

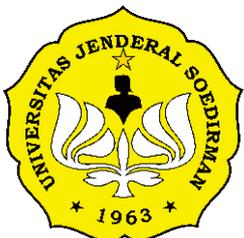
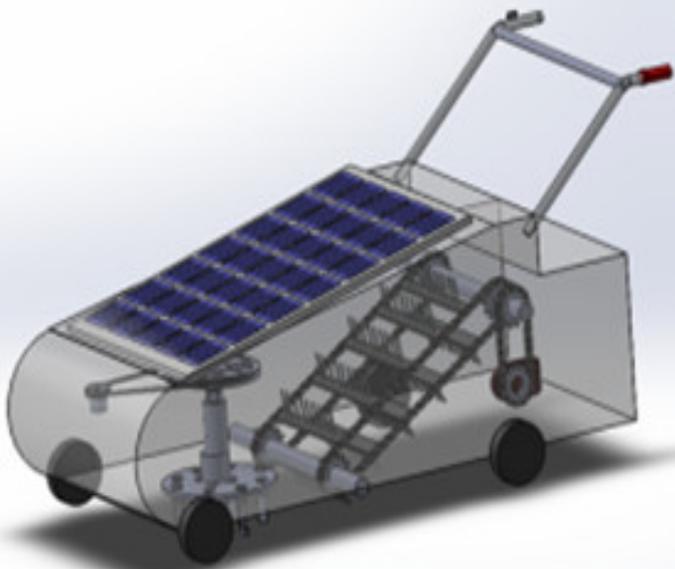
P-ISSN: 2722-3620

E-ISSN: 2776-821X

# JABER

**JOURNAL OF AGRICULTURAL AND BIOSYSTEM ENGINEERING RESEARCH**

Volume 2 Nomor 2, November 2021



## **PUBLIKASI ILMIAH RESMI**

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Unsoed  
Jl. Dr. Soeparno, Karangwangkal, Purwokerto, Jawa Tengah, INDONESIA  
Telp./Faks. (0281) 638791 Kode Pos 53122 E-mail: [jaber@unsoed.ac.id](mailto:jaber@unsoed.ac.id)  
<http://jos.unsoed.ac.id/index.php/jaber/index>

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang atas rahmat-Nya sehingga kami dapat menerbitkan edisi perdana *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research* (JABER) Volume 2 Nomor 2, November 2021.

Edisi ini menyajikan 8 (delapan) makalah yang merupakan hasil penelitian yang berkaitan dengan keteknikan pertanian dan biosistem yang terdiri dari: (1) Rancang Bangun Mesin Penyiangan Gulma Autoset (Automatic Weeds Contoller), (2) Review: Aplikasi Penggunaan Sensor Berbasis Ion Dalam Meningkatkan Akurasi Pemberian Nutrisi Pada Sistem Tanam Hidroponik, (3) Pengaruh Kadar Perekat Molase Dan Lama Pengeringan Terhadap Kualitas Biobriket Dari Tempurung Kelapa Dan Sekam Padi, (4) Rancang Bangun Sistem Irigasi Sprinkle Berbasis Iot (*Internet of Things*) Pada Tanaman Hortikultura, (5) Rancang Bangun Nanofarm Sebagai Potensi Bertanam Praktis, (6) Penambahan Zat Lilin Daun Talas Sebagai Komponen Hidrofobik Dalam Menurunkan Nilai Water Uptake Pada Edible Film Pati Singkong, (7) Analisis Kualitas Garam Krosok Pada Teknologi Greenhouse Tunnel Di Kabupaten Kebumen, dan (8) Pemurnian Biogas Dengan Metode Adsorpsi Pada Variasi Waktu Pemurnian Dan Laju Aliran Menggunakan Adsorben Arang Aktif Dan Silika Gel.

Terima kasih kami sampaikan kepada para penulis yang telah ikut berpartisipasi mengirimkan makalah untuk edisi perdana ini. Tidak lupa kami ucapkan terima kasih kepada para Mitra Bestari yang telah membantu sehingga jurnal ini dapat diterbitkan. Kami mengharapkan kontribusi yang kontinyu, masukan, dan saran demi peningkatan terbitan JABER selanjutnya.

Purwokerto, November 2021

Dewan Editor

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii
Susunan Dewan Redaksi .....	iii
<b>Rancang Bangun Mesin Penyiangan Gulma Autosek (Automatic Weeds Controller)</b> <i>Isna Aulia Syahdiar, Toibah, Fadillah Al Farizk , Sarwendah Nurhikmah, Susanto Budi Sulisty</i> .....	1-7
<b>Review: Aplikasi Penggunaan Sensor Berbasis Ion Dalam Meningkatkan Akurasi Pemberian Nutrisi Pada Sistem Tanam Hidroponik</b> <i>Jonni Firdaus, Furqon</i> .....	8-18
<b>Pengaruh Kadar Perakat Molase Dan Lama Pengeringan Terhadap Kualitas Biobriket Dari Tempurung Kelapa Dan Sekam Padi</b> <i>Andesta Celya Harlina, Ropiudin, Abdul Mukhlis Ritonga</i> .....	19-27
<b>Rancang Bangun Sistem Irigasi Sprinkle Berbasis Iot (Internet of Things) Pada Tanaman Hortikultura</b> <i>Umi Kholilah, Sulaiman Putra Janitra, Rydhora Gumay, Aditya Agung Ferdian</i> .....	28-36
<b>Rancang Bangun Nanofarm Sebagai Potensi Bertanam Praktis</b> <i>Atikah Nur Putranto, Amantun Nisa Setiowati, Monica Achir Putri</i> .....	37-41
<b>Penambahan Zat Lilin Daun Talas Sebagai Komponen Hidrofobik Dalam Menurunkan Nilai Water Uptake Pada Edible Film Pati Singkong</b> <i>Hanisa Cindrawati, Cantika Rayyan, Panca Cahya Utami, Rifah Ediati</i> .....	42-49
<b>Analisis Kualitas Garam Krosok Pada Teknologi Greenhouse Tunnel Di Kabupaten Kebumen</b> <i>Hilal Indra Kusuma Bhakti, Masrukhi, Riana Listanti</i> .....	50-63
<b>Pemurnian Biogas Dengan Metode Adsorpsi Pada Variasi Waktu Pemurnian Dan Laju Aliran Menggunakan Adsorben Arang Aktif Dan Silika Gel</b> <i>Abdul Mukhlis Ritonga, Masrukhi Masrukhi, Dewi Novita</i> .....	64-73

### Petunjuk Penulisan Makalah

## **SUSUNAN DEWAN REDAKSI**

***JABER: Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research***

P-ISSN: 2722-3620

E-ISSN: 2776-821X

Vol. 2 No. 2, November 2021

### **Dewan Redaksi**

#### ***Penanggung Jawab***

Arief Sudarmaji, S.T., M.T., Ph.D.

#### ***Redaksi***

Ketua : Arief Sudarmaji, S.T., M.T., Ph.D.

Anggota : 1. Krissandi Wijaya, S.TP., M.Agr., Ph.D. (Teknik Pertanian, Unsoed)  
2. Ir. Agus Margiwiyatno, M.S., Ph.D. (Teknik Pertanian, Unsoed)  
3. Purwoko Hari Kuncoro, S.TP., M.Agr., Ph.D. (Teknik Pertanian, Unsoed)  
4. Poppy Arsil, S.TP., M.T., Ph.D. (Teknik Pertanian, Unsoed)  
5. Susanto Budi Sulistyono, S.TP., M.Si., Ph.D. (Teknik Pertanian, Unsoed)  
6. Dr. Ir. Musthofa Lutfi, MP. (Teknik Pertanian, Universitas Brawijaya)  
7. Dr. Supriyanto, S.TP., M.Kom (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor)

#### ***Redaksi Pelaksana***

Ketua : Ropiudin, S.TP., M.Si.

Anggota : 1. Riana Listanti, S.TP., M.Sc.  
2. Dian Novitasari, S.TP., M.Si.  
3. Hety Handayani Hidayat, S.TP., M.Si.  
4. Furqon, S.TP., M.Si.

#### ***Editor***

Ir, Masrukhi, M.P.

Dr. Ardiansyah, S.TP., M.Si.

Abdul Mukhlis Ritonga, S.TP., M.Sc.

Rifah Edianti, S.TP., M.P.

#### ***Mitra Bestari***

(1) Dr. Ir. Siswanto, M.P. (Teknik Pertanian Unsoed)  
(2) Dr. Ardiansyah, S.TP., M.Si. (Teknik Pertanian Unsoed)  
(3) Dr. Asna Mustofa, S.TP., M.P. (Teknik Pertanian Unsoed)  
(4) Afik Hardanto, S.TP., M.Sc., Ph.D. (Teknik Pertanian Unsoed)  
(5) Dr. Eni Sumarni, S.TP., M.Si. (Teknik Pertanian Unsoed)

#### **Alamat Redaksi dan Distribusi**

Redaksi JABER: *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

Jl. Dr. Soeparno, Karangwangkal, Purwokerto, Jawa Tengah, 53122

Telp/Faks. (0281) 638791 | Laman: <http://jos.unsoed.ac.id/index.php/jaber/index>

Surel: [jaber@unsoed.ac.id](mailto:jaber@unsoed.ac.id)

# RANCANG BANGUN MESIN PENYIANGAN GULMA AUTOSET (*AUTOMATIC WEEDS CONTROLLER*)

## *AUTOSET (Automatic Weeds Controller) Weed Weeding Machine Design*

Isna Aulia Syahdiar<sup>1\*</sup>, Toibah<sup>1</sup>, Fadillah Al Farizki<sup>1</sup>, Sarwendah Nurhikmah<sup>1</sup>, Susanto Budi Sulisty<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Jenderal Soedirman, Jl. HR. Boenyamin Purwokerto, Banyumas, Indonesia

\*Email: [isna.syahdiar@mhs.unsoed.ac.id](mailto:isna.syahdiar@mhs.unsoed.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.20884/1.jaber.2021.2.2.4777>

Naskah ini diterima pada 02 September 2021; revisi pada 08 September 2021; disetujui untuk dipublikasikan pada 07 November 2021

### ABSTRAK

Penyiangan gulma saat ini masih dilakukan dengan cara konvensional, yaitu dengan mencabut gulma secara manual. Namun, kegiatan ini kurang efektif karena cakupan lahan pertanian yang luas maka membutuhkan waktu yang lama, tenaga kerja yang banyak, dan beresiko terhadap kesehatan. Serta hasil menyiang gulma pun tidak terlalu bersih karena mencabut tidak sampai akar. Apalagi jika sedang musim hujan perkembangan gulma semakin cepat, sehingga risiko penurunan produktivitas tanaman lebih besar. Diperlukan adanya solusi penerapan teknologi yang tepat guna dan dapat membantu proses penyiangan gulma secara efektif dan efisien. Oleh karena itu, pelaksana program memiliki gagasan untuk membuat AUTOSET, yakni alat pengendalian gulma yang mampu dioperasikan pada lahan kering serta otomatis memasukan rontokan gulma yang telah tercabut oleh mata pisau modifikasi kedalam tas penampung gulma yang tersedia. Tujuan adanya alat ini adalah untuk menciptakan teknologi pengontrol gulma otomatis berbasis panel surya yang bisa menghemat pekerjaan dan ramah lingkungan. Teknologi ini dibuat dengan memanfaatkan sel surya dengan sebuah panel surya berkapasitas 50Wp yang akan menyalurkan dayanya menuju dua buah aki 20Ah sebagai sumber penyimpanan tenaga.

**Kata kunci:** Gulma, penyiangan, panel surya, efektivitas dan alat pertanian

### ABSTRACT

*Weeding is commonly conducted in a conventional method by being pulled manually. However, due to the extensive coverage of agricultural land, this activity is ineffective, time consuming, requires a lot of effort, and poses a health risk. Weeding weeds produces undesirable results since the roots are not pulled out completely. Weed growth is faster during the wet season, therefore the chance of plant productivity being reduced is larger. It is vital to have a solution for the use of appropriate technologies to aid in the effective and efficient weeding of weeds. As a result, a weed management instrument namely AUTOSET was developed that can be used for weed control on dry land and automatically inserts weeds uprooted by a modified blade into a nearby weed collection bag. The objective of this research was to develop a solar-powered autonomous weed management system that saves time and is ecologically benign. This invention was created using solar cells and a 50Wp solar panel, which will channel its power to two 20Ah batteries as a form of energy storage.*

**Keywords:** Weeds, weeding, solar panel, effectiveness and agricultural engineering

## PENDAHULUAN

Gulma merupakan salah satu organisme pengganggu tanaman yang mampu beradaptasi, tumbuh, dan berkembang pada semua agroekosistem. Adanya gulma pada lahan pertanian dapat mengakibatkan terjadinya persaingan dengan tanaman budidaya dalam proses penyerapan unsur-unsur hara, penangkapan cahaya, dan penyerapan air pun dapat menjadi tempat persembunyian hama sehingga dapat menurunkan produksi tanaman (Rosmanah et al., 2017). Usaha yang dilakukan petani untuk mencegah hal tersebut diantaranya menggunakan sarana-sarana yang mendukung peningkatan hasil dibidang pertanian seperti alat-alat pertanian, pupuk, bahan-bahan kimia yang termasuk di dalamnya adalah pestisida (Suhidar et al., 2014). Pengembangan lahan pertanian sebagai alternatif yang tepat adalah dengan cara intensifikasi pertanian. Dalam usaha meningkatkan produksi tanaman perlu dicari metode yang tepat dilaksanakan oleh petani. Salah satu metode yang cocok adalah dengan membasmi dan menyiangi hama yang sering dihadapi yaitu permasalahan gulma pada lahan pertanian (Adri et al., 2018).

Untuk saat ini memang sudah ada teknologi yang dapat membantu proses penyiangan gulma tanpa perlu mencabutnya secara manual. Teknologi tersebut telah banyak diketahui yaitu mesin brush cutter, alat yang dioperasikan dengan mesin gendong ini mampu menyiangi gulma dengan mudah akan tetapi mesin ini hanya dapat memotong bagian atas gulma saja tidak mencapai akar dan suara bising yang dikeluarkan mesin ini dapat mengganggu lingkungan kerja. Sementara itu, terdapat pengembangan teknologi lain yang dikembangkan oleh mahasiswa Universitas Negeri Padang yang dioperasikan dengan penggunaan mesin 55 cc sebagai penggerak dan transmisi blade sebagai pembasmi gulma padi. Akan tetapi, teknologi ini dirasa cukup sulit untuk diterapkan karena perawatan dan perbaikan alat yang perlu perlakuan khusus serta perlu memasukan kotoran gulma hasil siangan tadi ke plastik secara manual.

Berdasarkan permasalahan diatas, diperlukan adanya solusi penerapan teknologi yang tepat guna dan dapat membantu proses penyiangan gulma secara efektif dan efisien. Oleh karena itu, pelaksana program memiliki gagasan untuk membuat AUTOSET, yakni alat pengendalian gulma yang mampu dioperasikan pada lahan kering dan lahan lembab serta otomatis memasukan rontokan gulma yang telah tercabut oleh mata pisau modifikasi kedalam tas penampung gulma yang tersedia.

AUTOSET merupakan kependekan dari *Automatic Weeds Controller*, alat pengontrol gulma otomatis. Alat ini dibuat dengan menggunakan mata pisau modifikasi, *dynamo* (*Brushless* DC) BLDC, rantai penyapu gulma, dan tas penampung, serta panel surya. Cara kerjanya adalah mata pisau yang telah terpasang akan bekerja menyiangi gulma dengan menekan tombol on pada gagang alat. Alat ini bekerja dengan bantuan sinar matahari yang ditampung oleh panel surya, tujuannya agar ramah lingkungan. Penggunaan *dynamo* BLDC diharapkan agar ketika alat dinyalakan tidak mengeluarkan suara yang terlalu bising. Penarikan gulma oleh rantai penyapu akan langsung dibawa ke tas penampung secara otomatis. Dengan demikian, penyiangan gulma tidak perlu lagi dilakukan secara konvensional, atau alat dengan mesin bising dan alat ini mampu menghemat pekerjaan karena limbah gulma otomatis terbungkus tas penampung.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pembuatan *prototype* AUTOSET meliputi gerinda, las listrik, mesin bor tangan, mesin bor duduk, mesin bubut, palu, tang, kunci pas, kunci roda, kunci T, dan kunci L. Bahan yang digunakan dalam konstruksi *prototype* AUTOSET adalah pipa logam galvanis, pelat galvanis, as logam, roda, panel surya, penyangga jendela, SCC, dynamo BLDC

500w, dinamo *power window*, senar 2,5 mm, mur, baut, *bearing* SKE, *bearing* UCP, Aki, rantai, *gear*, *throttle*, *relay*, saklar dan kabel.

### **Pembuatan *Prototype***

#### ***Penyusunan konsep***

Penyusunan konsep dilakukan dengan membuat sketsa rancangan awal desain alat AUTOSET berdasarkan data-data yang diperoleh dari sumber referensi yaitu *channel* youtube Pokoh Jaya Teknik tentang modifikasi alat penyiangan gulma dimana mata pisau yang digunakan yaitu mur baut dan sumber lainnya seperti jurnal ilmiah, *e-book*, maupun informasi yang terdapat pada internet. Data-data tersebut dikumpulkan dan dibuat rancangan sketsa AUTOSET yang nantinya menjadi acuan dalam pembuatan desain 3D.

#### ***Pembuatan desain 3D***



Gambar 1. Desain *prototype* alat.

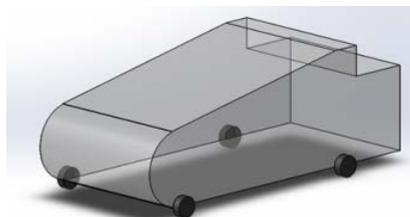
Pembuatan desain 3D berdasarkan rancangan konsep yang sudah dibuat dan ditentukan sebelumnya. Pembuatan desain 3D dilakukan menggunakan *software* 3D *Solidworks*, setelah pembuatan desain 3D selesai selanjutnya desain 3D diserahkan kepada teknisi.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Perakitan *Prototype***

#### ***Rangka***

Rangka alat dirancang dengan total panjang 110 cm, lebar 55 cm, tinggi 40 cm dan dibuat menggunakan pipa logam galvanis diameter 2,5 cm panjang 8 m. Pemilihan pipa galvanis dikarenakan ringan, tahan karat dan mudah dicari di toko offline. Rangka dibuat agar dapat menopang seluruh komponen alat.

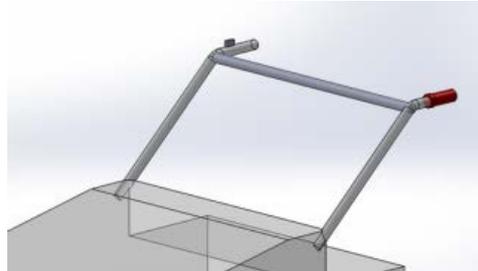


Gambar 2. Desain kerangka alat.

#### ***Handle***

*Handle* dibuat untuk mengendalikan alat dengan dua fungsi yaitu membelokkan alat dan mendorong alat. *Handle* dilengkapi dengan handgrip *throttle* yang berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran rotor dan relay yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan alat.

*Handle* dibuat dengan pipa logam galvanis diameter 2,2 cm dan total panjang 90 cm. *Handle* untuk membelokkan mobilitas memiliki panjang 15 cm pada setiap sisi dan *handle* untuk mendorong memiliki panjang 55 cm. *Handle* akan dipasang pada rangka alat dan memiliki ketinggian 1 m dari permukaan tanah. Ketinggian diatur sesuai dengan kenyamanan pegangan orang dewasa.



Gambar 3. Desain *handle*.

### ***Mata pisau***

Mata pisau dirancang agar dapat memotong gulma serta mencabut akar gulma dari tanah. Terdapat dua jenis mata pisau yang digunakan yaitu mata pisau segitiga dan mata pisau L yang memiliki fungsi masing masing. Pisau segitiga berfungsi untuk menembus permukaan tanah dan mencabut akar gulma, sedangkan pisau L berfungsi untuk memotong dan menarik gulma.

Mata pisau dibuat dari mur baut yang berbahan baja dengan panjang 10 cm. Pemilihan bahan baja dikarenakan lebih awet serta tidak mudah tumpul jika dibuat mata pisau. Pembuatan mata pisau dilakukan di pandai besi Bapak Muklis di desa Pasir Wetan, Purwokerto. Total mata pisau yang digunakan yaitu 12 yang terdiri dari 6 mata pisau segitiga dan 6 mata pisau L.



