & Nazaruddin, 2011).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan merancang dan membuat perangkat keras dari sistem penyiraman dan pemupukan otomatis serta merancang perangkat lunak. Rancangan sistem seperti tampak pada Gambar 1, terbuat dari aluminium sebagai rangkanya dan kaca di setiap sisinya agar dapat melihat isi dari perangkat tersebut.

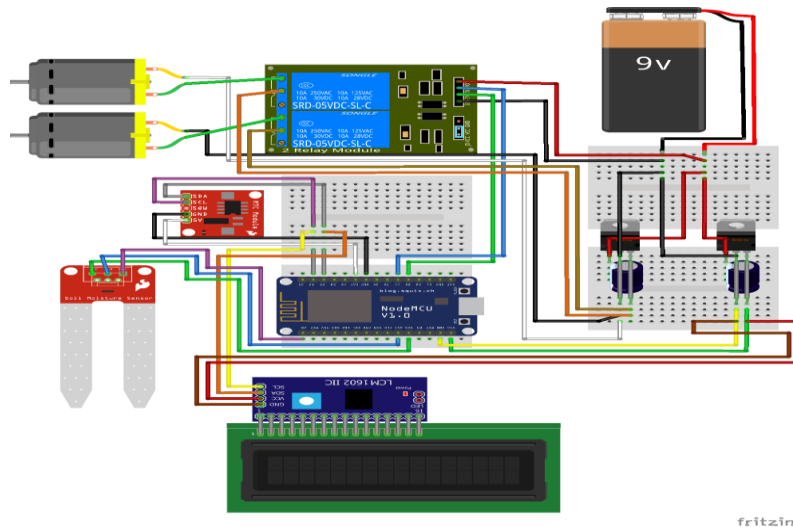


Gambar 1. Rancangan sistem penyiraman dan pemupukan otomatis

Perancangan perangkat keras :

Pada Gambar 2 memperlihatkan secara detail konfigurasi atau rangkaian alat

elektronik seperti sensor YL-69, pompa air DC 1, pompa air DC 2, dan RTC yang terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU.

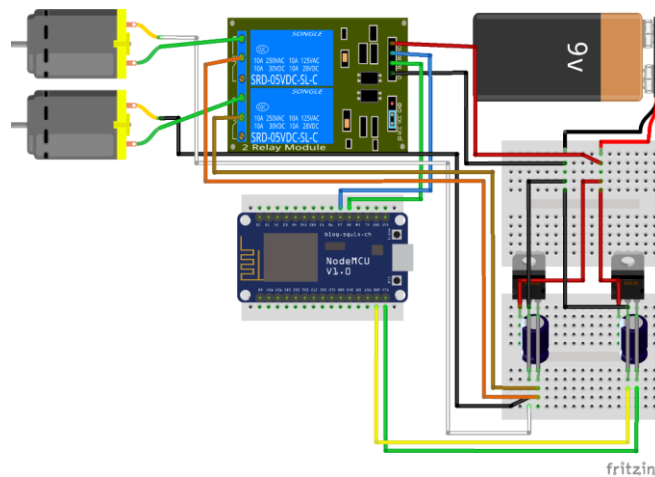


Gambar 2. Rancangan rangkaian perangkat keras sistem penyiraman dan pemupukan otomatis

Rangkaian Aktuator ke Mikro-kontroler

Aktuator berguna sebagai penggerak yang memiliki fungsinya pada masing-masing perangkat

penyiraman dan pemupukan otomatis yang telah dirancang. Aktuator pada perangkat ini adalah 2 buah pompa air DC masing-masing sebagai penyiram dan pemupuk.