Gambar 4. Desain mata pisau

### ***Rotor***

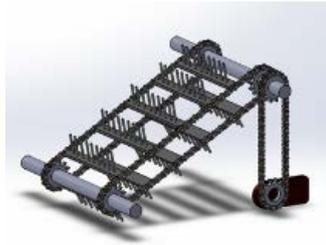
Rotor dibuat untuk penyiangan gulma. Rotor terdiri dari tiga bagian yaitu, pelat piringan rotor yang terbuat dari besi dengan ketebalan 1 cm dan diameter 20 cm yang berfungsi untuk peletakan mata pisau. Kedua *shaft* rotor yang berfungsi untuk menyambungkan piringan dan *pulley*, *shaft* rotor terdiri dari as logam serta *bearing*. Bagian rotor yang ketiga yaitu *pulley* dan *belt* yang berfungsi untuk menyambungkan daya dari dinamo ke *shaft*, *pulley* yang digunakan yaitu *pulley* alumunium A1-20 dan *v-belt* A1-30.



Gambar 5. Desain rotor.

### **Unit penyapu**

Unit penyapu dirancang sebagai pengganti vacuum yang berfungsi untuk mengangkat gulma yang telah dipotong ke tempat pembuangan. Unit penyapu terdiri dari beberapa bagian seperti senar 2,5 mm yang kuat dan fleksibel dengan panjang 7 cm dan diameter 2,5 mm yang berfungsi untuk mencapit gulma. Pelat logam berukuran 27 cm dengan ketebalan 0,5 mm yang berfungsi sebagai tempat dipasangnya senar. Rantai sepanjang 60 cm untuk dihubungkan dengan plat sapu. *Bearing* UCP dan *gear* sebagai alat untuk memudahkan pergerakan rantai. Unit penyapu ini digerakan dengan menggunakan dinamo *power window*.



Gambar 6. Desain unit penyapu.

### **Kelebihan Alat**

Kelebihan pada alat penyiang AUTOSET ini terdapat pada penggunaan panel surya, dan modifikasi mata pisau yang mampu menyiangi gulma hingga akar serta adanya tas penampung gulma otomatis yang dapat dipakai berkali-kali. Pada alat tersebut terdapat suatu tenaga yang berasal dari panel surya sehingga petani tidak perlu menggunakan bahan bakar minyak. Mekanisme seperti ini dinilai akan lebih memudahkan petani dalam mengoperasikan alat dan meningkatkan efektivitas produksi pertanian. Mekanisme penyiangan gulma pada alat AUTOSET dilakukan menggunakan mata pisau modifikasi.

Gambar 7. Prototipe pengendalian gulma.

Modifikasi mata pisau dibuat menjadi piringan atau mata penyiang yang terdapat paku-paku berupa mur dan baut yang dimodifikasi. Pada saat operasional mata penyiang alat penyiang gulma akan berputar, paku-paku penyiang yang terdapat pada piring penyiang akan memotong, mencongkel, memutar, dan menghancurkan gulma beserta tanah yang ada dibawahnya (Sholikairin, 2020). Sehingga gulma akan tercabut sampai akar, dan gulma yang hancur akan otomatis tertarik oleh rantai penyapu. Rantai yang telah terpasang pada badan alat akan bekerja otomatis sebagai sapu untuk membersihkan gulma-gulma yang terpotong hingga tidak ada gulma yang tertinggal pada lahan pertanian. Alat ini menggunakan tenaga surya dan dinamo *power window* sebagai penggerak rantai.

Teknologi ini dibuat dengan memanfaatkan sel surya dengan sebuah panel surya berkapasitas 50Wp yang akan menyalurkan dayanya menuju dua buah aki 20Ah sebagai sumber

penyimpan tenaga. Panel surya mampu menghasilkan 220 WH. Energi cahaya matahari akan dikonversi oleh panel surya, energi listrik yang dihasilkan akan dialirkan ke aki dibantu *solar charger controller* dan energi listrik tersebut digunakan untuk mensuplai dinamo BLDC, sehingga mata pisau yang telah terhubung dengan motor akan berputar dengan putaran 2.800 Rpm. Teknologi ini menggunakan sistem *on off* pada pegangan, sehingga ketika teknologi dinyalakan maka mata pisau dan rantai penyapu gulma akan bekerja sekaligus.

## KESIMPULAN

Alat pemotong gulma otomatis (AUTOSET) didesain sederhana mungkin untuk pengguna dengan acuan tinggi rata-rata laki-laki di Indonesia. Memiliki ketinggian *handle* 1 meter dari permukaan tanah. Modifikasi mata pisau dirancang agar pemotongan gulma lebih efektif dan dapat memotong sampai keakar. Teknologi ini dibuat dengan memanfaatkan sel surya dengan sebuah panel surya berkapasitas 50Wp yang akan menyalurkan dayanya menuju dua buah aki 20Ah sebagai sumber penyimpanan tenaga. Energi cahaya matahari akan dikonversi oleh panel surya, energi listrik yang dihasilkan akan dialirkan ke aki dibantu *solar charger controller* dan energi listrik tersebut digunakan untuk mensuplai dinamo BLDC, sehingga mata pisau yang telah terhubung dengan motor akan berputar dengan putaran 2.800 Rpm. Teknologi ini menggunakan sistem *on off* pada pegangan, sehingga ketika teknologi dinyalakan maka mata pisau dan rantai penyapu gulma akan bekerja sekaligus.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Susanto Budi Sulistyono yang telah membimbing dan menemani serta kepada Kemenristekdikti yang telah membiayai dalam pelaksanaan kegiatan ini melalui Program Kreativitas Mahasiswa Karsa Cipta (PKM-KC) tahun 2021.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, I. J., Sebayang, H. T. and Widaryanto, E. (2013). Pengaruh Jarak Tanam Dan Teknik Pengendalian Gulma Pada Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(2), 8–16.
- Adri, J. *et al.* (2018). *Application of appropriate technology for rice weed weeds in the river duo village*. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 42–49.
- Ardilla, R. (2019). Skripsi Uji Kinerja Modifikasi Mesin Rumput Brush Cutter Menjadi Mesin Portable Mini Cultivator Pada Berbagai Macam Gulma *The Performance Of Brush Cutter Machine Modified To Mini Weed Cultivator*. Universitas Sriwijaya.
- Asyari, H., Budiman, A., & Saputro, A. (2015). Pemanfaatan Motor Stater dan Sel Surya untuk Mesin Pemotong Rumput. *Template Format Penulisan Prosiding SNTT FGDT*, Fakultas Teknik, UM Makassar, 1-4.
- Busyairi, M., Tosungku, L. O. A. S., & Oktaviani, A. (2014). Pengaruh Keselamatan Kerja dan Kesehatan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 13(2), 112–124.
- Rosmanah, S. *et al.* (2017). Identifikasi dan Dominansi Gulma pada Lahan Kering Dataran Tinggi di Kabupaten Kepahiang Provinsi Bengkulu. *Prosiding Seminar Nasional Agriinovasi Spesifik Lokasi Untuk Ketahanan Pangan Pada Era Masyarakat Ekonomi ASEAN*, 35–41.

- Sholikairin, Ismi. (2020). Perancangan Mata Potong dan Jarak Ukur Gasrok Terhadap Kinerja Alat Penyiang Gulma pada Tanaman Padi. Universitas Teknologi Sumbawa. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.04.011%0A>
- Suhyar, A. B., Pamulang, L. A., & Prayogo, A. (2014). OZCEL (Oz care and clean) Pengembangan Alat Pembasmi Hama Menggunakan Ozonisasi sebagai Upaya Pengganti Pestisida pada Pertanian. *Jurnal Pelita*, 9, 25–35.
- Widodo, Rohadi. (2010). Analisis Pengaruh Keamanan Kerja dan Komitmen Organisasional Terhadap Turnover Intention serta Dampaknya pada Kinerja Karyawan Outsourcing. *Masters thesis*, Universitas Diponegoro Semarang, 67–77. Available at: <http://eprints.undip.ac.id/23812/>.

## **REVIEW: APLIKASI PENGGUNAAN SENSOR BERBASIS ION DALAM MENINGKATKAN AKURASI PEMBERIAN NUTRISI PADA SISTEM TANAM HIDROPONIK**

Jonni Firdaus<sup>1,\*</sup>, Furqon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>BPTP Sulawesi Tengah, Badan Litbang Pertanian

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jendral Soedirman

\*Korespondensi, Email: [jonni\\_firdaus@yahoo.com](mailto:jonni_firdaus@yahoo.com)

DOI: <https://doi.org/10.20884/1.jaber.2021.2.2.5006>

Naskah ini diterima pada 12 September 2021; revisi pada 24 September 2021; disetujui untuk dipublikasikan pada 10 November 2021

### **ABSTRAK**

Pemenuhan kebutuhan pangan di dalam perkotaan dapat dilakukan melalui pemanfaatan lahan dan air yang lebih efisien dengan sistem tanam hidroponik. Penggunaan aliran nutrisi tertutup merupakan suatu cara untuk mengurangi biaya dan meminimalkan dampak lingkungan dari sistem hidroponik. Dalam sistem tertutup, sangat penting untuk menentukan konsentrasi nutrisi dalam larutan sisa untuk mengisi kembali larutan nutrisi dengan komposisi hara optimal. Saat ini pengukuran ketersediaan hara di dalam larutan nutrisi berdasarkan konduktifitas listrik (EC) yang memiliki kelemahan karena EC meter hanya dapat menggambarkan konduktifitas listrik dari total ion dan tidak mengukur konsentrasi masing-masing ion secara individu sehingga tidak dapat memantau kebutuhan tanaman secara real-time terhadap masing-masing ion di dalam larutan nutrisi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka saat ini telah mulai dikembangkan teknologi *ion selective electrodes* (ISE) yaitu suatu sensor berupa elektroda yang dapat mengukur konsentrasi masing-masing ion di dalam larutan nutrisi hidroponik. Penerapan sensor ISE memberikan nilai akurasi yang tinggi terhadap pengukuran konsentrasi ion di dalam larutan nutrisi, sehingga bila dipadukan dengan mekanisme sistem kontrol yang dapat mengontrol penambahan jumlah ion kedalam larutan nutrisi pada sistem hidroponik secara tertutup sesuai kebutuhan tanaman, maka kesetimbangan jumlah ion pada larutan nutrisi akan tetap terjaga pada level kebutuhan tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik dan menghasilkan produktivitas optimum. Efisiensi penggunaan unsur hara juga meningkat dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan karena sisa drainase nutrisi dapat digunakan kembali.

Kata kunci: Hidroponik, larutan nutrisi, *ion selective electrodes* (ISE), sistem kontrol

### **PENDAHULUAN**

Tren perkembangan penduduk di perkotaan di dunia menjadi lebih besar dibanding di perdesaan. Hal ini terjadi karena adanya urbanisasi dari perdesaan ke perkotaan akibat daya tarik kota dalam pemenuhan kesejahteraan dan gaya hidup manusia. Menurut FAO, sejak 2009, penduduk perkotaan lebih banyak dari penduduk perdesaan, dan diperkirakan pada tahun 2050 populasi kota akan mencapai 70% dari populasi dunia yang diperkirakan 9 miliar (Ruiz *et al*, 2014). Berdasarkan data tersebut perlu dicari alternatif baru berkaitan dengan pemenuhan kebutuhan pangan dan penghematan ketersediaan air di perkotaan. Untuk penghematan biaya transportasi dan energi, kebutuhan pangan dapat diusahakan bersumber dari dalam itu sendiri dengan sistem pertanian perkotaan melalui pemanfaatan lahan dan air yang lebih efisien. Salah satu sistem pertanian perkotaan adalah hidroponik.

Hidroponik adalah cara menanam tanaman tanpa menggunakan media tanah, menggunakan aliran air yang mengandung nutrisi mineral. Sistem hidroponik dapat dilakukan di luar ruangan atau di dalam ruangan dalam formasi vertikal, horizontal, dan dapat juga di letakkan pada dinding. Sistem ini dapat menghemat air, energi, ruang, dan biaya. Penghematan air bias mencapai 5-10 kali karena menggunakan sistem aliran nutrisi tertutup, dan dapat menghasilkan pangan hingga 10 kali lebih banyak daripada metode konvensional (Winterborne, 2005 dalam Ruiz *et al* 2014). Nutrisi/hara pada sistem hidroponik diberikan dalam bentuk larutan sehingga lebih efisien. Metode ini memiliki banyak keuntungan, termasuk pengurangan masalah hama, pemberian nutrisi ke akar sesuai dengan kebutuhan tanaman secara konstan sehingga produktivitas tanaman menjadi lebih tinggi (Jung, 2014). Sistem hidroponik tidak menggunakan tanah sehingga dapat menurunkan serangan organisme pengganggu tanaman, akibatnya penggunaan pestisida berkurang.

Unsur hara dalam larutan nutrisi terdiri dari makronutrien berupa nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Nutrisi ini diserap tanaman dalam berbagai bentuk ion, seperti nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), fosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  atau  $\text{HPO}_4^{2-}$ ), kalium ( $\text{K}^+$ ), kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), dan sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) yang diserap melalui akar secara difusi. Selain makronutrient ada juga mikronutrient ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  dan  $\text{Mo}^{3+}$ ) (Havlin *et al.*, 1999 dalam Kim *et al* 2013; Ruiz *et al* 2014).

Penggunaan aliran nutrisi tertutup dengan cara resirkulasi dan penggunaan kembali larutan nutrisi merupakan suatu cara untuk mengurangi biaya dan meminimalkan dampak lingkungan, seperti polusi tanah dan air yang disebabkan oleh larutan nutrisi yang digunakan (Jung *et al.*, 2015; Ruiz *et al.*, 2014). Dalam sistem hidroponik tertutup, penentuan konsentrasi nutrisi dalam larutan sisa sangat penting, agar dapat diketahui jumlah nutrisi yang harus ditambahkan kembali ke dalam larutan nutrisi sehingga komposisi hara larutan optimal sesuai dengan kebutuhan tanaman. Komposisi nutrisi yang tidak seimbang sesuai dengan kebutuhan tanaman dapat menghambat pertumbuhan dan produksi tanaman (Gutierrez *et al*, 2007 dalam Kim *et al*, 2013). Pengukuran konsentrasi nutrisi dalam larutan hidroponik secara akurat akan meningkatkan efisiensi penggunaan hara untuk pertumbuhan tanaman karena penambahan kembali unsur hara ke dalam larutan dapat dilakukan dengan komposisi optimal sesuai dengan kebutuhan tanaman (Savvas, 2002 dalam Kim *et al*, 2017).

Pengontrolan larutan nutrisi hidroponik dengan tepat sangat penting agar tanaman dapat tumbuh dengan sehat dan menghasilkan produksi yang tinggi. Pengontrolan nutrisi juga mengurangi biaya yang terkait dengan pemupukan. Nutrisi larutan dapat dipantau dan dikontrol menggunakan instrumen yang paling umum digunakan yaitu elektrik conductivity (EC) meter, dan yang diukur berupa nilai konduktifitas listrik dari total ion. Dengan informasi ini, dapat ditentukan secara kasar tingkat kebutuhan nutrisi pupuk, tetapi tidak diketahui dengan tepat ketersediaan masing-masing ion makronutrien dan mikronutrien (Ruiz *et al*, 2014). Konsentrasi larutan dijaga melalui injeksi otomatis larutan nutrisi ke dalam reservoir larutan nutrisi hidroponik secara proporsional berdasarkan penurunan nilai EC larutan akibat serapan hara oleh tanaman (Jung *et al*, 2019).

Penggunaan EC meter dalam pengukuran ketersediaan hara dalam larutan nutrisi memiliki kelemahan karena EC meter hanya menggambarkan konduktifitas listrik dari total ion dan tidak dapat mengukur konsentarsi per masing-masing ion secara individu sehingga tidak dapat memantau secara real-time kebutuhan tanaman terhadap masing-

masing ion di dalam larutan nutrisi (Cloutier *et al.*, 1997 dalam Kim *et al* 2013). Walaupun nilai EC telah memenuhi kebutuhan standar tanaman namun keseimbangan ion-ion di dalam larutan nutrisi belum tentu sesuai dengan kebutuhan tanaman. Akibatnya terjadi kekurangan terhadap ion tertentu, sementara disisi lain terjadi kelebihan ion yang menjadi polusi pada larutan air (Jung *et al*, 2015). Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka saat ini telah mulai dikembangkan teknologi *ion selective electrodes* (ISE) yaitu suatu sensor berupa elektroda yang dapat mengukur konsentrasi masing-masing ion di dalam larutan nutrisi hidroponik.

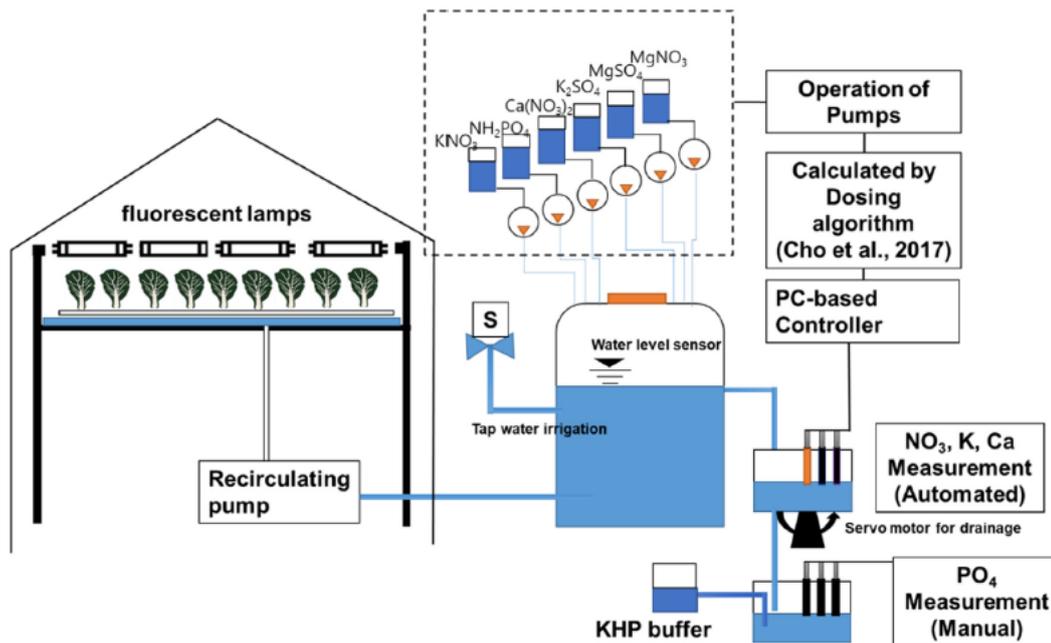
### **Teknologi Sensor *Ion Selective Electrodes* (ISE)**

Teknologi *ion selective electrodes* (ISE) yaitu suatu sensor berupa elektroda yang dapat mengukur konsentrasi masing-masing ion di dalam larutan nutrisi hidroponik. Komponen utama pada sensor ISE adalah membran yang dapat merespon secara selektif terhadap suatu zat dengan adanya ion dalam suatu larutan. Dari beberapa penelitian ada beberapa ion penting dalam larutan hidroponik yang telah dapat diukur secara individual menggunakan ISE diantaranya adalah nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), kalium ( $\text{K}^+$ ), Kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ).

Keunggulan penggunaan ISE adalah mudah dalam penggunaannya, pengukuran bersifat langsung dan real time, memiliki sensitivitas dalam rentang konsentrasi yang luas, biaya operasional yang rendah serta bersifat portable.

Ada beberapa kelemahan dari penerapan ISE yaitu terdapat interverensi kimia dari ion-ion lain di dalam larutan karena sebenarnya ISE tidak benar-benar mengukur secara spesifik ion tertentu namun ISE juga merespon sedikit banyak interferensi ion lain. Namun masalah interferensi ini dapat diminimalisasi dengan penerapan data prosesing seperti penerapan model kalibrasi multivariate yang dapat mendeterminasi konsentrasi ion secara individu di dalam suatu larutan. (Foster *et al* 1991 dalam Kim *et al*, 2013). Kelemahan lain adalah adanya gangguan kotoran dan biofilm yang disebabkan oleh material organik di dalam larutan, akumulasi dari kotoran dan biofilm dapat mengurangi akurasi pengukuran. Hal ini dapat diatasi dengan pencucian dan pengkalibrasian ISE secara berkala yang dilakukan dengan bantuan sistem kontrol untuk menjaga kebersihan ISE.

Aplikasi penggunaan ISE yang dikontrol oleh komputer ataupun mikrokontroler pada sistem tanam hidroponik dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa pemberian nutrisi untuk masing-masing ion ke dalam reservoir larutan melalui pengontrolan pompa atau katub seleniod oleh komputer/mikrokontroler yang dosis kebutuhan ionnya dihitung menggunakan formula/algoritma tertentu berdasarkan masukan informasi jumlah ion di dalam reservoir larutan dari sensor ISE. Setiap ion memiliki larutan standar masing-masing pada wadah yang berbeda. Jumlah wadah dan sensor ISE yang dibutuhkan berdasarkan seberapa banyak ion-ion yang akan dikontrol.

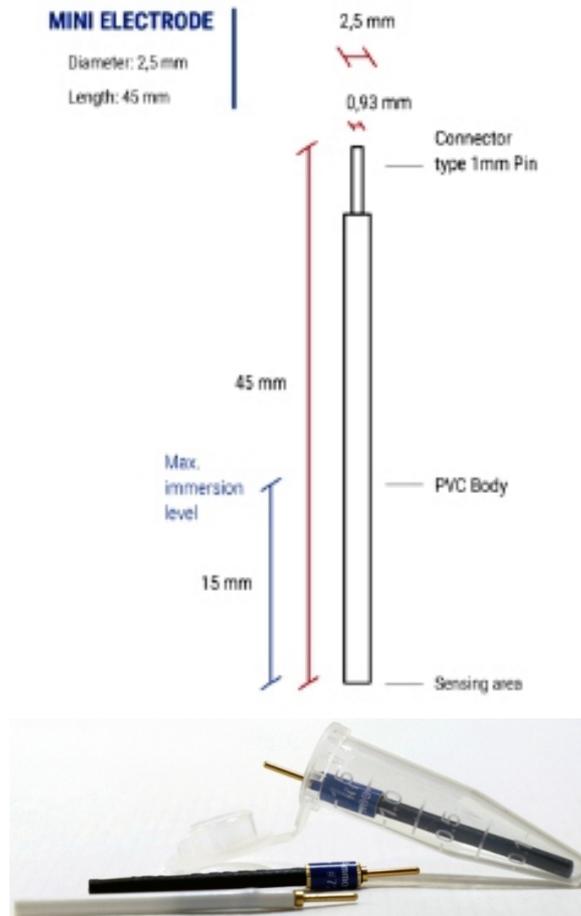


Gambar 1. Skema pengontrolan nutrisi berdasarkan kebutuhan ion pada sistem tanam hidroponik (Jung *et al.*, 2019)

### Jenis Dan Desain Sensor *Ion Selective Electrodes (ISE)*

Ada beberapa sensor ISE yang telah dijual secara komersil yang dapat mengukur ion secara tunggal seperti  $\text{NO}_3^-$  ISE (CNT ISE C62, NT Sensor),  $\text{K}^+$  ISE (CNT ISE C39, NT Sensor), Mg, Cu, namun terdapat juga sensor ISE yang dapat mendeteksi 4 ion sekaligus seperti  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Cl}^-$  (CNT ISE M41, NT Sensor) (Ruiz *et al.*, 2014). Salah satu contoh sensor ISE untuk ion nitrat dapat dilihat pada Gambar 2.

Untuk membuat sensor ISE dibutuhkan sebuah membran ion selektif berbasis PVC. Campuran kimia untuk masing-masing membran ISE dapat dilihat pada Tabel 1. Membran berbentuk disk berdiameter 2.5 mm dipasang diujung sebuah probe plastik dengan panjang 44 mm menggunakan larutan tetrahidrofur (THF). Setiap ISE diisi dengan larutan internal berupa 0.01M  $\text{NaNO}_3$  + 0.01  $\text{NaCl}$  untuk ISE  $\text{NO}_3^-$ , 0.01M  $\text{KCl}$  untuk ISE K, 0.01M  $\text{CaCl}_2$  untuk ISE Ca dan 0.01M  $\text{MgCl}_2$  untuk ISE Mg. Sementara itu untuk elektroda inner referensi digunakan elektroda Ag/AgCl dengan membalut kabel silver (99%) berdiameter 1 mm dengan tinta Ag/Ag Cl. Sebuah glass electrode ganda digunakan sebagai elektroda referensi (Kim *et al.*, 2013)



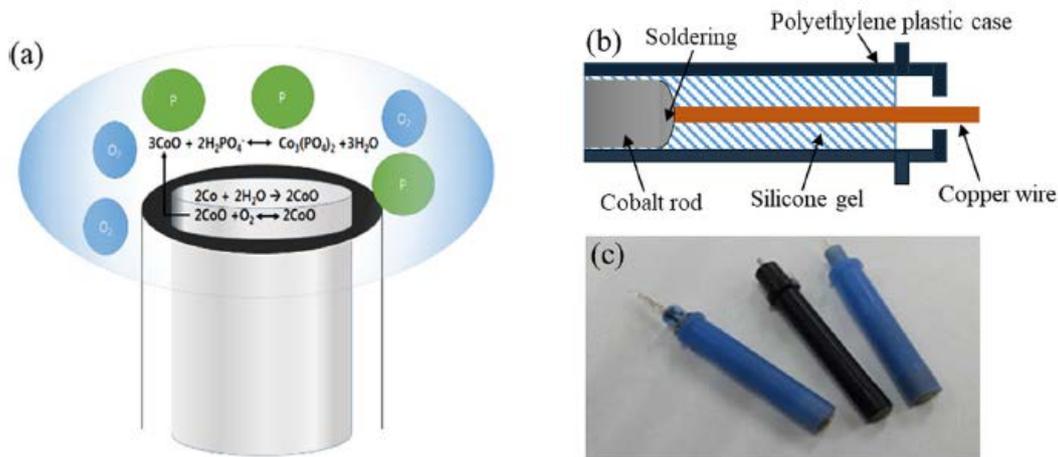
Gambar 2. Sensor ISE Nitrat komersial (CNT ISE M062, NT Sensor)

Tabel 1. Komposisi kimia dari membran ISE untuk ion NO<sub>3</sub>, K, Ca, dan Mg

Ion Target	Elemen Sensor		Palstizier		PVC (wt %)	
	Komponen	wt %	Komponen	wt %		
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	TDDA: Tetradodecylammonium nitrate	15	NPOE: 2-nitrophenyl octylether	40	45	
	K <sup>+</sup>	Valinomycin	2,0	DOS: bis(2-etyhexyl		64,7
Ca <sup>2+</sup>	KTpCIPB : Potassium tetrakis (4-chloropheny)borat	0,5			32,8	
	Ca <sup>2+</sup>	Calcium ionophore II	1,0	NPOE		65,6
Mg <sup>2+</sup>	KTpCIPB : Potassium tetrakis (4-chloropheny)borat	0,6			32,8	
	Mg <sup>2+</sup>	Magnesiun Ionophre I	1,4	NPOE		64,5
		KTpCIPB : Potassium tetrakis (4-chloropheny)borat	1,0			
		Magnesiun Ionophre III	1,0	Chloroparafin		65,5
	KTpCIPB : Potassium tetrakis (4-chloropheny)borat	0,6			32,9	

Sumber : Kiem *et al* (2013)

Ada beberapa sensor ISE yang belum tersedia secara komersial di pasaran diantaranya yaitu ISE pospat. Jung *et. al.* (2019) telah membangun sebuah sensor ISE untuk mengukur ion pospat di dalam larutan nutrisi dengan elektrode berbasis kobalt. Mekanisme mendeteksi pospat dan desain sensor ISE pospat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme respon untuk mendeksi PO<sub>4</sub> menggunakan elektroda kobalt (a), Komponen elektroda kobalt (b) ISE PO<sub>4</sub> berbasis kobalt (Jung *et al* 2019)

Prinsip kerja sensor ISE PO<sub>4</sub> dapat diterangkan sebagai berikut : sebuah elektroda kobalt bereaksi dengan air pada sebuah larutan dan pada permukaannya terjadi reaksi oksidasi sehingga terbentuk sebuah lapisan CoO. Mekanisme reaksi pertukaran ion menyebabkan ikatan yang mengandung hidrogen-hidrogen mencapai kesetimbangan kimia. Medan elektromagnetik elektroda kobalt yang dihasilkan dibandingkan terhadap elektroda referensi dan hasilnya disimpan pada data logger. Selanjutnya dilakukan kalibrasi menggunakan larutan PO<sub>4</sub> pada konsentrasi yang berbeda mulai dari larutan yang encer hingga larutan yang pekat.

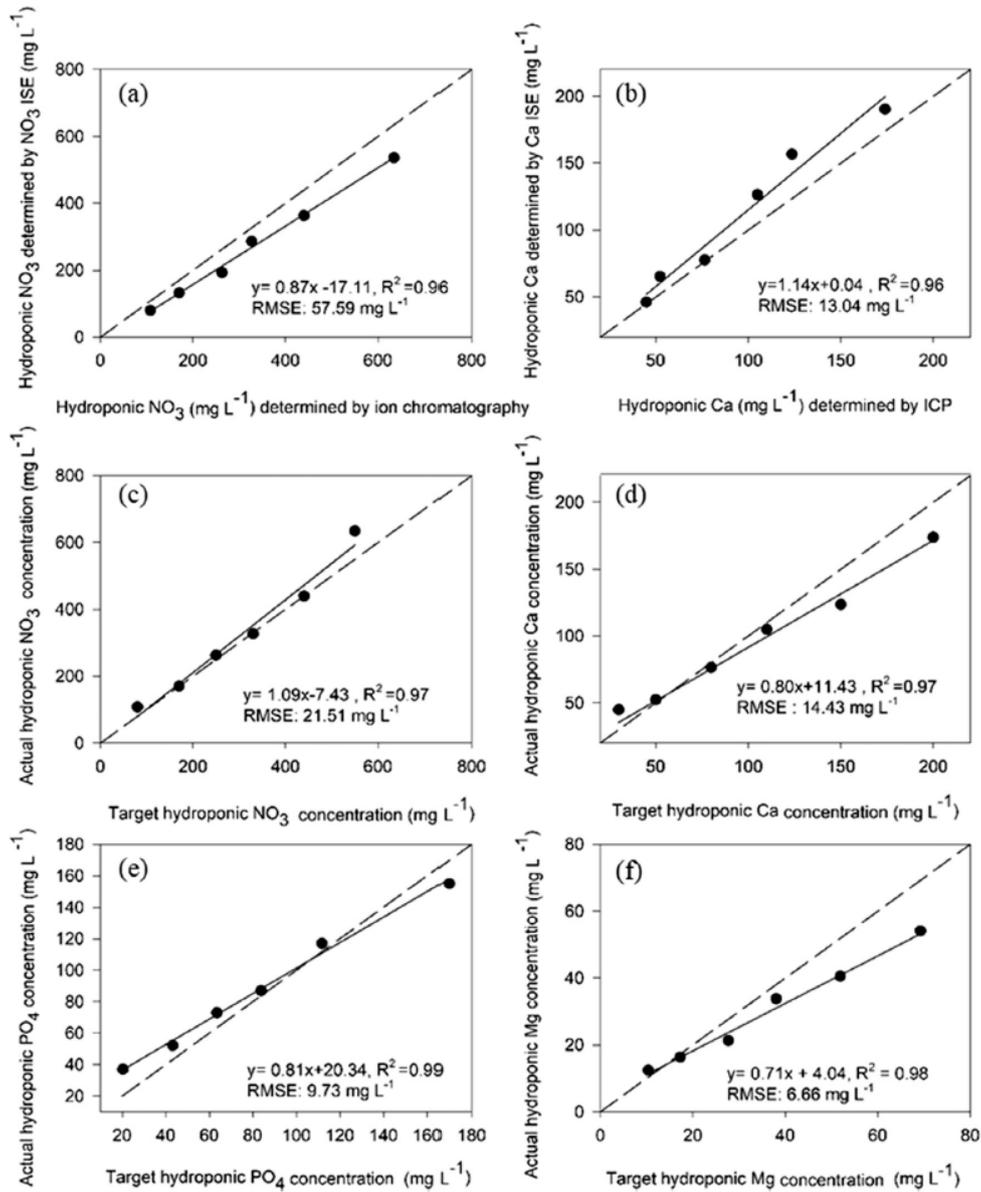
#### Tingkat Akurasi Sensor *Ion Selective Electrodes* (ISE)

Tingkat akurasi penggunaan sensor ISE memiliki hasil yang tinggi bila dibandingkan dengan pengukuran standar yang dilakukan di laboratorium. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Jung *et al* (2019) bahwa penggunaan ISE NO<sub>3</sub>, Ca, PO<sub>4</sub> dan Mg dalam mengontrol kebutuhan larutan nutrisi dalam budidaya hidroponik tanaman lettuce menunjukkan korelasi yang tinggi (R<sup>2</sup> 0,96) antara kadar ion yang diukur menggunakan ISE dengan pengukuran standar yang dilakukan di laboratorium Gambar 4a dan 4b.

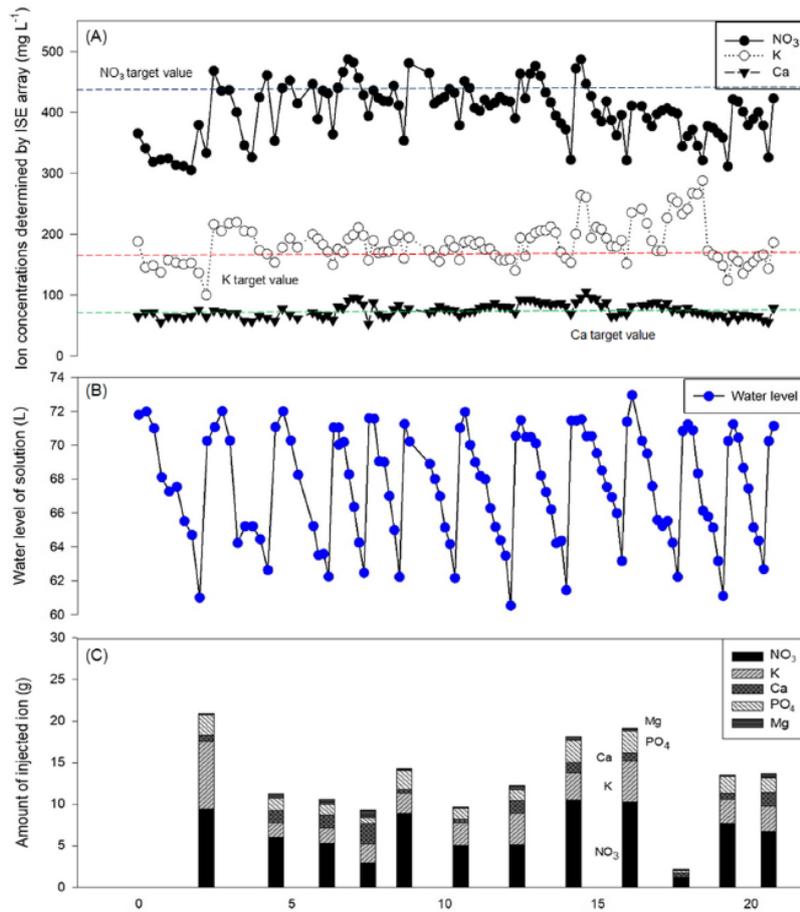
Sementara itu konsentrasi aktual pengontrolan menggunakan ISE jika dibandingkan dengan target pengontrolan yang diinginkan juga memiliki korelasi yang sangat tinggi (R<sup>2</sup> 0,97-0,99) Gambar 4 (c, d, e, f). Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengontrolan menggunakan ISE memiliki akurasi yang tinggi sehingga menghasilkan tingkat pengontrolan yang akurat terhadap ion-ion di dalam larutan nutrisi. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 5(a) dimana konsentrasi ion dalam larutan selalu berada pada nilai target yang telah disetting. Pada gambar 5(c) dapat dilihat bahwa jumlah ion yang di tambahkan sangat bervariasi tergantung dari jumlah pengurangan jumlah ion di

dalam larutan akibat diserap tanaman dengan nilai setting ion yang dibutuhkan oleh tanaman.

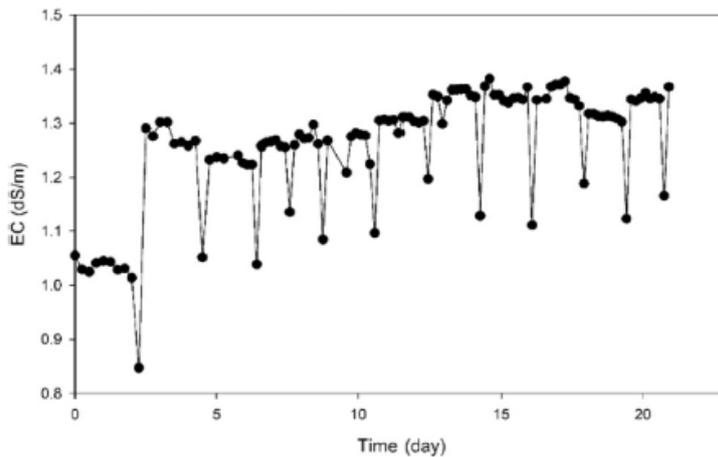
Sementara itu nilai konduktifitas listrik (EC) larutan nutrisi yang dikontrol menggunakan sensor ISE selama pertumbuhan tanaman lettuce menunjukkan nilai yang relatif konstan (Gambar 6). Hal ini menunjukkan bahwa pengontrolan nutrisi dalam bentuk ion menggunakan sensor ISE dapat memberikan ion sesuai dengan kebutuhan tanaman, sehingga dapat mengatasi ketidakseimbangan ion di dalam larutan nutrisi yang selama ini terjadi bila pengukuran dilakukan atas kontrol EC.



Gambar 4. Hubungan antara kadar ion yang diukur menggunakan ISE dengan pengukuran standar (a dan b), hubungan antara target konsentrasi dengan nilai aktual yang dikontrol oleh sistem kontrol nutrisi (c, d, e, f) (Jung *et al* 2019)



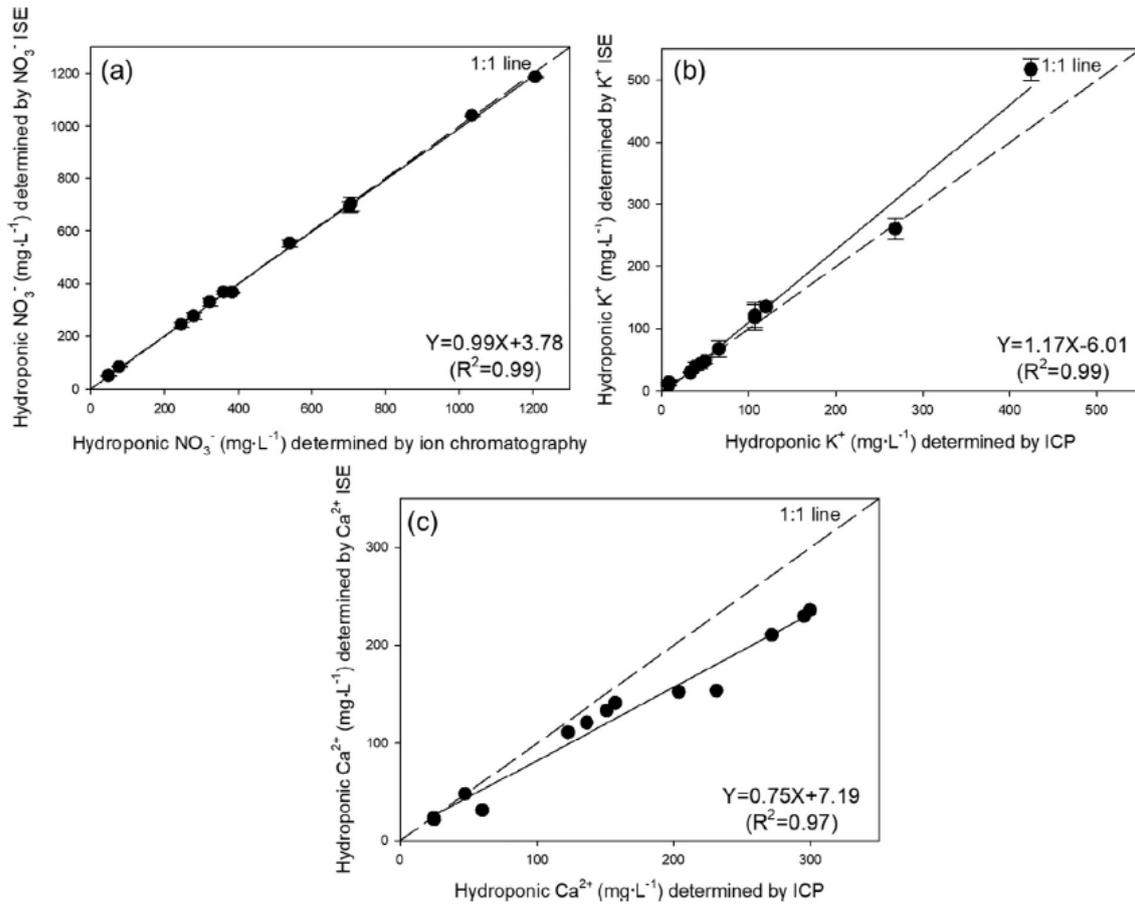
Gambar 5. Perubahan konsentrasi ion yang diukur menggunakan ISE (a), volume air (b), jumlah ion yang ditambahkan ke dalam larutan nutrisi (c) (Jung *et al* 2019)



Gambar 6. Perubahan nilai EC total yang diukur selama pertumbuhan tanaman (Jung *et al* 2019)

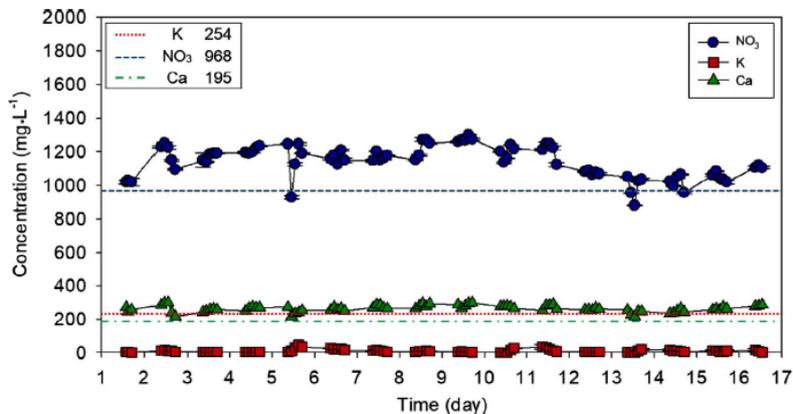
Penelitian lain yang dilakukan oleh Cho *et al* (2018) juga menyatakan bahwa tingkat akurasi dari pengukuran ion ( $\text{NO}_3^-$ ), ( $\text{K}^+$ ), dan ( $\text{Ca}^{2+}$ ) menggunakan ISE pada sistem kontrol hidoponik pada tanaman paprika memiliki akurasi yang cukup tinggi.