Gambar 3. Rangkaian instalasi aktuator ke mikrokontroler

Gambar 3 masing-masing aktuator terhubung dengan modul relay sebagai saklar otomatis yang akan menghidupkan dan mematikan aktuator berdasarkan perintah dari

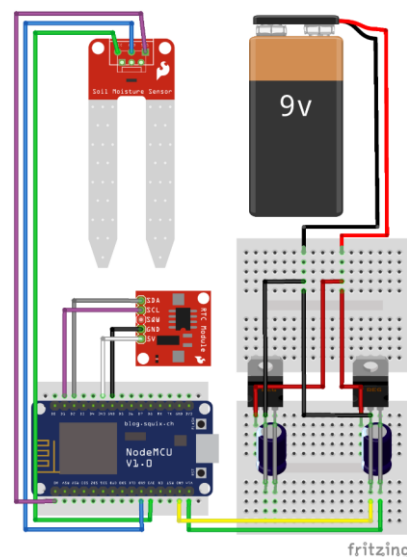
mikrokontroler. Setiap pin IN pada relay dihubungkan langsung dengan pin digital mikrokontroler agar signal listrik yang dikirim dari mikrokontroler dapat menggerakkan relay yang

terhubung pada masing-masing aktuator. Sumber daya dalam perangkat digunakan adaptor + 9 Volt arus 1,2 Ampere yang kemudian dibagi lagi menggunakan regulator daya menjadi +5Volt untuk NodeMCU dan komponen-komponen lainnya.

Rangkaian Sensor ke Mikrokontroler

Setiap sensor pada perangkat penyiraman dan pemupukan otomatis

ini mempunyai kegunaannya tersendiri dan dihubungkan pada mikrokontroler agar nilai pembacaan sensor kepada suatu objek mudah dibaca melalui program yang telah disisipkan kemikrokontroler. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor kelembaban tanah yaitu YL-69 dan RTC yang digunakan sebagai pewaktu secara berkala agar parameter waktu yang didalam program dapat berjalan dengan baik.



Gambar 4. Rangkaian instalasi sensor ke mikrokontroler

Gambar 4 masing-masing sensor dihubungkan langsung dengan pin-pin mikrokontroler. Sumber daya dalam perangkat digunakan adaptor + 9 Volt arus 1,2 Ampere yang kemudian dibagi lagi menggunakan regulator daya menjadi +5Volt untuk NodeMCU dan komponen-komponen lainnya.

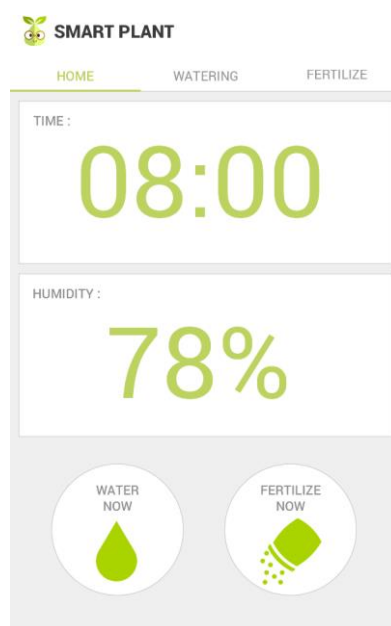
Perancangan Aplikasi Perangkat Lunak

Pembuatan aplikasi sistem penyiraman dan pemupukan otomatis(dengan nama Smart Plant) menggunakan aplikasi tersendiri yaitu Android Studio yang merupakan lingkungan Pengembangan Terpadu -

Integrated Development Environment (IDE) untuk pengembangan aplikasi Android, berdasarkan IntelliJ IDEA. Android Studio menawarkan fitur lebih banyak untuk meningkatkan produktivitas Anda saat membuat aplikasi Android. Aplikasi dirancang untuk memonitoring waktu dan kelembaban pada perangkat, serta terdapat kontrol penyiraman dan pemupukan secara manual maupun otomatis.

- **Tab Home**

Saat pengguna berada pada tabhome terdapat data yang telah



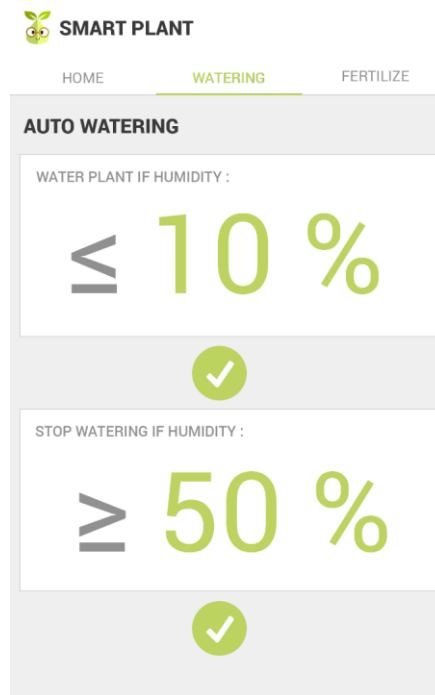
Gambar 5. Rancangan antarmuka Tab Home

- **Tab Watering**

Saat pengguna berada pada *tabwatering* terdapat 2 blok yang dapat diisi oleh pengguna, yaitu blok untuk mengisi presentase kelembaban minimal untuk mengaktifkan pompa