Dari Gambar 7 menunjukkan bahwa tingkat akurasi pengukuran konsentrasi ion menggunakan ISE menunjukkan nilai yang tinggi. Hal ini dapat dilihat dari nilai  $R^2$  berkisar antara 0,97-0,99.



Gambar 7. Hubungan antara konsentrasi ion yang diukur dengan ISE dengan metode standar pada sistem kontrol hidroponik tanaman paprika (Cho *et al* 2018)

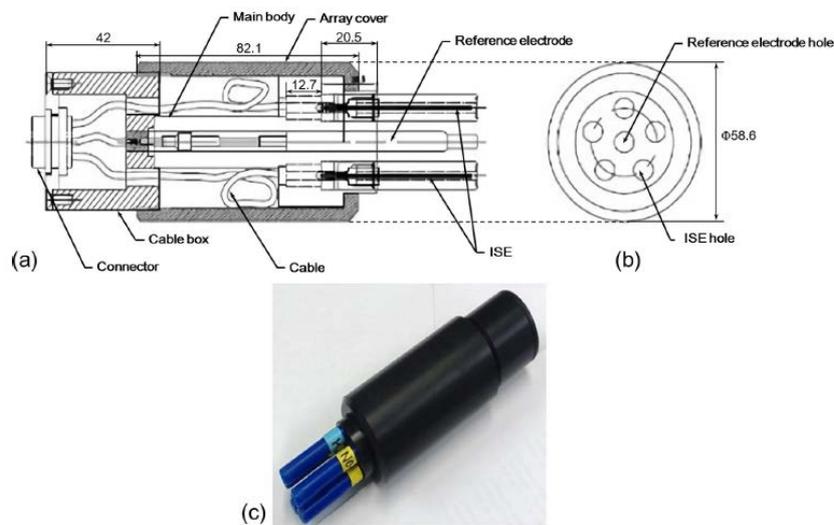
Dengan nilai akurasi pengukuran konsentrasi ion yang tinggi maka sistem pengontrolan konsentrasi ion dalam larutan nutrisi pada sistem hidroponik juga semakin baik. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 8, dimana nilai konsentrasi ion dalam larutan cenderung konstan dan berada pada nilai setting kebutuhan ion tanaman.



Gambar 8. Perubahan nilai konsentrasi ion di dalam larutan nutrisi hidroponik yang terkontrol pada tanaman paprika (Cho *et al* 2018)

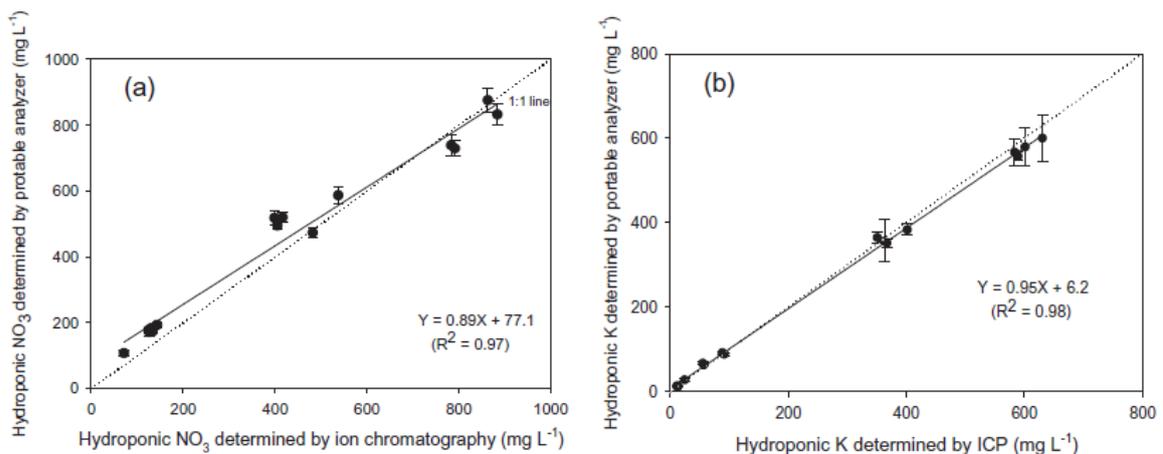
### Pengembangan Sensor Array *Ion Selective Electrodes* (ISE)

Penggunaan gabungan beberapa sensor ISE tunggal memiliki beberapa kelemahan diantaranya adalah biaya operasional yang tinggi karena setiap sensor ISE memiliki elektroda referensi sendiri-sendiri dan membutuhkan kalibrasi yang terpisah antar ISE. Untuk mengatasi hal ini Kim *et al* (2017) membuat sensor array ISE yaitu suatu probe yang terdiri dari susunan beberapa ISE yang berbiaya rendah dan terhubung dengan sebuah elektroda referensi dengan metode kalibrasi yang sederhana dan mudah digunakan, yang dapat meningkatkan kemampuan pengukuran konsentrasi ion. Bila sensor array ISE dikombinasikan dengan penggunaan mikrokomputer/mikrokontroler maka alat ini dapat digunakan secara portable. Desain array ISE dengan lima sensor ion dan satu elektroda referensi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Desain array ISE dengan 4 elektroda ISE (Kim *et al* 2017)

Dari hasil pengujian yang dilakukan oleh Kim *et al* (2017) diperoleh nilai akurasi yang tinggi antara pengukuran menggunakan array ISE dengan metode pengukuran standar. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 10 dimana nilai  $R^2$  berkisar antara 0,97-0,98.



Gambar 10. Hubungan antara pengukuran ion menggunakan array ISE dengan pengukuran standar (Kim *et al* 2017)

## KESIMPULAN

Penerapan sensor ISE memberikan nilai akurasi yang tinggi terhadap pengukuran konsentrasi ion di dalam larutan nutrisi, sehingga bila dipadukan dengan mekanisme sistem kontrol menggunakan computer/mikrokontroller yang dapat mengontrol penambahan jumlah ion kedalam larutan nutrisi pada sistem hidroponik secara tertutup sesuai kebutuhan tanaman, maka kesetimbangan jumlah ion pada larutan nutrisi akan tetap terjaga pada level kebutuhan tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik dan menghasilkan produktivitas optimum. Efisiensi penggunaan unsur hara juga meningkat dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan karena sisa drainase nutrisi dapat digunakan lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cho, W.J., Kim, H.J., Jung, D.H., Kim, D. W., Ahn, T. I., & Son, J. E. 2018. On-site ion monitoring system for precision hydroponic nutrient management. *Computers and Electronics in Agriculture*. 146: 51-58.
- Jung, D. H., Kim, H. J., Cho, W. J., Park, S. H., & Yang, S. H. 2019. Validation testing of an ion-specific sensing and control system for precision hydroponic macronutrient management. *Computers and Electronics in Agriculture*. 156: 660-668.
- Kim, H. J., Kim D. W., Kim, W. K., Cho, W. J., & Kang, C. I. 2017. PVC membrane-based portable ion analyzer for hydroponic and water monitoring. *Computers and Electronics in Agriculture*. 140: 374-385.
- Kim, H. J., Kim, W. K., Roh, M. Y., Kang, C. I., Park, J. M. & Sudduth, K. A. 2013. Automated sensing of hydroponic macronutrients using a computer-controlled system with an array of ion-selective electrodes, *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 93:46-54.
- Ruiz, F. XR., Andrade, F. J., Riu, J., & Rius, F. X. 2014. Computer-operated analytical platform for the determination of nutrients in hydroponic systems. *Food Chemistry*. 147: 92-97.

## PENGARUH KADAR PEREKAT MOLASE DAN LAMA PENDINGINAN TERHADAP KUALITAS BIOBRIKET DARI TEMPURUNG KELAPA DAN SEKAM PADI

*Effect of Molasses Adhesive Levels and Drying Time on the Quality of Biobriquettes from Coconut Shell and Rice Husk*

Andesta Celya Harlina<sup>1</sup>, Ropiudin<sup>2</sup>, Abdul Mukhlis Ritonga<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

\* Email: [abdul.ritonga@unsoed.ac.id](mailto:abdul.ritonga@unsoed.ac.id)

DOI:<http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2021.2.2.4984>

Naskah ini diterima pada 04 November 2021; revisi pada 09 November 2021; disetujui untuk dipublikasikan pada 20 November 2021

### ABSTRAK

Biobriket merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan karena menggunakan bahan organik. Limbah yang dapat dimanfaatkan untuk biomassa briket diantaranya limbah pertanian seperti tempurung kelapa dan sekam padi. Briket juga dibuat menggunakan bahan perekat tertentu sebagai bahan pengeras pada briket. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kadar perekat molase dan lama pengeringan terhadap kualitas pada pembuatan biobriket, dengan penelitian ini berguna untuk mengurangi penggunaan energi untuk dijadikan bahan bakar, mengurangi limbah tempurung kelapa dan sekam padi, dan juga mengetahui kadar perekat molase dan lama pengeringan yang tepat pada pembuatan biobriket. Dalam penelitian ini terdapat 2 faktorial yaitu jumlah kadar perekat molase 30%, 40%, 50% dan lama pengeringan 5 jam, 6 jam, 7 jam dengan kombinasi perlakuan keduanya. Pengujian karakteristik biobriket meliputi nilai kadar air, kadar abu, volatile matter, kerapatan, dan laju pembakaran. Parameter yang dijadikan acuan sesuai dengan standar mutu briket Indonesia. Dari hasil penelitian diketahui bahwa kadar perekat molase dan lama pengeringan yang tepat adalah sampel K1W3 dengan kadar perekat 30% dan lama pengeringan 7 jam karena nilai kadar air yang terendah dan juga pada menghasilkan briket yang baik dan tahan lama pada saat pembakaran briket.

**Kata kunci:** Biobriket, molase, tempurung kelapa, sekam padi.

### ABSTRACT

*Biobriquette is an alternative fuel that is environmentally friendly because it uses organic materials. Wastes that can be used for biomass briquettes include agricultural wastes such as coconut shells and rice husks. Briquettes are also made using certain adhesives as a hardener in briquettes. The purpose of this study was to determine the effect of molasses adhesive content and drying time on the quality of biobriquette manufacture, with this study useful for reducing energy use to be used as fuel, reducing coconut shell and rice husk waste, and also knowing the molasses adhesive content and drying time required. appropriate for the manufacture of biobriquettes. In this study, there were 2 factorials, namely the amount of molasses adhesive content of 30%, 40%, 50% and drying time of 5 hours, 6 hours, 7 hours with a combination of both treatments. Testing the characteristics of biobriquettes includes the value of water content, ash content, volatile matter, density, and combustion rate. Parameters used as reference are in accordance with Indonesian briquette quality standards. From the results of the research, it is known that the molasses adhesive content and the appropriate drying time are K1W3 samples with an adhesive content of 30% and a drying time of 7 hours because of the lowest water content value and also produces good and durable briquettes when burning briquettes.*

**Keywords:** Biobriquette, molasses, coconut shell, rice husk.

## PENDAHULUAN

Permasalahan utama di dunia saat ini adalah energi, karena setiap tahunnya kebutuhan energi semakin meningkat. Semakin menipisnya ketersediaan bahan bakar fosil mengakibatkan kenaikan harga BBM, oleh karena itu diperlukan alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar. Salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar yang semakin menipis yaitu dengan penggunaan energi biomassa. Energi biomassa merupakan sumber energi alternatif terbarukan yang berasal dari limbah tumbuh-tumbuhan atau bahan organik yang mudah ditemukan dan ketersediaannya yang cukup banyak, seperti sekam padi, ampas tebu, dan tempurung kelapa. Limbah tumbuh-tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan biobriket, salah satu bahan baku tersebut yaitu tempurung kelapa dan sekam padi.

Proses pembuatan biobriket selain menggunakan bahan tambahan juga perlu menggunakan bahan perekat, takaran dari perekat biobriket salah satunya ditentukan oleh jumlah dan jenis perekat saat pencampuran bahan biobriket. Perekat yang sering digunakan pada pembuatan biobriket antara lain kanji, sugu, semen, dan tetes tebu atau molase. Dilakukannya pencampuran kadar bahan perekat yang sesuai akan menghasilkan briket yang kuat dan berkualitas. Waktu dari lama pengeringan dalam proses pembuatan biobriket juga perlu diperhatikan agar kadar air yang dihasilkan pada briket tidak terlalu banyak dan briket mudah dinyalakan.

Biobriket merupakan bahan bakar yang terbuat dari arang biomassa hasil pertanian, bisa dijadikan sebagai bahan baku briket atau limbah pengolahan agroindustri (Rifdah et al., 2017). Briket yang baik adalah briket yang mempunyai permukaan halus serta tidak meninggalkan bekas hitam pada tangan. Biobriket yang baik juga mudah dinyalakan, emisi gas dari hasil pembakaran tidak mengandung racun, kedap air, bila disimpan dalam waktu yang lama briket tidak akan berjamur, dan menunjukkan upaya laju pembakaran yang baik.

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan biobriket yaitu tempurung kelapa. Tempurung kelapa memiliki nilai sifat termal yang baik, dapat dilihat dari nilai kalor pembakaran, serta suhu lelehnya ( $T_m$ ) sehingga berpeluang besar sebagai bahan bakar pengganti (Tamado et al., 2013). Beberapa biomassa mempunyai potensi besar diantaranya ampas tebu, tempurung kelapa, dan sekam padi. Sekam padi merupakan biomassa yang dapat digunakan untuk bahan pembuatan biobriket, karena sekam padi hasil dari limbah pertanian yang diproses dengan cara penggilingan padi dan belum dimanfaatkan limbahnya secara optimal. Sekam padi terdiri dari serat kasar yang berguna menutupi kariopsis. Kandungan selulosa yang tinggi yang terdapat pada sekam padi dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil, serta dapat dimanfaatkan sebagai senengi panas pengganti minyak tanah (Allo et al., 2018).

Molase adalah limbah dari industri pengolahan gula dengan bentuk cair, yaitu limbah utama pada industri pemurnian gula. Molase merupakan sumber energi esensial dengan kandungan gula di dalamnya. Molase memiliki kandungan protein 3,1 %, serat 60 %, lemak 0,9 %, dan abu 11,9 % sedangkan nilai kadar air dalam cairan molase yaitu sekitar 15-25%, cairan tersebut berwarna kehitaman dan berupa sirup manis selain itu, penggunaan perekat molase dapat menghasilkan briket dengan nilai ketahanan, kerapatan, kadar zat menguap, dan kadar abu yang besar (Nurhilal & Suryaningsih, 2018). Jumlah perekat untuk pembuatan biobriket juga harus diperhatikan, karena semakin banyak perekat yang digunakan maka asap yang dikeluarkan akan semakin banyak pada saat briket dibakar dan apabila perekat terlalu sedikit maka briket pun akan mudah hancur. Komposisi pada perekat juga dapat mempengaruhi briket. Perekat pada pembuatan briket terbagi menjadi 2 yaitu, perekat yang berasap seperti clay dan molase dan perekat kurang berasap seperti pati dan tepung beras (Rahmadani et al., 2017).

Tujuan penulisan artikel ilmiah ini untuk mendapat kualitas biobriket yang baik, dan masalah keterbatasan bahan bakar dapat teratasi, limbah yang tak terpakai juga dapat dimanfaatkan dengan baik dan bernilai ekonomis.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sistem Termal Energi Terbarukan dan Teknologi Pengolahan Pangan Hasil Pertanian, Fakultas pertanian, dan Laboratorium Ilmu Bahan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman. Dilaksanakan Pada Oktober-Maret 2021.

### Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Oven, desikator, tanur, *crusher*, timbangan digital, *stopwatch*, pengaduk, alat kempa hidrolik, timbangan pegas, label, jangka sorong, cawan, capitan besi, alat tulis, masker, sarung tangan *latex*, dan jas lab. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: arang tempurung kelapa, sekam padi, dan molase.

### Variabel Pengamatan dan Pengukuran

#### Kadar Air

$$\text{Kadar air} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \dots\dots\dots(1) \text{ (Masthura, 2019)}$$

Keterangan:

m1 = Berat cawan kosong - sampel awal sebelum pemanasan(gram)

m2 = Berat cawan kosong - sampel akhir setelah pemanasan (gram)

#### Kadar Abu (%)

$$\text{Kadar abu} = \frac{c-a}{b} \times 100\% \dots\dots\dots(2) \text{ (Fadhili \& Ansosry, 2019)}$$

Keterangan:

ASH = Ash Content(%) (kadar abu)

a = berat cawan (gram)

b = berat sampel (sebelum dipanaskan) (gram)

c = berat cawan + sampel (setelah dipanaskan) (gram)

#### Volatile Matter (%)

$$\text{Kadar zat terbang} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3) \text{ (Hutagalung et al., 2017)}$$

Keterangan:

m1 = Berat Wadah (gram)

m2 = Berat wadah + sampel (gram)

m3 = Berat wadah + sampel (setelah dioven) (gram)

#### Kerapatan (g/cm<sup>3</sup>)

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots(4) \text{ (Yuliah et al., 2017)}$$

Keterangan:

$\rho$  = densitas (gram/cm<sup>3</sup>)

m = massa briket (gram)

V = volume briket (cm<sup>3</sup>)

#### Laju Pembakaran (g/menit)

$$\text{Laju pembakaran (g/menit)} = \frac{\text{massa briket terbakar}}{\text{waktu pembakaran}} \dots\dots\dots(5) \text{ (Almu et al., 2014)}$$

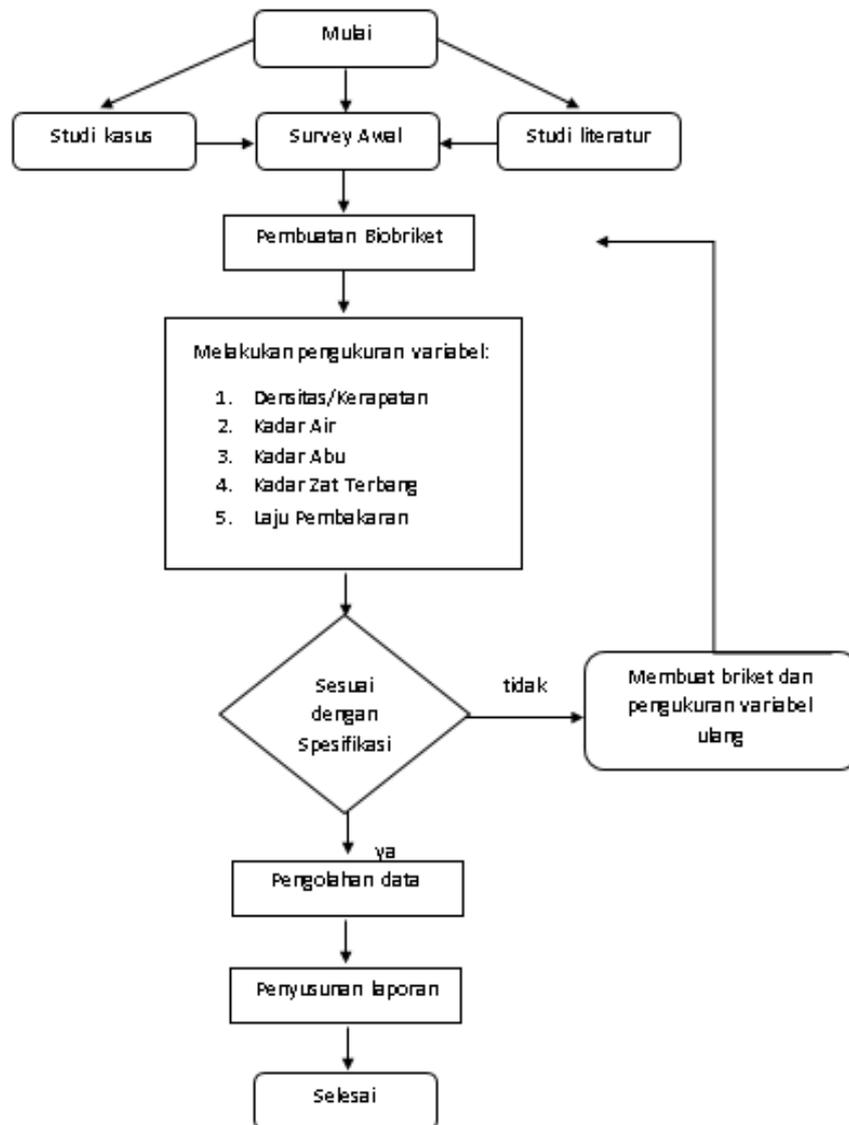
Keterangan:

Massa briket terbakar = massa briket awal – massa briket sisa (gram)

Waktu pembakaran = menit

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Diagram alir prosedur penelitian



Gambar 1. Prosedur Penelitian

### Tahap persiapan

Tahap persiapan dilakukan dengan mempersiapkan alat dan bahan baku yang akan digunakan dalam penelitian

### Tahap pembuatan biobriket

Pembuatan serbuk briket: Bahan baku yaitu tempurung kelapa dan sekam padi yang telah menjadi arang kemudian dibuat serbuk dengan menggunakan crusher atau alat penggiling untuk menghaluskan tempurung kelapa dan sekam padi. Pembuatan adonan biobriket: Campurkan kedua bahan baku yaitu tempurung kelapa dan sekam padi dengan perbandingan 1:1 setelah

bahan baku tercampur merata atau homogen, kemudian tambahkan bahan perekat yaitu molase dengan kadar 30%, 40%, dan 50%. Aduk rata antara bahan baku dan perekat, kemudian campuran tersebut dimasukkan kedalam cetakan yang ada pada alat kempa hidrolik dan cetakan berbentuk silinder dengan diameter lubang 0,5 cm dan tinggi 3 cm, kemudian di press atau ditekan sampai batas maksimal tekanan pada alat pencetak tersebut ( $\pm 28-29$ kg). Pengeringan biobriket: Biobriket yang telah dicetak kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 125oc selama 5 jam, 6 jam, dan 7 jam

### Tahap pengujian

Biobriket yang telah dibuat dan sudah kering lalu diuji karakteristik pembakarannya yaitu meliputi kadar air, kadar abu, volatile matter, kerapatan, dan laju pembakaran.

### Analisis data

Data dianalisis menggunakan *Analysis of Varian* (ANOVA) dan apabila berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan DMRT (Duncan Multiple Range Test) dengan taraf 5 untuk mengetahui perbedaan faktor tersebut.

### 1. Kadar Air

Tabel 1. Nilai rata-rata kadar air biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi

No	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-rata (% bb)
1	K1W1	2,60	2,40	2,60	7,60	2,53
2	K1W2	2,00	1,80	2,00	5,80	1,93
3	K1W3	1,60	2,00	2,20	5,80	1,93
4	K2W1	2,40	3,20	2,80	8,40	2,80
5	K2W2	2,40	2,60	2,40	7,40	2,47
6	K2W3	2,40	2,20	2,40	7,00	2,33
7	K3W1	3,40	2,80	2,60	8,80	2,93
8	K3W2	2,80	1,80	2,60	7,20	2,40
9	K3W3	1,60	1,40	1,60	4,60	1,53
Total		21,20	20,20	21,20	62,60	20,87
Rata-rata		2,36	2,24	2,36		

Hasil analisis ragam kadar air biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi menunjukkan bahwa variasi perlakuan, waktu pengeringan (W) memberikan pengaruh sangat nyata terhadap nilai kadar air pada biobriket, sedangkan kadar perekat molase (K) memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kadar air pada biobriket, dan kombinasi perlakuan KxW tidak memberikan pengaruh nyata terhadap keduanya. Hasil uji DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan K1 dan K2 adalah berbeda nyata, sedangkan K3 menunjukkan bahwa berbeda nyata terhadap K1 dan K2.

Kadar air sangat menentukan kualitas briket arang yang dihasilkan. Hasil pengujian biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi dengan perekat molase menunjukkan bahwa kadar air pada beberapa kombinasi perlakuan percobaan menghasilkan kadar air berkisar antara 1,53-2,93% dengan kata lain berada dibawah standar kadar air maksimal SNI yaitu maksimal 8%. Kadar air tersebut juga sudah memenuhi persyaratan standar kualitas biobriket dari jepang dan inggris yaitu maksimal 6-8% untuk jepang dan maksimal 3-4% dari inggris.

Hasil penelitian dari perlakuan yang memiliki nilai kadar air yang tinggi dapat diduga karena pada persentase jumlah perekat molase yang terlalu besar karena memiliki kandungan air jauh lebih banyak jika waktu pengeringannya kurang lama oleh karena itu, lama waktu pengeringan mempengaruhi nilai kadar air karena, semakin lama waktu pengeringan akan

menghasilkan nilai kadar air yang semakin rendah, dan semakin rendah nilai kadar air maka kualitas biobriket semakin bagus (Sumangat & Broto, 2009).

## 2. Kadar Abu

Tabel 2. Nilai rata-rata kadar abu biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi

No.	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-rata (%)
1	K1W1	22,60	19,80	18,20	60,60	20,20
2	K1W2	23,60	20,80	26,00	70,40	23,47
3	K1W3	23,00	19,00	25,00	67,00	22,33
4	K2W1	22,40	18,60	20,40	61,40	20,47
5	K2W2	24,60	20,00	25,60	70,20	23,40
6	K2W3	23,80	22,00	21,40	67,20	22,40
7	K3W1	23,60	19,80	20,00	63,40	21,13
8	K3W2	21,40	18,20	21,20	60,80	20,27
9	K3W3	23,40	19,20	21,00	63,60	21,20
	Total	208,40	177,40	198,80	584,60	194,87
	Rata-rata	23,16	19,71	22,09		

Hasil analisis ragam kadar abu biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi menunjukkan bahwa variasi perlakuan, kadar perekat molase (K), variasi lama waktu pengeringan (W) dan kombinasi perlakuan (KxW) memberikan pengaruh tidak nyata terhadap nilai kadar abu pada biobriket oleh karena itu untuk variabel pengukuran kadar abu tidak ada uji lanjut DMRT karena tidak memberikan pengaruh nyata.

Hasil penelitian ini dapat diduga dari nilai kadar abu yang tinggi dapat disebabkan oleh perekat yang merupakan bahan tambahan dalam pembuatan briket akan terurai menjadi abu sehingga penggunaan perekat yang berlebih dapat menyebabkan kadar abu yang tinggi, serta jenis bahan baku juga berpengaruh terhadap nilai tinggi rendahnya kadar abu pada biobriket arang yang dihasilkan.

## 3. Volatile Matter

Tabel 3. Nilai rata-rata *volatile matter* biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi

No.	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-rata (%)
1	K1W1	77,80	81,00	82,60	241,40	80,47
2	K1W2	76,80	79,80	78,20	234,80	78,27
3	K1W3	80,20	81,60	78,00	239,80	79,93
4	K2W1	82,40	82,00	80,60	245,00	81,67
5	K2W2	76,00	80,60	78,20	234,80	78,27
6	K2W3	76,60	80,20	79,20	236,00	78,67
7	K3W1	77,00	81,00	80,60	238,60	79,53
8	K3W2	79,20	82,80	79,80	241,80	80,60
9	K3W3	78,40	81,60	79,60	239,60	79,87
	Total	704,40	730,60	716,80	2151,80	717,27
	Rata-rata	78,27	81,18	79,64		

Hasil analisis ragam kadar zat terbang biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi menunjukkan bahwa variasi perlakuan, kadar perekat molase (K), variasi lama waktu

pengeringan (W) dan kombinasi perlakuan (KxW) memberikan pengaruh tidak nyata terhadap nilai *volatile matter* pada biobriket oleh karena itu untuk variabel pengukuran kadar abu tidak ada uji lanjut DMRT karena tidak memberikan pengaruh nyata.

Hasil penelitian biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi menunjukkan bahwa nilai *volatile matter* pada seluruh kombinasi perlakuan percobaan menghasilkan rata-rata nilai *volatile matter* sebesar 78,27-81,67%. Menurut Jamilatun (2011) kandungan *volatile matter* sangat berperan dalam menentukan sifat pembakaran. Semakin banyak kandungan *volatile matter*, maka akan semakin mudah bahan baku untuk terbakar dan menyala, sehingga laju pembakaran semakin cepat. Kandungan *volatile matter* yang tinggi mempunyai beberapa keuntungan diantaranya, penyalaan dan pembakaran lebih mudah tetapi mempunyai kelemahan yaitu kadar karbon terikat yang rendah. Jika dibandingkan dengan standar 4 negara diantaranya Jepang (15% - 30%), Inggris (16 %), Amerika (19% - 28%) dan Indonesia (15%). Kandungan *volatile matter* tidak memenuhi standar apapun, dikarenakan tanpa melalui proses pengarangan (karbonisasi). Dapat dimungkinkan jika penelitian melalui proses karbonisasi maka nilai *volatile matter* yang dihasilkan bisa lebih rendah sehingga dapat memenuhi standar Jepang, Inggris, Amerika, dan Indonesia.

#### 4. Kerapatan

Tabel 4. Nilai rata-rata kerapatan biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi

No.	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )
1	K1W1	0,72	0,65	0,69	2,06	0,69
2	K1W2	0,67	0,60	0,71	1,98	0,66
3	K1W3	0,67	0,69	0,71	2,07	0,69
4	K2W1	0,77	0,71	0,68	2,16	0,72
5	K2W2	0,75	0,74	0,75	2,24	0,75
6	K2W3	0,77	0,80	0,64	2,21	0,74
7	K3W1	0,92	0,77	0,84	2,53	0,84
8	K3W2	0,91	0,89	0,83	2,63	0,88
9	K3W3	0,87	0,87	0,86	2,60	0,87
Total		7,05	6,72	6,71	20,48	6,82
Rata-rata		0,78	0,75	0,75		

Hasil analisis ragam kerapatan biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi menunjukkan bahwa variasi perlakuan dan kadar perekat molase (K) memberikan pengaruh sangat nyata terhadap nilai kerapatan pada biobriket sedangkan variasi lama waktu pengeringan (W) dan kombinasi perlakuan KxW memberikan pengaruh tidak nyata terhadap nilai kerapatan pada biobriket. Hasil uji DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan K1, K2, dan K3 berbeda nyata.

Nilai kerapatan pada briket berperan sebagai ketahanan atau kekuatan pada briket, yang terlalu tinggi dapat membuat briket sangat padat yang akan menyebabkan sulitnya penggunaan pada saat pembakaran briket, sedangkan nilai kerapatan yang terlalu rendah dapat membuat kerapatan pada briket menurun yang menimbulkan rongga pada briket sehingga briket mudah hancur.

## 5. Laju Pembakaran

Tabel 5. Nilai rata-rata laju pembakaran biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi

No.	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-rata (g/menit)
1	K1W1	0,16	0,17	0,15	0,48	0,16000
2	K1W2	0,15	0,20	0,14	0,49	0,163333
3	K1W3	0,15	0,18	0,14	0,47	0,156667
4	K2W1	0,18	0,17	0,15	0,50	0,166667
5	K2W2	0,17	0,18	0,16	0,51	0,170000
6	K2W3	0,16	0,15	0,15	0,46	0,153333
7	K3W1	0,15	0,21	0,17	0,53	0,176667
8	K3W2	0,17	0,23	0,16	0,56	0,186667
9	K3W3	0,13	0,19	0,12	0,44	0,146667
	Total	1,42	1,68	1,34	4,44	1,480000
	Rata-rata	0,157778	0,186667	0,148889		

Hasil analisis ragam laju pembakaran biobriket dari tempurung kelapa dan sekam padi menunjukkan bahwa variasi perlakuan, kadar perekat molase (K), variasi lama waktu pengeringan (W) dan kombinasi perlakuan (KxW) memberikan pengaruh tidak nyata terhadap nilai volatile matter pada biobriket oleh karena itu untuk variabel pengukuran kadar abu tidak ada uji lanjut DMRT karena tidak memberikan pengaruh nyata.

Hasil penelitian nilai laju pembakaran yang didapat berkisar 0,147-0,187 g/menit. Nilai laju pembakaran dapat menentukan kualitas biobriket pada saat penggunaan, semakin lama bara api dan panas yang keluar pada biobriket pada saat uji pembakaran semakin baik kualitas biobriketnya karena, biobriket arang yang baik bisa bertahan hingga 2-3 jam tanpa perlu dikipas terus menerus.

## KESIMPULAN

Semakin banyak kadar perekat yang digunakan akan mempengaruhi kualitas briket, karena akan membuat briket sulit terbakar dan menimbulkan banyak asap pada saat briket dibakar. Semakin lama waktu pengeringan briket akan semakin baik karena nilai kalor akan semakin tinggi dan nilai kadar air semakin rendah sehingga briket lebih mudah dinyalakan dan panas yang dikeluarkan pun sangat tinggi. Jumlah kadar perekat molase dan lama waktu pengeringan terbaik adalah dengan perlakuan kadar perekat 30% (K1) dan lama waktu pengeringan 7 jam (W3).

## DAFTAR PUSTAKA

- Allo, J.S.T., Setiawan, A., & Sanjaya, A.S. (2018). Pemanfaatan Sekam Padi Untuk Pembuatan Biobriket Menggunakan Metode Pirolisa. *Jurnal Chemurgy*, 2(1): 17-23.
- Almu, M.A., Syahrul, & Padang, Y.A. (2014). Analisa Nilai Kalor dan Laju Pembakaran pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) dan Abu Sekam padi. *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, 4(2): 117-122.
- Fadhili, M.A. & Ansosry. (2019). Analisis Perubahan Nilai Total *Moisture*, *Ash Content* dan Total *Sulphur* Terhadap Nilai Kalori Batubara Bb-50 di Tambang Banko Barat Pt. Bukti Asam, Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Jurnal Bina Tambang*, 4(3): 54-64.

- Hutagalung, S.C., Erwin, & Panggabean, A.S. (2017). Pembuatan Briket Arang dengan Memanfaatkan Limbah dari Tempurung Biji Ketapang (*Terminalia Catappa*) dan Tempurung Biji Kemiri (*Aleurites Molucanna L. Willd.*). *Prosiding Seminar Nasional Kimia 2017*, Samarinda. P.164-169.
- Jamilatun, S. (2011). Kualitas Sifat-Sifat Penyalaan dari Pembakaran Briket Tempurung Kelapa, Briket Serbuk Gergaji Kayu Jati, Briket Sekam Padi dan Briket Batubara. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*. P. 1-7.
- Masthura. (2019). Analisis Fisis dan Laju Pembakaran Briket Bioarang dari Bahan Pelepah Pisang. *Journal of Islamic Science and Technology*, 5(1): 58-66.
- Nurhilal, O. & Suryaningsih, S. (2018). Pengaruh Komposisi Campuran Sabut dan Tempurung Kelapa terhadap Nilai Kalor Biobriket dengan Perekat Molase. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 2(1): 8-14.
- Rahmadani, Hamzah, F., & Hamzah, F.H. (2017). Pembuatan Briket Arang Daun Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan Perekat Pati Sagu (*Metroxylon Sago* Rott.). *Jurnal*, 4(1): 1-11.
- Rifdah, Herawati, N., & Dubron, F. (2017). Pembuatan Bibriket dari Limbah Tongkol Jagung Pedagang Jagung Rebus dan Rumah Tangga Sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan dengan Proses Karbonasi. *Jurnal*, 2(2): 39-46.
- Sumangat, D. & Broto, W. (2009). Kajian Teknis dan Ekonomis Pengolahan Briket Bungkil Biji Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Tungku. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 5(1): 18-26.
- Tamado, D., Budi, E., Wirawan, R., Dwi, H., Tyaswuri, A., Sulistiani, E., & Asma, E. (2013). Sifat Termal Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. *Seminar Nasional Fisika*, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, 1 Juni 2013.
- Yuliah, Y., Suryaningsih, S., & Ulfi, K. (2017). Penentuan Kadar Air Hilang dan *Volatile Matter* pada Biobriket dari Campuran Arang Sekam Padi dan Batok Kelapa. *Jurnal Ilmu dan Fisika*, 1(1): 51-57.

## RANCANG BANGUN SISTEM IRIGASI SPRINKLE BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) PADA TANAMAN HORTIKULTURA

Umi Kholilah<sup>1,\*</sup>, Sulaiman Putra Janitra<sup>1</sup>, Rydhora Gumay<sup>1</sup>, Aditya Agung Ferdian<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman

<sup>2</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jendral Soedirman

\*Korespondensi, Email: [umi.kholilah@mhs.unsoed.ac.id](mailto:umi.kholilah@mhs.unsoed.ac.id)

DOI:<http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2021.2.2.4851>

Naskah ini diterima pada 25 Oktober 2021; revisi pada 02 November 2021;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 20 November 2021

### ABSTRAK

Indonesia adalah negara kepulauan yang 60% luas wilayahnya berupa perairan, sehingga terdapat kesediaan lahan pasir pantai yang sangat luas dan potensial untuk dimanfaatkan menjadi lahan alternatif pertanian yang produktif terutama untuk budidaya tanaman hortikultura. Namun, lahan berpasir seringkali menjadi kendala petani di pesisir pantai karena mengandung lempung, debu, dan zat hara yang minim. Selain itu, kemampuan tanah pasir untuk menyimpan air sangat rendah yaitu 1,6-3% dari total air yang tersedia. Ditambah lagi dengan suhu udara di kawasan pantai pada siang hari yang panas dan terjadi penguapan yang sangat tinggi akan mengakibatkan proses kehilangan air tanah yang cepat. Mengingat potensi lahan berpasir yang menjadi salah satu lahan alternatif untuk dunia pertanian, perlu adanya suatu penciptaan sistem fertisasi (Fertilisasi dan Irigasi) yang tepat. Salah satunya dengan metode irigasi sprinkle. Hal tersebut dikarenakan irigasi sprinkle dapat menyemprotkan air secara merata ke setiap tanaman seperti air hujan, mampu meningkatkan produktivitas (dapat menghindari aliran permukaan), dan juga dapat digunakan untuk pemupukan. Perkembangan teknologi di bidang pertanian juga berperan penting dalam memudahkan petani untuk pengontrolan lahan serta pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, pada penelitian ini akan dirancang sebuah sistem irigasi sprinkle pintar berbasis IoT (SMARKLE) Rancangan sistem irigasi tersebut terdiri dari aki 60 ampere, *solar charge controller*, robotdyn Arduino mega 2560 wifi, relay, sensor *soil moisture*, dan *sprinkle*. Dari rangkaian tersebut dapat dikontrol dalam sebuah aplikasi SMARKLE yang terdiri dari data hasil pembacaan sensor *soil moisture*, irigasi otomatis, dan switch pompa irigasi. Pengaturan otomatisasi pada irigasi didasarkan pada nilai kelembapan tanah yang terdiri dari set point atas dan bawah. Jika kelembapan tanah kurang dari 55% maka pompa akan memompakan air dan sprinkle menyala untuk set point atas. Sedangkan untuk *set point* bawah, maka jika kelembapan tanah melebihi 80% pompa dan irigasi sprinkle akan mati. Pada percobaan yang sudah dilakukan pada lahan seluas 6m<sup>2</sup> dengan aki 60 A dengan 6 sensor didapatkan data dari 3 percobaan dengan rata-rata nilai 25,30 yang menyebabkan pompa otomatis menyala. Dengan nilai rata-rata tersebut dikategorikan dalam kondisi tanah yang basah.