diambil dari sensor yang di dalam perangkat keras. Data yang diambil tersebut adalah waktu dari RTC serta nilai presentase kelembaban tanah dari sensor YL-69. Dalam tab ini juga terdapat 2 buah button untuk kontrol manual dari perangkat, tombol-tombol tersebut antara lain ialah tombol *Water Now* yang berfungsi untuk melakukan penyiraman selama 5 detik dan tombol *Fertilize Now* yang berfungsi untuk melakukan pemupukan selama 3 detik. Berikut merupakan tampilan dari *tab home* pada Gambar 5.

air DC 1 dan blok untuk mengisi presentase kelembaban maksimal untuk menonaktifkan pompa air DC 1. Berikut merupakan tampilan dari *tab watering* pada Gambar 6.

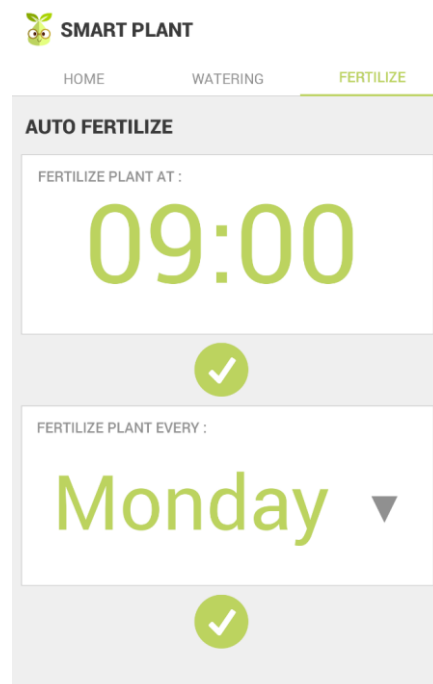


Gambar 6. Rancangan Antarmuka *Tab Watering*

- ***Tab Fertilize***

Saat pengguna berada pada *tab fertilize* terdapat 2 blok yang dapat diisi oleh pengguna, yaitu blok untuk

mengisi jam dan hari pemupukan untuk mengaktifkan pompa air DC 2. Berikut merupakan tampilan dari *tab watering* pada gambar 7. :