**Kata kunci:** lahan berpasir, IoT (*Internet of things*), irigasi sprinkle, smarkle

### ABSTRACT

*Indonesia is an archipelagic country with 60% of its area in the form of water, so there is a very wide and potential availability of coastal sandy land to be used as alternative productive agricultural land, especially for the cultivation of horticultural crops. However, sandy land is often an obstacle for farmers on the coast because it contains clay, dust, and minimal nutrients. In addition, the ability of sandy soil to store water is very low, namely 1.6-3% of the total available water. Coupled with the air temperature in the coastal area during the hot day and very high evaporation will result in a rapid process of groundwater loss. Considering the potential of sandy land which is one of the alternative lands for agriculture, it is necessary to create an appropriate fertigation system (Fertilization and Irrigation). One of them is the sprinkle irrigation method. This is because sprinkler irrigation can spray water evenly to each plant like rainwater, can increase productivity (can avoid runoff), and can also be used for*

*fertilization. Technological developments in agriculture also play an important role in facilitating farmers to control land and plant growth. Thus, this research will design a smart sprinkler irrigation system based on IoT (SMARKLE). From this circuit, it can be controlled in a SMARKLE application which consists of data from soil moisture sensor readings, automatic irrigation, and irrigation pump switches. Automation settings in irrigation are based on soil moisture values consisting of upper and lower set points. If the soil moisture is less than 55%, the pump will pump water and the sprinkle will turn on for the upper set point. As for the lower set point, if the soil moisture exceeds 80% the pump and sprinkler irrigation will turn off. In experiments that have been carried out on an area of 6 m<sup>2</sup> with a 60 A battery with 6 sensors, data obtained from 3 experiments with an average value of 25.30 causes the pump to automatically turn on. With the average value is categorized in wet soil conditions.*

**Keywords:** *land sandy, IOT (Internet of Things), irrigation sprinkle, smarkle*

## PENDAHULUAN

Lahan marginal adalah suatu lahan yang mempunyai karakteristik keterbatasan dalam suatu hal, baik keterbatasan satu unsur/komponen maupun lebih. Menurut data dari Balai Penelitian Tanah, Balitbang Kementerian Pertanian tahun 2015, luas lahan marginal di Indonesia mencapai lebih dari 150 juta hektar. Namun, potensi lahan yang bisa dimanfaatkan untuk pertanian baru sekitar 58,4 % saja. Lahan tersebut dikenal dengan nama LSO (lahan sub optimal) yang memiliki potensi untuk ditanami komoditas tanaman pangan sebagai penunjang ketahanan pangan nasional. Salah satu potensi lahan marginal di Indonesia yang bisa dijadikan sebagai lahan alternatif pertanian adalah lahan berpasir. Mengingat Indonesia adalah negara kepulauan yang 60% luas wilayahnya berupa perairan dan terdiri dari sekitar 17.508 pulau sehingga di seluruh Indonesia terdapat kesediaan lahan pasir pantai yang luas yang bisa dimanfaatkan sebagai lahan pertanian tanaman hortikultura seperti cabai, melon, buah naga, bawang merah, dan kubis. Namun, lahan berpasir ini menjadi lahan bermasalah kedua setelah tanah masam, biasanya mengandung lempung, debu, dan zat hara yang minim. Selain itu, kemampuan tanah pasir untuk menyimpan air sangat rendah yaitu 1,6-3% dari total air yang tersedia. Ditambah lagi dengan suhu udara di kawasan pantai pada siang hari yang panas dan terjadi penguapan yang sangat tinggi akan mengakibatkan proses kehilangan air tanah yang cepat. Karena hal tersebut, menjadikan lahan berpasir belum termanfaatkan secara maksimal sebagai lahan pertanian.

Untuk merubah keterbatasan lahan kawasan pesisir pantai menjadi lahan usaha tani yang sesuai dengan harapan usaha tani baik sistem tanah, atmosfer dan airnya. diperlukan adanya suatu penciptaan sistem fertisasi (fertilisasi dan irigasi) yang tepat. Salah satu system irigasi yang dapat diterapkan adalah irigasi sprinkle. Irigasi *sprinkle* adalah salah satu metode irigasi dimana pemberian air dilakukan dengan menyemprotkan air ke udara kemudian jatuh ke permukaan tanah seperti air hujan dan mampu meningkatkan produktivitas air karena dapat menghindari aliran permukaan.



Gambar 1. Irigasi sprinkle pada lahan berpasir

Pemberian irigasi dilakukan agar daerah perakaran mencapai kadar pF (retensi lengas tanah) antara 2,54 (kapasitas lapang) sampai dengan 4,2 (titik layu permanen). Pada kondisi pF

lebih dari 4,2 umumnya tanaman tidak lagi dapat menyerap air dari tanah dan tanaman akan menjadi layu apabila kondisi ini terus dibiarkan. Pemberian air sampai pada kondisi pF dibawah 2 akan mengakibatkan genangan dan perkolasi pada lahan tanam. Irigasi curah (*sprinkle*) adalah salah satu metode irigasi dimana pemberian air dilakukan dengan menyemprotkan air ke udara kemudian jatuh ke permukaan tanah seperti air hujan dan mampu meningkatkan produktivitas air karena dapat menghindari aliran permukaan (Putra *et al.*, 2017). Irigasi *sprinkle* ini menjadi salah satu sistem irigasi yang fleksibel dan sangat efisien jika digunakan pada lahan pertanian tanaman hortikultura. Penelitian (Haryati, 2014) menunjukkan bahwa pemberian air irigasi pada level MAD 40-60% dari air tersedia dengan sistem irigasi *sprinkle* memberikan hasil tanaman cabai dan nilai efisiensi penggunaan air yang paling tinggi (1,92 kg m<sup>3</sup>) pada tanah Kanhapludult Tamanboga, Lampung Timur. Ini berarti bahwa dihasilkan 1,92 kg cabai segar untuk penggunaan setiap m<sup>3</sup> air irigasi. Pemberian air pada irigasi *sprinkle* yaitu melalui pipa-pipa bertekanan tinggi dan mencurahkan ke udara dalam bentuk butiran-butiran air kecil yang menyerupai hujan. Irigasi *sprinkle* ini menjadi salah satu sistem irigasi yang fleksibel dan sangat efisien jika digunakan pada lahan pertanian tanaman hortikultura. Selain dapat digunakan untuk penyiraman tanaman juga dapat digunakan untuk pemupukan, pengobatan, menjaga kelembapan tanah, dan mengontrol kondisi iklim agar sesuai bagi pertumbuhan tanaman. Sistem irigasi *sprinkle* terdiri dari beberapa unit komponen penyusun yaitu sumber air irigasi, pompa air dan tenaga penggerak, jaringan perpipaan, serta *sprinkle*.

Modifikasi sistem irigasi *sprinkle* juga dilakukan pada pengoperasian irigasi *sprinkle* yang dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan katup solenoida sebagai aktuator yang berfungsi membuka dan menutup aliran air dan aliran penyemprotan pupuk cair secara otomatis. Sistem otomatis pada irigasi ini terdiri dari 3 elemen yaitu elemen kendali (aktuator), pengukuran, dan kontrol IoT. Irigasi *sprinkle* berbasis IoT (*Internet Of Things*) dan android merupakan rancangan dari jaringan irigasi *sprinkle* yang bisa digunakan secara otomatis dan jarak jauh. Dengan memanfaatkan IoT (*Internet Of Things*) yang dikoneksikan pada android diharapkan bisa memantau kondisi lahan pertanian (Setiadi & Muhaemin, 2018). Pada kelengkapan fitur android dan mikrokontroler yang akan di rencanakan, dilengkapi dengan sensor *Soil Moisture* untuk mengukur dan memonitoring kelembapan tanah dan juga sensor ultrasonic, *water flow* meter juga digunakan untuk mengontrol dan memonitoring debit air yang keluar pada pipa. Dengan adanya IoT, petani dapat mengatur sistem irigasi dari jarak jauh dan memantau kondisi lahan pertanian sehingga lebih efisien dan dapat meningkatkan hasil panen.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi petani, potensi wilayah pesisir pantai, dan perkembangan zaman yang semakin canggih perlu adanya sebuah modifikasi dan inovasi pada sistem irigasi *sprinkle* dari berbagai aspek maka diciptakanlah rancangan sistem irigasi *sprinkle* berbasis IoT yang memanfaatkan Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV) dengan tipe Darrieus rotor H sebagai alternatif tenaga penggerak pompa pada irigasi tanaman hortikultura.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah PC, Gerinda Tangan, Mesin Las, Generator, Microcontroller, Obeng, Lem Tembak, Solder, Palu, Amphere meter, Voltmeter, Tacometer, Solar Charge Controller, Gear, Rantai, Penggaris Siku, dan Bor.

Bahan yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah Power Supply AC dan Stabilizer, Rangka, Inverter, Baterai/ACCU 60A, Pipa, Drum Penampung, Kabel, Relay, Sensor Kelembapan Tanah, Besi, Pompa 67 Watt.

### Metode Penelitian

- a. Perancangan Alat

Cara kerja pada sistem irigasi *sprinkle* ini yaitu angin akan memutar turbin angin kemudian putaran yang dihasilkan akan menghasilkan listrik pada generator sebagai tenaga untuk menghidupkan pompa. Di dalam generator energi angin diubah menjadi energi listrik. Untuk pembangkit tenaga listrik skala kecil, karena kecepatan angin senantiasa berubah-ubah, maka perlu adanya pengatur tegangan. Disamping itu perlu baterai untuk menyimpan energi, karena terdapat kemungkinan dimana angin tidak bertiup. Bila angin tidak bertiup, generator tidak berfungsi sebagai motor, sehingga perlu sebuah pemutus otomatis untuk mencegah generator bekerja sebagai motor. Setelah itu, pompa akan menyalurkan air yang dicampur dengan pupuk dari penampungan ke saluran irigasi yang dikendalikan oleh kontrol otomatis. Kontrol otomatis akan menghidupkan dan mematikan pompa berdasarkan pembacaan kelembapan tanah. Kontrol otomatis ini memberikan sinyal ke android dan komputer yang disambungkan dengan internet. Saluran irigasi yang berada di luar lapisan turbin angin akan memancarkan air seiring dengan berputarnya turbin angin yang tertiup angin.

Perancangan sistem otomatis pada irigasi *sprinkle* memanfaatkan sensor soil moisture sebagai pengukur kelembapan tanah dan mengirimkan ke mikrokontroler. Sensor kelembapan tanah berkomunikasi dengan komputer ataupun android melalui internet. Komputer dan android berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk memonitor hasil pembacaan sensor, waktu, dan aktivitas sistem kendali irigasi, serta untuk mengubah setting pengendalian yang diinginkan. Penetapan nilai set didasarkan pada hasil analisis kadar air tanah pada lahan percobaan dan menjaga menjaga kondisi tanah dari kapasistas lapang. Pengondisian lengas tanah volumetrik diantara 55% dan 80% sebagai acuan untuk mengoperasikan solenoid valve pada irigasi curah dapat mencegah kekurangan air dan sekaligus mengurangi perkolasi. Nilai kelembapan tanah sebesar 55% diatur sebagai nilai setpoint bawah dan 80% sebagai *setpoint* atas. Ketika kondisi kelembapan tanah berada di bawah 55% maka mikrokontroler akan memberikan sinyal untuk mengaktifkan *relay* yang akan mengaktifkan motor pompa untuk on dan irigasi menyala. Demikian juga sebaliknya, ketika kelembapan tanah berada diatas 80%, maka mikrokontroler akan memberikan sinyal untuk mengaktifkan *relay* dan menggerakkan motor pompa untuk *off* dan irigasi *off*.

Dalam proses perancangan ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

1) Diskusi Konsep

Diskusi konsep dilaksanakan beberapa kali bersama dengan kelompok, dosen pendamping dan kakak tingkat terkait dengan konsep alat yang terdiri dari dua fokus utama yaitu pembuatan turbin angin serta pembuatan sistem irigasi *sprinkle* yang berbasis IoT untuk pengaturan pompa. Selain itu, juga dilakukan diskusi persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk proses pembuatan alat supaya dapat segera dieksekusi proses pembuatannya. Alat dan bahan yang dibutuhkan dilist jenis serta spesifikasinya.

2) Pembelian Alat dan Bahan

Pembelian alat dan bahan dilakukan secara online maupun *offline* seperti kayu, galvanium, mur, baut, Arduino uno, sensor kelembapan tanah, kabel jump, paku, elektroda, mata bor, *sprinkle*, paralon, gera, rantai, besi as, besi siku, besi pejal, dan lain sebagainya.

3) Pemasangan *Sprinkle* dan Uji Coba Pompa

Pemasangan *sprinkle* terdiri dari paralon setinggi 50 cm yang terdiri dari tiga *sprinkle* jenis *adjustable sprinkler*. Uji coba *sprinkle* dilakukan dengan menggunakan pompa 65 Watt. Dari uji coba tersebut diputuskan bahwa untuk prototype akan digunakan pompa dengan kekuatan 65 Watt karena pancaran air dirasa cukup untuk tanaman cabai nantinya.

4) Pembuatan Sistem Otomatisasi dan IoT untuk Irigasi *Sprinkle*

Sistem otomatisasi ini digunakan Arduino uno atmega dengan jumlah sensor kelembapan tanah sebanyak 6 buah yang semuanya disambungkan ke *system*. Sebelum pemrograman jadi, dilakukan uji kalibrasi kelembapan tanah terhadap sampel tanah

yang akan dijadikan areal uji coba alat, sampel tanah yang digunakan sebanyak 4 jenis yaitu sampel tanah kering, agak kering, agak basah, dan basah dengan cara mengoven sampel tanah selama 24 jam dengan suhu 105°C. Sebelum dimasukkan ke dalam oven, masing-masing sampel tanah ditimbang dan diukur kelembapan tanahnya kemudian dicatat. Setelah 24 jam, sampel tanah ditimbang dan diukur kelembapan tanahnya lagi, kemudian dicatat. Data yang didapatkan, lalu diolah pada excel hingga didapatkan persamaan untuk dimasukkan ke dalam pemrograman sehingga pemrograman dapat dijalankan.

#### 5) Pembuatan Aplikasi Android

Aplikasi android ini bernama Smarkler (*Smart Sprinkle*) yang di dalamnya berisi data hasil pengukuran kelembapan tanah dan pengaturan nyala mati pompa yang dapat diatur secara manual maupun secara otomatis. Aplikasi android ini sangat mudah diakses oleh sasaran dan sangat membantu petani memantau kondisi lahannya dari jarak jauh.

#### b. Uji Fungsi Alat

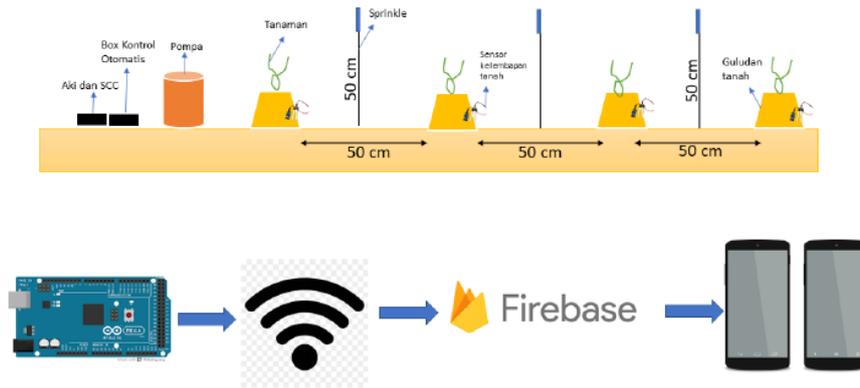
Uji fungsi alat dilakukan di lahan areal bengkel Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Areal lahan terdiri dari lahan penanaman, turbin angin di ujung areal tanam, irigasi sprinkle yang diletakkan di tengah tanaman, serta komponen seperti pompa, aki, serta inverter yang diletakkan pada salah satu sisi lahan tanam, tanaman berupa tanaman cabai dengan 6 sensor kelembapan tanah. Setelah semua alat terpasang, kemudian turbin angin akan berputar dan menghasilkan listrik dari generator yang disimpan dalam aki, dari situlah kebutuhan listrik *system irigasi sprinkle* terpenuhi, sensor akan membaca kelembapan tanah, setelah terbaca, maka akan disimpulkan bahwa dari kondisi kelembapan tanah sekian apakah membutuhkan air atau tidak, jika membutuhkan maka secara otomatis pompa akan menyala dan jika tidak maka pompa akan mati dengan sendirinya. Untuk mengatasi kondisi cuaca yang tidak menentu seperti hujan secara terus menerus, maka pompa juga dapat dikendalikan secara manual dengan menggunakan aplikasi di android.

#### c. Analisis Data

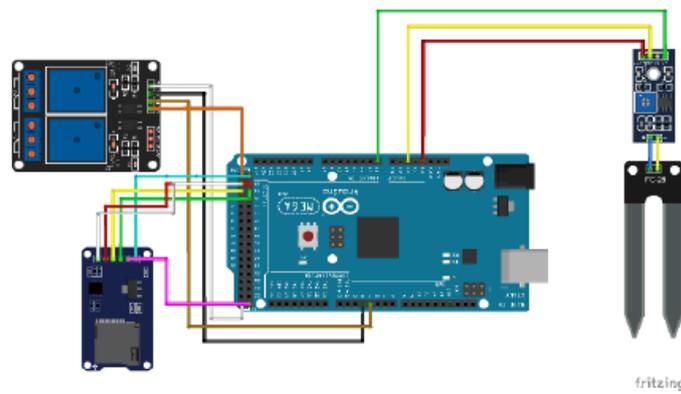
Teknik yang digunakan dalam rencana pengolahan data yaitu melalui perhitungan model matematika yang mengasumsikan untuk penggunaan lahan pertanian yang luas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

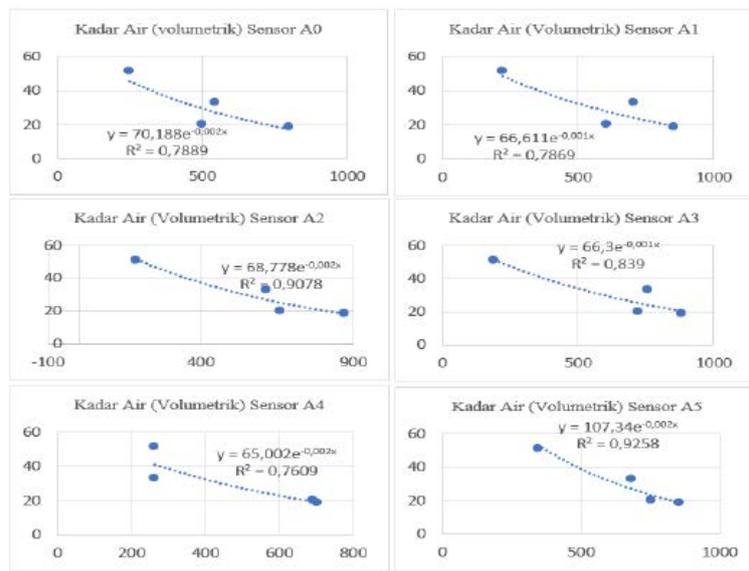
Hasil yang sudah dicapai dari program ini yaitu pembuatan turbin angin tipe darriues beserta rangka dudukannya yang siap untuk digunakan, data hasil kalibrasi kelembapan tanah dari 4 sampel tanah yaitu tanah kering, tanah agak kering, tanah agak basah, dan tanah basah. Selain itu juga sudah terpasang irigasi *sprinkle* dengan jenis *adjustable sprinkler*, aplikasi android dengan nama SMARKLE (*Smart Sprinkle*), pemrograman Arduino uno dengan progress untuk sistem IoT (*Internet of Things*), artikel yang sudah diupload ke media, pengajuan Hak Kekayaan Intelektual, dan video prototipe sistem irigasi sprinkle. Rancangan sistem irigasi sprinkle berbasis IoT yang memanfaatkan tenaga angin digambarkan pada Gambar2.



Gambar 2. Rancangan sistem irigasi berbasis IoT dengan Tenaga Agin



Gambar 3. Rangkaian sistem otomatis pada irigasi sprinkle



Gambar 4. Hasil kalibrasi kelembapan tanah

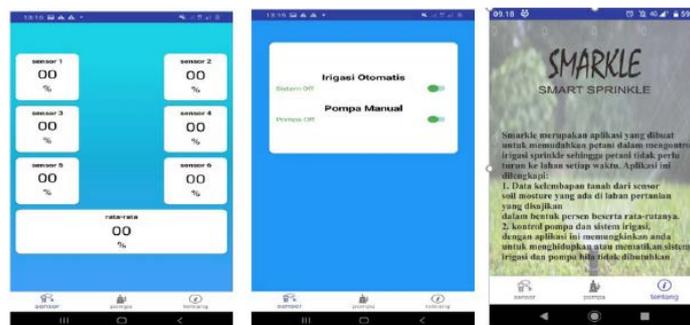
Hasil kalibrasi terhadap 4 sampel tanah didapatkan 6 persamaan untuk masing-masing sensor yang diberi nama A0, A1, A2, A3, A4, dan A5. Setiap sensor mengukur 4 sampel tanah tersebut sebelum dan sesudah dioven selama 24 jam dengan suhu 105°C. Persamaan tersebut dimasukkan ke dalam pemrograman untuk menjadi rumus utama penentuan kelembapan tanah pada saat alat mulai digunakan. Pada sensor A0 didapatkan persamaan  $y = 70,188e^{-0,002x}$ , sensor

A1 dengan persamaan  $y = 66,611e^{-0,001x}$ , sensor A2 dengan persamaan  $y = 68,778e^{-0,002x}$ , persamaan sensor A3 yaitu  $y = 66,3e^{-0,001x}$ , sensor A4 dengan persamaan  $y = 65,002e^{-0,002x}$ , dan sensor A5 dengan persamaan  $y = 107,34e^{-0,002x}$ .

Setelah dilakukan uji kalibrasi, kemudian dilakukan uji coba terhadap irigasi sprinkle dengan menggunakan pompa 67 Watt yang terdiri dari 3 *sprinkle* tipe *adjustable sprinkler*. Berikut gambar dari saluran irigasi *sprinkle*.



Gambar 5. Saluran irigasi *sprinkle*



Gambar 6. Aplikasi *smarkle* berbasis IoT untuk pemantauan dan pengendalian lahan

Aplikasi SMARKLE terdiri dari 3 *tools* yaitu *tools* untuk sensor, pompa, dan tentang aplikasi. Pada *tools* sensor terdapat 7 tampilan data yang terdiri dari 6 data untuk masing-masing sensor dan 1 data untuk hasil rata-rata kelembapan tanah dari 6 sensor. *Tools* pompa berisi pengaturan otomatisasi pada pompa, dan untuk *tools* tentang aplikasi dijelaskan secara singkat tentang SMARKLE itu sendiri. Dari pemrograman Arduino uno atmega disambungkan ke aplikasi dimana pembuatan aplikasi dilakukan dengan kodular.

Pada percobaan di lahan seluas 6 m<sup>2</sup> dengan aki 60 A dapat digunakan selama 3 jam secara terus menerus namun pada sistem irigasi ini listrik yang dihasilkan akan digunakan berdasarkan nilai kelembapan tanah yang terukur oleh sensor *soil moisture*. Nilai kelembapan tanah dibawah 55% yang terdapat pada monitor aplikasi SMARKLE otomatis akan menyalakan pompa. Namun, jika nilai kelembapan tanah diatas 80% maka akan otomatis mematikan pompa. Berikut data hasil dari sensor kelembapan tanah yang tertera pada aplikasi SMARKLE.

Tabel 1. Data hasil sensor kelembapan tanah pada aplikasi *smarkle*

Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Rata-Rata
25,23	29,13	9,50	25,06	8,96	25,03	20,94
25,28	34,09	10,73	24,22	9,49	28,31	22,02
25,33	42,09	24,75	39,30	26,59	42,36	33,40

Pada percobaan 1, diakumulasikan data dari 6 sensor dengan rata-rata bernilai 20,49 maka secara otomatis pompa akan otomatis menyala. Pada percobaan 2, diakumulasikan data

dari 6 sensor dengan rata-rata bernilai 22,02 maka secara otomatis pompa akan otomatis menyala. Pada percobaan 3, diakumulasikan data dari 6 sensor dengan rata-rata bernilai 33,40 maka secara otomatis pompa akan otomatis menyala.

Oleh karena itu dapat disimpulkan, bahwa rata-rata nilai kelembaban tanah dari 3 percobaan adalah 25,30 yang menyebabkan pompa otomatis menyala. Dalam rata-rata kelembaban tanah tersebut, bahwasannya nilai tersebut menunjukkan dalam kategori kondisi tanah yang basah.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa adanya sebuah ide Rancang Bangun Sistem Irigasi Sprinkle Berbasis IoT (Internet of Things) pada Tanaman untuk pengaturan jarak jauh lahan pertanian yaitu pompa irigasi sprinkle dengan berpacu pada data hasil sensor kelembapan tanah berbasis aplikasi pada smartphone yaitu SMARKLE. Tampilan di dalam SMARKLE ini terdiri dari 3 tools yaitu tools untuk sensor, pompa, dan tentang aplikasi. Pada tools sensor terdapat 7 tampilan data yang terdiri dari 6 data untuk masing-masing sensor dan 1 data untuk hasil rata-rata kelembapan tanah dari 6 sensor. Tools pompa berisi pengaturan otomatisasi pada pompa, dan untuk tools tentang aplikasi dijelaskan secara singkat tentang SMARKLE itu sendiri. Dari pemrograman Arduino ATMEGA 2560 disambungkan ke aplikasi dimana pembuatan aplikasi dilakukan dengan kodular. Hal ini akan sangat memudahkan petani dalam melakukan pemantauan lahan pertaniannya dalam jarak jauh dan pertumbuhan tanaman khususnya cabai dapat terkontrol dengan baik. Serta memberikan impact pada alat yang efektif, efisien juga mudah digunakan serta dikendalikan oleh siapapun. Pada percobaan yang sudah dilakukan pada lahan seluas 6m<sup>2</sup> dengan aki 60 A dengan 6 sensor didapatkan data dari 3 percobaan dengan rata-rata nilai 25,30 yang menyebabkan pompa otomatis menyala. Dengan nilai rata-rata tersebut dikategorikan dalam kondisi tanah yang basah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada DIKTI atas pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa, Tim Satgas PKM Universitas Jenderal Soedirman, teman-teman prodi Teknik Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Dosen Pendamping Dr. Ardiansyah, S.TP., M.Si sehingga pelaksanaan pembuatan dan perancangan sistem irigasi *sprinkle* ini dapat berjalan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Haryati, U. (2014). Teknologi Irigasi Suplemen untuk Adaptasi Perubahan Iklim pada Pertanian Lahan Kering. 8(1): 43-57.
- Khanna, A. & Kaur, S. (2019). Evolution of Internet of Things ( IoT ) and its Significant Impact in The Field of Precision Agriculture. ELSEVIER: Computers and Electronics in Agriculture. 157: 218–231.
- Luckytasari, Dona Dwi. (2017). Perencanaan Jaringan Irigasi Pancar (Sprinkler Irrigation) Pada Tanaman Cabai (*Capsium annum L.*) Di Desa Sumberkima Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng Provinsi Bali. Universitas Brawijaya, Malang.
- Maarif, Samsul, Eko Noerhayati, dan Azizah Rachmawati. (2019). Studi Alternatif Perencanaan Jaringan Irigasi Curah (Sprinkler Irrigation) Berbasis Gravitasi Di Desa Poncokusumo. Jurnal Rekayasa Sipil. 7(1): 43–52.

- Rahman, F. (2017). Analisis Kekeringan pada Lahan Pertanian Menggunakan Metode NDDI dan PERKA BNPB No 02 Tahun 2012. 6(4): 274-284.
- Ray, P. P. (2017). Internet of Things for Smart Agriculture: Technologies , Practices and Future Direction. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments* 9. 9: 395–420.
- Rejekiningrum, Popi, dan Budi Kertiwa. (2018). Pengembangan sistem irigasi pompa tenaga surya hemat air dan energi untuk antisipasi perubahan iklim di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 41(2): 59-71.
- Saptomo, S. K. (2013). Irigasi Curah Otomatis Berbasis Sistem Pengendali Mikro. 8(2): 115-125.
- Saputro, I. A., Suseno, J. E. and Widodo, E. (2017). Rancang bangun sistem pengaturan kelembaban tanah secara real time menggunakan mikrokontroler dan diakses di web. *Youngster Physics Journal*. 6(1): 40–47.
- Setiadi, David, dan Muhamad Nurdin Abdul Muhaemin. (2018). Penerapan Internet Of Things (IoT) Pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi). *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*. 3(2): 95–102.
- Sinaga, Fachrul Amri, Eko Noerhayati, dan Bambang Suprpto. (2019). Kajian Buka-an Pintu Air Otomatis Berbasis Mikrokontroler Uno Arduino Terhadap Bilangan Froude Saluran Terbuka Segiempat. *Jurnal Rekayasa Sipil*. 7(1): 23–32.
- Sintia, W., Hamdani, D. and Risdianto, E. (2018). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Suhu Udara Berbasis GSM SIM900A DAN ARDUINO UNO. *Jurnal Kumparan Fisika*. 1(2): 60–65.
- Sirait dan Maryati. (2018). Sistem Kontrol Irigasi Sprinkler Otomatis Bertenaga Surya di Kelompok Tani Kecamatan Meureubo Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Irigasi*. 3(1): 55-66.
- Tusi dan Lanya. (2016). Rancangan Irigasi Sprinkler Portable Tanaman Pakchoy (Design Portable Sprinkler for Pakchoy Plant). *Jurnal Teknik Pertanian*. 11(1): 43-54.
- Tzounis, A., Katsoulas, N. & Bartzanas, T. (2017). Internet of Things in Agriculture, Recent Advances and Future Challenges. *ELSEVIER: Biosystems Engineering*. 164: 31–48.
- Wahyudi, Noerhayati, dan Rachmawati. (2020). Sistem Kinerja Alat Irigasi Curah (Sprinkler) Berbasis Mikrokontroler IoT (Internet of Things). *Jurnal Teknik Sipil*. 7(2): 1-10.

## RANCANG BANGUN NANOFARM SEBAGAI POTENSI BERTANAM PRAKTIS

### *Design Nanofarm as A Practical Cultivation Potensial*

Atikah Nur Putranto<sup>1\*</sup>, Amantun Nisa Setiowati<sup>2</sup>, Monica Achir Putri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Pertanian - Fakultas Pertanian - Universitas Jenderal Soedirman

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Pertanian - Fakultas Pertanian - Universitas Jenderal Soedirman

<sup>3</sup>Jurusan Teknologi Pertanian - Fakultas Pertanian - Universitas Jenderal Soedirman

\*Korespondensi, Email: [atikah.putranto@mhs.unsoed.ac.id](mailto:atikah.putranto@mhs.unsoed.ac.id)

DOI:<http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2021.2.2.4771>

Naskah ini diterima pada 02 September 2021; revisi pada 09 September 2021;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 20 November 2021

### ABSTRAK

*Nanofarm* adalah sebuah alat berbentuk balok yang dapat membantu petani dalam menanam sayuran berusia pendek. Alat ini menawarkan kemudahan bercocok tanam berupa sistem kontrol otomatis sehingga tanpa memerlukan perhatian khusus pun tanaman dapat tumbuh dengan baik. Sistem kontrol yang terdapat pada nanofarm adalah fitur pengatur irigasi, kelembapan tanah, suhu udara, dan pencahayaan. Pembuatan desain gambar menggunakan *Solidwork* serta *coding* yang dilakukan menggunakan *Microsoft Visual Studio 2016*. Pengambilan data dilakukan untuk mengetahui parameter-parameter yang sesuai dengan kondisi tanaman yang akan ditanam dalam alat berbentuk balok dengan ukuran 50×45×70 cm. *Nanofarm* mampu mendukung *urban agriculture* dan pertanian presisi dalam masyarakat luas khususnya masyarakat perkotaan dengan lahan terbatas.

**Kata kunci:** irigasi, otomatis, perkotaan, pertanian, sayuran.

### ABSTRACT

*Nanofarm* is a block-shaped device that can help farmers grow short-lived vegetables. This tool offers easy farming in the form of an automatic control system so that without requiring special attention plants can grow well. The control system contained in the nanofarm is a feature of regulating irrigation, soil moisture, air temperature, and lighting. Drawing designs using *Solidwork* and coding using *Microsoft Visual Studio 2016*. Data retrieval was carried out to determine the parameters according to the conditions of the plants to be planted in a beam-shaped tool with a size of 50×45×70 cm. *Nanofarm* is able to support urban agriculture and precision agriculture in the wider community, especially urban communities with limited land.

**Keywords:** agriculture, auto, irrigation, urban, vegetable.

### PENDAHULUAN

Lahan memiliki fungsi beragam, mulai dari pemukiman, mata pencaharian, hingga tempat hiburan. Tak heran keberadaan lahan menjadi hal yang penting untuk pengadaan suatu kegiatan. Kebutuhan lahan akan terus meningkat seiring dengan pertambahan penduduk. Hal ini menyebabkan lahan guna kebutuhan pertanian dialihfungsikan. Alih fungsi lahan pertanian menimbulkan berkurangnya lahan pertanian sehingga produksi pun menurun (Ayu, 2018). Melaksanakan program perluasan areal pertanian dirasa cukup sulit karena memerlukan biaya yang besar serta waktu yang cukup panjang (Ridwan, 2013).

Selain kelangkaan lahan, terdapat perkara terkait rantai pasok atau *supply chain* yang harus melalui banyak komponen dari pemasok hingga sampai ke tangan konsumen dimana setiap tahap melibatkan banyak pihak (Talumewo, 2014). Hal ini menyebabkan pendistribusian yang cukup lama serta potensi penurunan kualitas. Perlu suatu upaya yang bisa memotong jalur dan mempersingkat pendistribusian bahan pangan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu memanfaatkan lahan secara optimal. Lahan yang sempit tetap dapat digunakan untuk produksi pertanian dengan menggunakan alat bernama *nanofarm*. *Nanofarm* merupakan alat berbentuk balok yang berfungsi untuk menanam tanaman berusia pendek tanpa memerlukan lahan yang luas. *Nanofarm* menawarkan kemudahan menanam berupa sistem kontrol otomatis serta nilai estetika sehingga dapat berfungsi sebagai hiasan.

Nanofarm dapat digunakan tidak hanya oleh petani tetapi juga masyarakat awam yang memiliki hobi menanam. Masyarakat perkotaan, salah satunya, yang tidak memiliki lahan luas dan waktu senggang bisa memanfaatkan *nanofarm* untuk menanam sayuran di rumah. Dapat dikatakan masyarakat perkotaan menerapkan kegiatan yang disebut *urban agriculture* karena dalam kegiatannya mulai dari pertumbuhan, pengolahan, hingga distribusi secara intensif dilakukan di perkotaan (Fauzi, 2016).

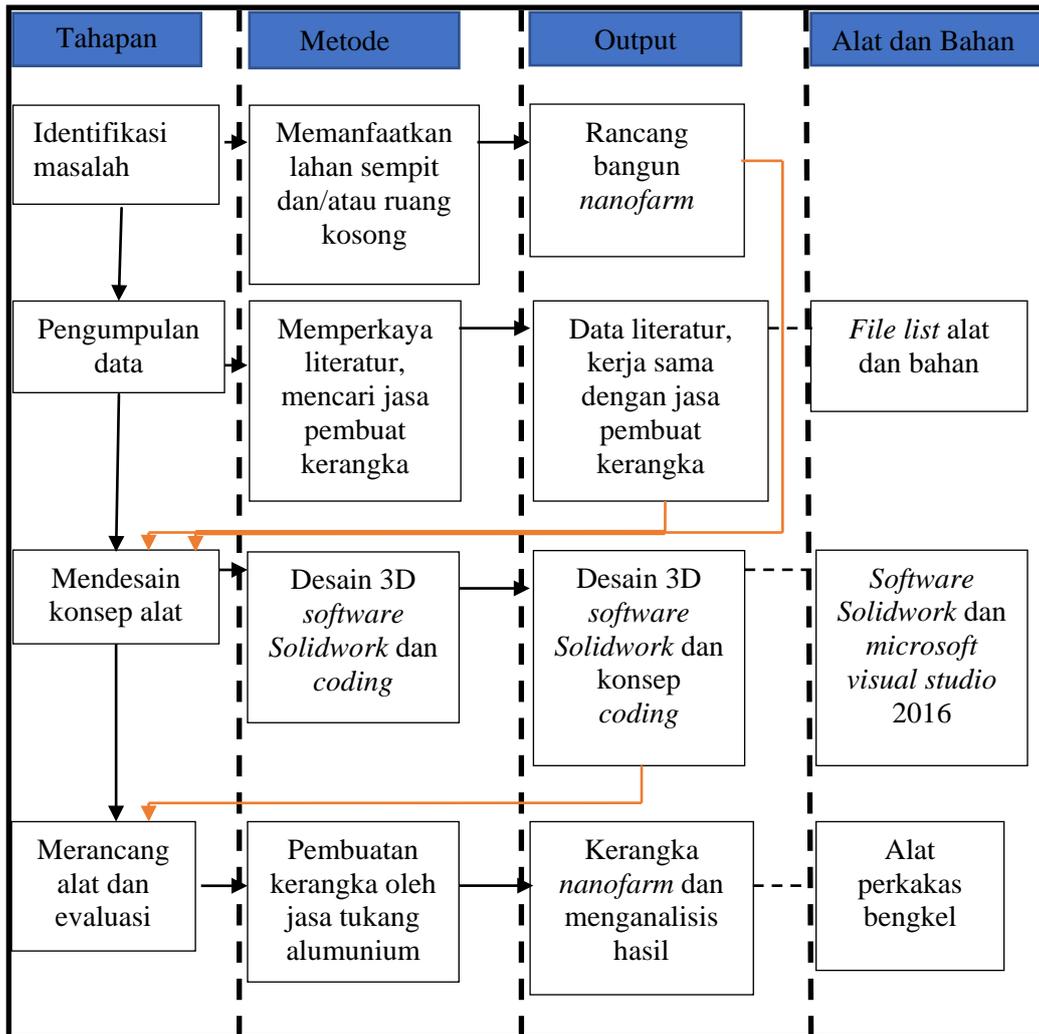
## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk merancang bangun *nanofarm* yaitu alumunium, kaca, dan perkakas perbengkelan, seperti bor listrik dan solder. Sedangkan untuk rangkaian sistem kendali otomatis berupa arduino mega 2560, kabel jumper, relay, sensor LDR, sensor kelembapan tanah, sensor suhu, pompa air DC, dan kipas AC.

### Metode Penelitian

Pada penelitian ini, kami menggunakan tanaman sayur berusia pendek untuk uji coba. Kami menggunakan arduino mega 2560 sebagai mikrokontroler dan LCD untuk menampilkan data kondisi lingkungan yang diambil melalui sensor-sensor yang terpasang. Data tersebut selanjutnya akan disimpan dalam *micro SD* setiap sepuluh menit. Data yang tersimpan akan digunakan untuk pengambilan tindakan pengontrolan sistem berupa menyalakan lampu, menyedot air, dan menyalakan kipas.



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

Gambar 1 menunjukkan alur metode penelitian yang dilaksanakan dimana kegiatan diawali dengan mengidentifikasi masalah. Identifikasi masalah ini dikaitkan dengan permasalahan terkait memanfaatkan lahan sempit lalu dilanjutkan dengan tahap pengumpulan data yang diperoleh melalui studi literatur.

Setelah data-data dikumpulkan, tahap berikutnya yaitu merancang desain 3D kerangka luar *nanofarm* menggunakan perangkat lunak *Solidworks* serta analisis *coding* menggunakan perangkat lunak *Microsoft Visual Studio 2016*. Kemudian, tahap yang harus diselesaikan adalah membangun kerangka luar *nanofarm* dan merancang sistem. Uji coba dapat langsung dilaksanakan disertai evaluasi pada setiap tahap.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dalam tiga bagian. Bagian pertama adalah pengambilan data untuk mengetahui parameter-parameter yang sesuai dengan kondisi tanaman yang akan ditanam. Parameter-parameter tersebut adalah temperatur udara dan kelembapan tanah. Bagian kedua adalah mendesain kerangka balok hingga perangkaian sistem. Bagian ketiga yaitu uji coba. Uji coba pada penelitian ini menggunakan tanaman selada sehingga seluruh parameter disesuaikan dengan kebutuhan tanaman selada.



*Gambar 2. Kotak luar nanofarm*

Gambar 2 menunjukkan prototipe kerangka luar *nanofarm* yang telah dirancang. Luanan *nanofarm* ini berbentuk balok dengan ukuran 50×45×70 cm. Sistem kontrol akan diletakkan di bagian atas balok sementara tanaman akan ditanam di bawahnya. Di bagian belakang balok terdapat ruang penampungan air yang digunakan untuk menyiram tanaman.