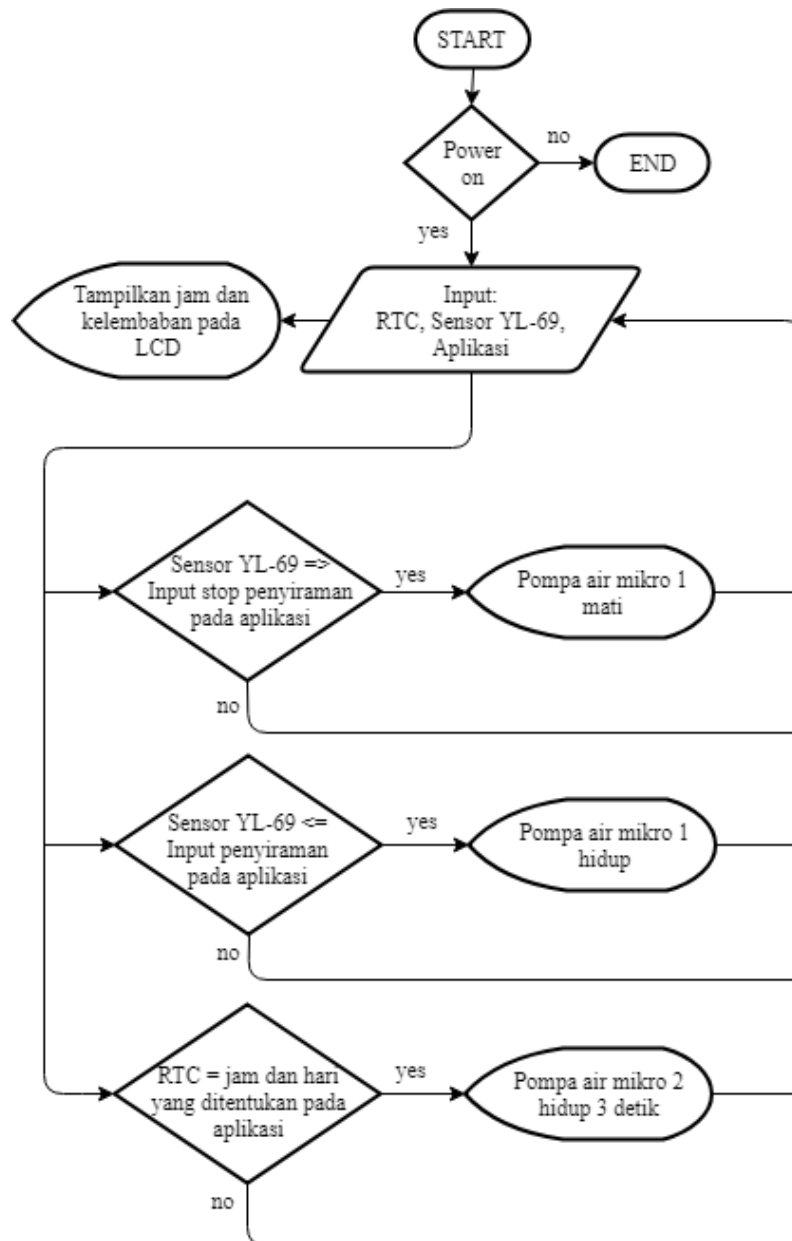


Gambar 7. Rancangan Antarmuka *Tab Fertilize*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 8 menampilkan

diagram alur cara kerja sistem penyiraman dan pemupukan pada tanaman secara otomatis berbasis IoT.



Gambar 8. Diagram Alur Cara Kerja Alat

Langkah pertama yaitu mulai yang menandakan rancangan cara kerja alat dan dilanjutkan dengan pembacaan input dari sensor YL-69, RTC serta Aplikasi. Kemudian data masukan akan diproses pada mikrokontroler lalu

data keluaran akan menentukan gerakan kedua pompa air DC dan tampilan pada LCD.

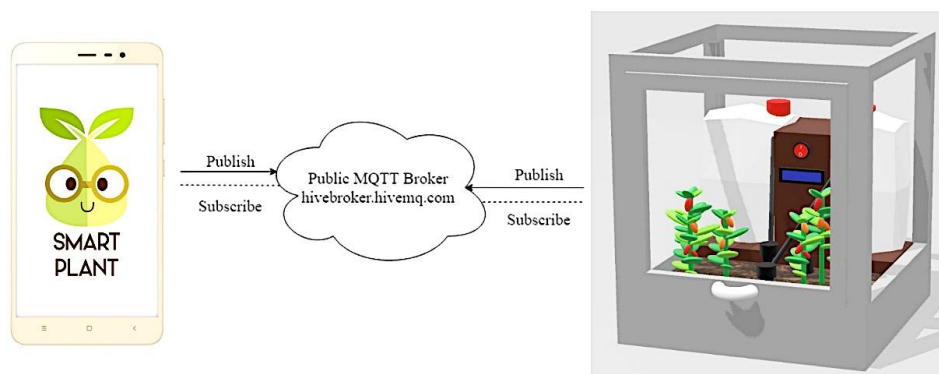
Pada alat bagian penyiraman otomatis, jika sensor YL-69 mendeteksi kelembaban tanah pada pot

kurang dari sama dengan yang telah ditentukan oleh pengguna dalam aplikasi, maka pompa air mikro 1 akan memompa air hingga dari tabung air sensor YL-69 mendeteksi kelembaban tanah pada pot sudah mencapai lebih dari sama dengan yang telah ditentukan oleh pengguna dalam aplikasi.

Pada alat bagian pemupukan otomatis, jika jam pada RTC sudah sama dengan jam yang telah ditentukan pengguna dalam aplikasi untuk jadwal

pemupukan, maka pompa air DC 2 akan memompa pupuk cair dari tabung pupuk cair selama 3 detik.

Untuk dapat melakukan pemantauan dan pengaturan terhadap perangkat sistem penyiraman dan pemupukan otomatis maka diperlukan sebuah *smartphone* android yang sudah terpasang aplikasi android yang sudah dibuat. Dengan jaringan internet, aplikasi tersebut terhubung ke publik MQTT broker yaitu `hivebroker.hivemq.com`.



Gambar 9. Sistem Komunikasi Perangkat

Dari gambar 9 ditunjukkan aplikasi pada *smartphone* android melakukan komunikasi ke sistem penyiraman dan pemupukan otomatis menggunakan protokol MQTT. Aplikasi melakukan koneksi ke MQTT broker lalu mengirimkan data dari perintah-perintah yang tersedia dalam aplikasi tersebut, aplikasi juga dapat menerima nilai data dari sensor-sensor pada perangkat. Perangkat ini juga

melakukan koneksi ke MQTT broker lalu mengirimkan data sensor seperti sensor YL-69 dan RTC, perangkat juga dapat menerima perintah-perintah dari aplikasi.

Pengujian perangkat rancang bangun sistem penyiraman dan pemupukan pada tanaman secara otomatis dilakukan dalam beberapa tahap guna mendapatkan hasil yang diinginkan. Ada dua sistem pengujian

yang merupakan pengujian sistem dalam keadaan otomatis dan pengujian dalam sistem manual. Pengujian juga dilakukan komunikasi perangkat dengan aplikasi Smart Plant berbasis internet dalam memonitoring perangkat melalui aplikasi, mode

manual yang dilakukan dengan mengoperasikan sistem modul internal secara remote, maupun mode otomatis untuk pengaturan penyiraman dan pemupukan. Sebuah smartphone yang mempunyai sistem operasi berbasis android agar aplikasi ini berfungsi.



- A. Saklar
- B. Display
- C. Tabung air
- D. Nozzel Air
- E. Tabung Pupuk Cair
- F. Nozzel Pupuk Cair
- G. Sensor YL-69

Gambar 10. Prototipe sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis IoT

Pengujian yang dilakukan antara lain yaitu pengujian penyiraman dan pemupukan manual melalui aplikasi, penyiraman otomatis melalui aplikasi serta ketepatan kelembabannya, dan pemupukan otomatis melalui aplikasi serta ketepatan waktunya.

Pengujian Penyiraman dan Pemupukan Manual melalui Aplikasi

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membuktikan tingkat keberhasilan penyiraman dan pemupukan manual melalui aplikasi Smart Plant dari perangkat ini. Apabila tombol penyiraman ditekan maka pompa air DC 1 hidup, sedangkan

untuk tombol pemupukan bila ditekan maka pompa air DC 2 hidup.

Pengujian dilakukan dengan 4 kali percobaan terlihat pada Tabel1.

Tabel 1. Hasil pengujian penyiraman dan pemupukan manual melalui aplikasi

No.	Tombol siram	Tombol pupuk	Pompa air DC 1	Pompa air DC 2
1	Tidak ditekan	Tidak ditekan	Mati	Mati
2	Ditekan	Tidak ditekan	Hidup	Mati
3	Tidak ditekan	Ditekan	Mati	Hidup
4	Ditekan	Ditekan	Hidup	Hidup

Dari Tabel 1 di atas dapat disimpulkan bahwa alat bekerja dengan baik, yaitu dapat menyiram dan memupuk tanaman apabila tombol siram atau tombol pupuk pada aplikasi ditekan.

Pengujian Penyiraman Otomatis melalui Aplikasi

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membuktikan tingkat keakuratan presentase kelembaban

yang diatur melalui aplikasi dengan penyiraman otomatis yang dilakukan oleh perangkat ini. Pompa air DC 1 akan hidup apabila persentase kelembaban tanah kurang dari sama dengan nilai presentase kelembaban minimal pada aplikasi dan akan mati apabila presentase kelembaban tanah lebih dari sama dengan nilai presentase kelembaban maksimal pada aplikasi. Pengujian dilakukan dengan 10 kali percobaan terlihat pada Tabel2.

Tabel 2. Hasil pengujian penyiraman otomatis melalui aplikasi

No.	Aplikasi			Perangkat	
	Kelembaban minimal	Kelembaban maksimal	Kelembaban tanah	Pompa air DC 1	Kelembaban tanah setelah disiram
1	0 %	5 %	0 %	Hidup	5 %
2	0 %	5 %	5%	Mati	5 %
3	10 %	15 %	5%	Hidup	15 %
4	10 %	15 %	15%	Mati	15 %
5	20 %	25 %	15%	Hidup	25 %
6	20 %	25 %	25%	Mati	25 %
7	30 %	35 %	25%	Hidup	35 %
8	30 %	35 %	35%	Mati	35 %
9	40 %	45 %	35%	Hidup	45 %
10	40 %	45 %	45%	Mati	45 %

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa alat bekerja dengan baik.

Pompa air DC 1 akan aktif apabila presentasi kelembaban pada pot kurang

dari presentasi kelembaban minimal pada aplikasi dan akan berhenti apabila persentase kelembaban pada pot sudah lebih dari sama dengan presentasi kelembaban maksimal pada aplikasi. Persentase kelembaban tanah pada pot tidak berbeda jauh dengan persentase kelembaban tanah yang diatur dalam aplikasi setelah disiram.

Pengujian Pemupukan Otomatis melalui Aplikasi

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membuktikan tingkat keakuratan waktu pemupukan yang diatur melalui aplikasi dengan pemupukan otomatis yang dilakukan oleh perangkat ini. Pompa air DC 2 akan hidup selama 3 detik apabila waktu pemupukan yang diatur oleh pengguna melalui aplikasi sudah sesuai dengan waktu pada perangkat. Pengujian dilakukan dengan 12 kali percobaan terlihat pada Tabel3.

Tabel 3. Hasil pengujian pemupukan otomatis melalui aplikasi

No.	Aplikasi		Perangkat		
	Jam	Hari	Jam	Hari	Pompa air DC 2
1	08.00	Senin	08.00	Senin	Hidup
2	08.00	Senin	08.00	Minggu	Mati
3	08.00	Senin	10.00	Senin	Mati
4	08.00	Senin	10.00	Minggu	Mati
5	12.00	Rabu	09.00	Selasa	Mati
6	12.00	Rabu	09.00	Rabu	Mati
7	12.00	Rabu	12.00	Selasa	Mati
8	12.00	Rabu	12.00	Rabu	Hidup
9	16.00	Sabtu	14.00	Jumat	Mati
10	16.00	Sabtu	14.00	Sabtu	Mati
11	16.00	Sabtu	16.00	Jumat	Mati
12	16.00	Sabtu	16.00	Sabtu	Hidup

Dari Tabel 3 dapat diperlihatkan bahwa alat bekerja dengan baik. Pompa air DC 2 akan aktif selama 3 detik, dimana jam dan hari pada aplikasi sudah sesuai dengan perangkat.

Pengguna dapat mengatur sistem penyiraman dan jadwal pemupukan melalui aplikasi dengan cara menentukan presentse

kelembaban minimal dan maksimal untuk sistem penyiraman otomatis pada *Tab Watering*, sedangkan untuk pemupukan pengguna dapat mengatur jam serta hari pemupukan otomatis pada tab *Fertilize*. Kemudian pada mode manual, pengguna dapat menekan tombol *Water Now* pada aplikasi untuk melakukan penyiraman selama 5 detik setelah tombol ditekan,

dan tombol *Fertilize Now* untuk melakukan pemupukan selama 3 detik setelah tombol ditekan pada tab *Home*

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengamatan data sensor-sensor dan uji coba alat yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sistem penyiraman dan pemupukan otomatis ini dilengkapi dengan aplikasi untuk memonitor waktu dan kelembaban dari melalui internet. Komunikasi antara sistem penyiraman dan pemupukan otomatis dan aplikasi ini menggunakan jaringan internet untuk saling melakukan koneksi ke MQTT broker agar alat dan aplikasi android *Smart Plant* dapat terhubung untuk mengirim maupun menerima data satu sama lain. Dalam aplikasi ini terdapat layer pertama yaitu tampilan *splash screen* logo *Smart Plant*, setelah itu terdapat 3 tab diantaranya *Home*, *Watering*, dan *Fertilize*.

Setelah proses pengerjaan dan proses pengujian dilakukan banyak perbaharuan yang perlu dilakukan untuk menyempurnakan alat ini, maka saran yang dapat diberikan adalah dari segi mikrokontroler untuk sistem penyiraman dan pemupukan kedepannya yang lebih baik bisa

menggunakan Raspberry Pi karena sudah seperti mini PC. Dari segi pemupukan otomatis saat ini hanya bisa melakukan pemupukan 1 minggu sekali sesuai dengan hari yg diinginkan pengguna. Kedepannya yang lebih baik sistem pemupukan ini diharapkan dapat melakukan pemupukan secara *custom* seperti pemupukan 1 bulan 1 kali ataupun 3 minggu sekali dan sebagainya. Sistem keamanan perlu ditambahkan pada aplikasi seperti *username* dan *password* agar tidak diambil alih kontrolnya karena perangkat ini dapat dikontrol melalui aplikasi dengan *smartphone* yang berbeda. Penambahan sensor air pada tabung air dan tabung pupuk cair untuk mendeteksi tersedia atau tidaknya air di dalam masing-masing tabung tersebut, sehingga apabila air di dalam kedua tabung tersebut sudah habis maka dapat ditambahkan sistem pemberitahuan kepada pengguna bahwa air di dalam tabung sudah habis dan penyiraman atau pemupukan otomatis dihentikan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2018. *Liquid Crystal Display (LCD)*. [diakses 2018 Juni 15]. <<http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>>

- Ayuninghemi, R., Surateno, Pamungkas WA. 2017. *Sistem otomatis penyiraman dan pemupukan tanaman cabai rawit pada greenhouse berbasis mikrokontroler*. Di dalam: *Peningkatan Pendidikan MIPA dan Teknologi untuk Menunjang Pembangunan Berkelanjutan* [Internet]; Pontianak, Indonesia, Oktober 2017. Depok (ID): Seminar Nasional Pendidikan MIPA dan Teknologi IKIP PGRI. hlm 331-336 [diakses 2018 Juni 2].
<<http://ocs.ikipgriptk.ac.id/index.php/SNPMTI/presentations/paper/download/33/33>>
- Gunawan, Sari M. 2018. Rancang bangun alat penyiram tanaman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah. *J. Electrical Technology*. 3(1): 13-17.
- Nasrullah, E., Trisanto, A., Utami, L. 2011. Rancang bangun sistem penyiraman tanaman secara otomatis menggunakan sensor suhu lm35 berbasis mikrokontroler atmega8535. *J. Rekayasa dan Teknologi Elektro*. 5(3): 182-192.
- Pamungkas, HY., Puspita, E & Taufiqurrahman. 2011. Alat monitoring kelembaban tanah dalam pot berbasis mikrokontroler ATMega168 dengan tampilan output pada situs jejaring sosial Twitter untuk pembudidaya dan penjual tanaman hias *Anthurium*. [diakses 2018 Juni 3].
<<http://repo.pens.ac.id/1079/1/yogsPaper.pdf>>
- Sirait, AC. 2018. 'Penyiram Tanaman Otomatis Pada Pot Bunga dengan Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler Atmega 328'. Skripsi, Universitas Sumatera Utara. Medan. [diakses 2018 Juni 27].
<<http://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/6882/152408027.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>
- Ratnawati, Silma. 2017. Sistem kendali penyiram tanaman menggunakan propeller berbasis internet of things. *J. Inspiraton*. 7(2): 143-154.
- Setiawan, Y. 2017. 'Rancang bangun pemantauan dan penjadwalan alat pemberi pakan ikan otomatis secara jarak jauh'. Skripsi, Stikom. Surabaya. [diakses 2018 Juni 20].
<<http://sir.stikom.edu/id/eprint/2676/1/12410200037-2017COMPLETE.pdf>>
- Safaat, Nazaruddin, H. 2011. *Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone Dan Tablet PC Berbasis Android*. Bandung : Informatika.