*Gambar 3. Sistem yang bekerja di dalam alat*

Sistem yang selesai dipasang akan menghasilkan *output* seperti gambar 3. Lampu diatur agar menyala pada pukul enam pagi hingga lima sore. Kipas di sisi kiri akan menyala mengeluarkan udara di dalam kotak pada temperatur di atas 28°C sedangkan kipas di sisi kanan akan bekerja memasukkan udara dari luar kotak ketika temperatur di bawah 28°C. Pompa akan menyedot dan menyalurkan air melalui selang ke *sprinkle* untuk disemprotkan ke tanah ketika kelembapan tanah berada pada 50% dan akan berhenti ketika kelembapan tanah mencapai 80%.

Menilik hasil yang telah tercapai, *nanofarm* berpotensi meningkatkan produksi pertanian karena alat ini merupakan salah satu upaya budidaya tanaman dengan menggunakan sistem lingkungan terkendali. Lingkungan di luar tidak akan memengaruhi lingkungan di dalam *nanofarm* secara signifikan (Eu, 2019). Hasil produksi pertanian akan meningkat tanpa perlu menambah biaya modal pertanian secara berlebihan.

Alat ini bisa digunakan secara luas oleh petani maupun masyarakat awam serta menjadi solusi atau alternatif cara dalam menanam tanaman sayuran berusia pendek secara optimal. Selain untuk kegiatan bercocok tanam, alat ini juga praktis karena bersifat portabel atau mudah dipindahkan serta dapat dijadikan hiasan karena memiliki nilai estetika ketika diletakkan di dalam ruangan.

### KESIMPULAN

Sistem kendali otomatis pada *nanofarm* dapat memudahkan dalam bertanam praktis. Alat ini cocok untuk tanaman hijau berumur pendek dengan bentuk balok yang ukurannya sudah disesuaikan sehingga mampu menambah nilai estetika dalam ruangan dan/atau luar ruangan. *Nanofarm* mampu mendukung *urban agriculture* dan pertanian presisi dalam aspek penggunaannya bagi masyarakat perkotaan maupun masyarakat luas.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ayu, Isdiyana K. & Heriawanto. (2018). Perlindungan Hukum terhadap Lahan Pertanian Akibat Terjadinya Alih Fungsi Lahan di Indonesia. *Jurnal Ketahanan Pangan*, 2(2), 122-130.
- Eu, K. S., Ang, C. H., Lee, T. K., Tay, T. T., Goh, Y. H., & Teoh, C. Y. (2019). Tomato Automation Cultivation System: Automatize Watering and Fertilizer Based on Sensory Information. *MATEC Web of Conferences* 255(2), 02006. doi: 10.1051/mateconf/201925502006.
- Fauzi, A. R., Ichniarsyah, A. N., & Agustin H. (2016). Pertanian Perkotaan: Urgensi, Peranan, dan Praktik Terbaik. *Jurnal Agroteknologi*, 10(1), 49-62.
- Ridwan, Dadang. (2013). Model Jaringan Irigasi Tetes Berbasis Bahan Lokal untuk Pertanian Lahan Sempit. *Jurnal Irigasi*, 8(2), 90-98.
- Sariayu, M.V., Priyatman, H., & Sanjaya, B.W. (2017). Pengendali Suhu dan Kelembaban pada Tanaman Selada (*Lactuca sativa L*) dengan Sistem Aeroponik Berbasis Arduino Uno R3. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1), 1-6.
- Talumewo, P. O. E., Kawet, L., & Pondaag, J.J. (2014). Analisis Rantai Pasok Ketersediaan Bahan Baku di Industri Jasa Makanan Cepat Saji pada KFC Multimart Ranotana. *Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 2(3), 1584-1591. doi: <https://doi.org/10.35794/emba.2.3.2014.5918>.

## **PENAMBAHAN ZAT LILIN DAUN TALAS SEBAGAI KOMPONEN HIDROFOBİK DALAM MENURUNKAN NILAI WATER UPTAKE PADA *EDIBLE FILM* PATI SINGKONG**

*Addition of Taro Leaf Wax as a Hydrophobic Component in Reducing Water Uptake Value in Cassava Starch Edible Film*

**Hanisa Cindrawati<sup>1</sup>, Cantika Rayyan<sup>2</sup>, Panca Cahya Utami<sup>3</sup>, Rifah Ediati<sup>4\*</sup>**

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Jalan Dr. Soeparno No. 60, Karang Bawang, Grendeng, Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia

\* Email: rifah.ediati@unsoed.ac.id

DOI:<http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2021.2.2.4844>

Naskah ini diterima pada 19 September 2021; revisi pada 25 Oktober 2021;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 24 November 2021

### **ABSTRAK**

*Edible film* merupakan lapisan tipis berasal dari gabungan komponen lipid atau dari pati-patian. Pati merupakan salah satu polisakarida yang mudah terurai dan ketersediaannya banyak, dengan penambahan bahan yang bersifat hidrofobik pada *film* pati dapat meningkatkan ketahanan air pada *edible film* dengan memanfaatkan zat lilin daun talas. Daun talas banyak mengandung protein, memiliki sifat mekanik, dan permukaannya dilapisi dengan lilin anti air yang mengandung molekul hidrokarbon dimana lapisan tipis ini membuat daun tersebut relatif ringan. Hasil pengekstrakan zat lilin berupa serbuk yang disaring dan dikeringkan pada desikator, selanjutnya akan ditambahkan pada proses pembuatan *edible film* pati singkong. Selain itu, dalam pembuatan *edible film* dari campuran pati singkong, sorbitol, dan ekstrak zat lilin dari daun talas diperoleh karakteristik *edible film* dengan panjang 15,9 cm, lebar 5,5 cm, tanpa zat lilin daun talas memiliki massa 2,87 gram, berwarna bening, bertekstur halus, bergelembung, dan tidak rata dengan nilai *water uptake* 16,03%. Sedangkan *edible film* dengan penambahan lapisan dari ekstrak zat lilin daun talas memiliki karakteristik lebih tebal dengan massa 5,34 gram, permukaan tidak rata dan bergelombang, serta berwarna hijau gelap dan nilai *water uptake* 8,43%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan zat lilin daun talas memiliki sifat hidrofobik atau anti air dapat menahan daya serap air pada *edible film* pati singkong.

**Kata kunci:** *Edible film, Water uptake, Daun talas, Hidrofobik, Zat lilin*

### **ABSTRACT**

*Edible film* is a thin layer derived from a combination of lipid components or starches. Starch is one of the polysaccharides that is easily decomposed and its availability is abundant, with the addition of hydrophobic materials to the starch film, it can increase the water resistance of the edible film by utilizing taro leaf wax. Taro leaves contain a lot of protein, have mechanical properties, and the surface is coated with a water-repellent wax containing hydrocarbon molecules where this thin layer makes the leaves relatively light. The results of extracting the waxy substance are in the form of powder which is filtered and dried in a desiccator, which will then be added to the process of making edible film of cassava starch. In addition, in the manufacture of edible films from a mixture of cassava starch, sorbitol, and waxy extract from taro leaves, the characteristics of the edible film are 15.9 cm long, 5.5 cm wide, without taro leaf wax has a mass of 2.87 grams, Clear, smooth textured, bubbly, and uneven with a water uptake value of 16.03%. While the edible film with the

*addition of a layer of taro leaf wax extract has thicker characteristics with a mass of 5.34 grams, an uneven and wavy surface, and is dark green in color and a water uptake value of 8.43%. This shows that the addition of taro leaf wax has hydrophobic or water-repellent properties that can withstand water absorption in cassava starch edible films.*

**Keywords:** *Keywords: Edible film, Water uptake, Taro leaves, Hydrophobic, Wax*

## PENDAHULUAN

Banyak cara yang digunakan untuk menjaga mutu pangan salah satunya adalah pengemasan. Fungsi adanya pengemasan yaitu untuk menjaga kualitas dan mutu pangan, melindungi terhadap kontaminasi zat luar, dan mencegah kerusakan fisik maupun kimiawi pada pangan. Selain itu, adanya pengemasan juga bertujuan sebagai tempat untuk memudahkan dalam penyimpanan, pendistribusian, dan pengangkutan (Rachmayanti, 2015).

Saat ini, kemasan plastik menjadi jenis kemasan yang banyak digunakan. Penggunaan kemasan plastik yang sulit terurai oleh mikroba menyebabkan penumpukan sampah dan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Selain itu, plastik yang tersusun atas polimer-polimer kimia yang bereaksi dengan pangan dapat membahayakan kesehatan, sehingga dibutuhkan kemasan yang aman bagi lingkungan serta kesehatan salah satunya adalah penggunaan kemasan biodegradable berbentuk film. Kemasan film ini biasa disebut sebagai *edible film* yang merupakan lapisan tipis berbentuk lembaran dan berwarna bening serta dapat dimakan. *Edible film* alami atau ramah lingkungan berasal dari gabungan komponen lipid atau berasal dari pati-patian yang disebut sebagai green polymer. Pati merupakan salah satu jenis polisakarida yang mudah terurai dan ketersediaannya banyak, serta mudah didapatkan di alam dengan harga yang terjangkau. Selain itu, pati memiliki sifat yang dapat membentuk lapisan yang cukup kuat (Winarti, 2013).

Namun, pembuatan kemasan film berbahan pati masih tergolong lemah dalam segi elastisitas dan ketahanannya. Pada beberapa penelitian mengatakan bahwa film kemasan berbahan pati memiliki kelemahan karena memiliki sifat higroskopis atau menyerap air yang dapat mempercepat tumbuhnya bakteri, sehingga dibutuhkan penambahan bahan yang bersifat hidrofobik. Di sisi lain, penggunaan film kemasan berbahan pati membutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan formula yang sesuai pada berbagai produk pangan dengan memanfaatkan pati yang karakteristiknya cocok.

Oleh sebab itu, penambahan bahan yang bersifat hidrofobik (menolak air) pada film pati untuk meningkatkan ketahanan air pada *edible film* dapat memanfaatkan zat lilin daun talas. Daun talas memiliki sifat lilin yang dapat menahan air (hidrofobis) sehingga dapat meningkatkan ketahanan film kemasan yang dihasilkan dari pati. Menurut penelitian terdahulu mengenai kemasan pada penelitian kemasan berupa bioplastik menunjukkan bahwa bioplastik dari pati limbah kulit singkong-kitosan-glisierol memiliki ketahanan airnya sebesar 194,12% terhadap air yang optimum sedangkan apabila dibandingkan dengan plastik konvensional berbahan polipropilen masih sangat jauh dengan nilai water uptake sebesar 0,01% (Setiani *et al.*, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa ketahanan air pada film berbahan pati masih rendah jika dibandingkan dengan plastik konvensional (polipropilen). Oleh karena itu, pembuatan kemasan film berbahan pati dibutuhkan formula yang tepat salah satu alternatifnya adalah dengan penambahan komponen hidrofobik yaitu memanfaatkan zat lilin pada daun talas, sehingga dapat meningkatkan ketahanan kemasan *edible film* pati terhadap air yang dapat memperpanjang umur simpan bahan dalam kemasan *edible film* pati.

## METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain gelas ukur, cawan petri, pengaduk, panci pemanas, oven, gelas beaker, neraca analitik, lemari pendingin, desikator, alat refluks,

sendok *stainless*, termometer, pisau. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati singkong, *plastizicer* (sorbitol), daun talas, nheksana, *silica gel*, aquades.

#### **Ekstraksi zat lilin daun talas**

Daun talas dibersihkan dan dikering anginkan selama 1 minggu. Setelah itu, daun dipotong-potong kecil kemudian daun talas tersebut disiapkan sebanyak 100 gram dan direfluks dengan pelarut nheksana. Proses refluks dilakukan pada suhu 60°C selama 10 menit, setelah itu disaring dan filtratnya didiamkan pada suhu ruang selama 2 jam dan selanjutnya dimasukkan ke dalam pendingin selama 6 jam. Zat lilin hasil isolasi kemudian dilakukan pelelehan unruk mengetahui sifat zat lilin dengan cara dipanaskan dengan uap panas.

#### **Pembuatan *edible film***

Preparasi pembuatan *edible film* dimulai dengan menggunakan sampel pati singkong atau tapioka dengan konsentrasi 3% (b/v) atau 3g ditambahkan aquades hingga total campuran 100 ml, selanjutnya campuran dipanaskan dan diaduk hingga setengah membentuk gel ditambahkan sorbitol dengan konsentrasi 1,75 gram diaduk hingga terbentuk gelatinisasi. Setelah itu gel dicetak pada wadah, dikeringkan dalam oven suhu 70°C selama 8 jam hingga kering atau kurang lebih 2 hari pada tempat terbuka. Kemudian disimpan dalam wadah plastik berisi *silica gel*.

#### **Pelapisan *edible film* dengan zat lilin daun talas**

Proses pelapisan *film* dilakukan dengan melelehkan 2 g dari hasil ekstraksi zat lilin daun talas yang ditambahkan 15 ml (1 sdm) minyak. Setelah itu, dioleskan pada *edible film* hingga merata dan didiamkan agar pelapisan zat lilin dapat menempel dengan sempurna pada *film*.

#### **Pengujian sifat mekanik**

Pengujian sifat mekanik *edible film* meliputi uji kuat tarik, uji elongasi (perpanjangan), dan uji elastisitas. Hasil uji kuat tarik didapatkan dari hasil pembagian gaya tegangan dengan luas penampang. Metode yang digunakan berupa metode pendekatan dimana film direntangkan pada dua buah dan diberikan beban 60g, 120g, 180g selama 1 menit. Uji elongasi (perpanjangan) diperoleh dengan cara yang sama pada uji kuat tarik dan dinyatakan dalam presentase, sedangkan elastisitas adalah hasil perbandingan kuat tarik dengan elongitas.

#### **Pengujian *water uptake* (daya serap air)**

Uji ketahanan air *edible film* dilakukan uji daya serap air (*water uptake*) dengan menimbang berat awal sampel ( $W_0$ ) yang dimasukkan ke dalam wadah berisi aquades selama 10 detik. Sampel diangkat dari wadah berisi aquades dan air yang terdapat pada permukaan film dihilangkan dengan tisu, setelah itu dilakukan penimbangan. Sampel dimasukkan kembali ke dalam wadah yang berisi aquades selama 10 detik. Kemudian sampel diangkat dari wadah dan ditimbang kembali. Perendaman dan penimbangan dilakukan sampai diperoleh berat akhir konstan. Rumus yang digunakan untuk pengujian *water uptake*:

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Dimana:

W = berat *edible film* basah

$W_0$  = berat *edible film* kering

#### **Analisis data**

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan pembuatan *edible film* berbahan pati singkong sesuai formulasi pada penelitian sebelumnya yang ditambahkan formulasi ekstrak zat lilin daun talas, kemudian dilakukan uji daya serapan air (*water uptake*) dan uji sifat mekanik (kuat tarik, elongasi, dan elastisitas) pada *edible film* pati singkong yang dihasilkan. Hasil yang didapatkan kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan penelitian yang sudah ada.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ekstraksi zat lilin daun talas

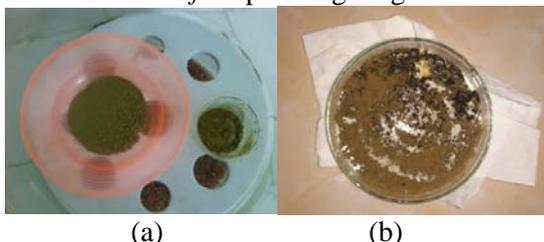
Daun talas banyak mengandung protein dan tumbuhan tingkat tinggi lainnya. Daun ini memiliki sifat anti-air dan tergolong bahan hidrofobik. Fenomena permukaan material ini disebut efek daun teratai yang merupakan bagian penting dari mekanisme pembersihan diri dari permukaan bahan hidrofobik. Bahkan jika tanaman tumbuh di tempat yang berlumpur, permukaan daun seperti ini akan tetap bersih. Kinerja tahan air terutama berasal dari lapisan lilin yang menutupi permukaan stratum korneum (kutikula).



Gambar 1. Daun talas.

Daun talas memiliki sifat mekanik yang mirip dengan daun teratai. Daun teratai dan daun talas memiliki tonjolan berukuran mikro dan nano, serta permukaannya dilapisi dengan lilin anti air yang mengandung molekul hidrokarbon dimana lapisan tipis ini membuat daun ini relatif ringan. Struktur daun ini menyebabkan cairan seperti air cenderung memantul atau menggelinding di permukaan daun. Dari penelitian menunjukkan cara menggunakan ekstrak daun talas dicampur dengan bahan dasar (dalam hal ini *edible film* pati singkong) untuk memanfaatkan sifat hidrofobitasnya. Jika hanya dibutuhkan sebagai pelapis permukaan, maka campuran ekstraksi zat lilin daun talas dapat dilakukan dengan disemprotkan pada permukaan benda tersebut (Rubiono *et al.*, 2020). Pada suatu penelitian, mengungkapkan gambar mikroskopis elektron dari permukaan daun talas memiliki mikrostruktur dua tingkat seperti sarang lebah. Pada penelitian tersebut menemukan bahwa sudut kontak statis yang diukur pada permukaan bioinspired bervariasi dengan dan variasi ini konsisten dengan model berbasis energi bebas untuk *droplet*, pergerakan tetesan dicatat pada daun dan permukaan bioinspired. Tetesan air pada daun talas melebihi angka kritis Weber ( $We \sim 1.1$ ) yang menunjukkan bahwa karakteristik ketahanan air pada daun talas luar biasa (Kumar dan Bhardwaj, 2020).

Lilin bersifat non-polar larut dengan baik dalam pelarut non-polar (polaritas rendah). Pada proses ekstraksi daun talas kering sebanyak 100 gram dengan pelarut sebanyak 500 ml didapatkan hasil ekstraksi berupa larutan berwarna hijau pekat pada ekstrak dengan pelarut n-heksana. Kemudian, dilakukan pengendapan pada suhu ruangan selama 2 jam dan di lemari pendingin selama 6 jam, sehingga didapatkan endapan zat lilin yang disebabkan oleh perbedaan titik beku lilin dan pelarut, sehingga lebih mudah untuk dipisahkan. Hasil pengekstrakan zat lilin berupa serbuk kemudian disaring dan dikeringkan pada desikator, untuk selanjutnya akan ditambahkan pada proses pembuatan *edible film* pati singkong.



(a)

(b)

Gambar 2(a). Hasil ekstraksi zat lilin daun talas. (b) Hasil ekstraksi daun talas saat meleleh.

Dari penelitian yang sudah ada mengenai zat lilin dari daun menunjukkan bahwa lilin alami merupakan senyawa lipid berdasarkan hasil FTIR, ditunjukkan dengan kisaran C-H gugus metil dan metilen yang berasal dari asam lemak rantai panjang. Selain itu, penyerapan gugus

C=O dan C-O meningkatkan keberadaan rantai asam lemak dalam senyawa lipid. Kehadiran rantai asam lemak ini diyakini memberikan zat lilin sifat anti air. Lilin alami tidak hanya terdiri dari rantai asam lemak yang panjang, tetapi juga bergabung dengan metabolit sekunder untuk memberikan gugus fungsi seperti O-H. Jumlah lilin daun sangat berpengaruh terhadap persentase massa air yang diserap suatu permukaan benda. Dapat dilihat bahwa semakin tinggi jumlah lilin yang digunakan, semakin rendah persentase massa air yang diserap. Semakin besar molekul lilin, semakin tebal dan seragam lapisan lilin, sehingga hidrofobisitas atau ketahanan air menjadi lebih kuat. Kekuatan anti air menjadi alasan mengapa permukaan menjadi sulit menyerap air, sehingga memiliki persentase penyerapan air yang rendah (Ramadhan *et al.*, 2020). Dari hasil ekstraksi daun talas yang sudah dilakukan, ditunjukkan pada **Gambar 2(b)**, bahwa hasil ekstraksi ketika dipanaskan dengan uap air panas akan meleleh dan kemudian mengeras kembali pada suhu ruangan. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat karakteristik lilin pada hasil ekstraksi daun talas. Hasil karakteristik zat lilin pada ekstrak daun talas disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil karakteristik ekstraksi zat lilin daun talas

Massa daun talas (gram)	Massa hasil ekstraksi (gram)	Warna	Titik leleh (°C)	Titik beku (°C)
100	2,20	Hijau tua kekuningan	100	32

**Edible film pati singkong**

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan yaitu dengan melarutkan 3 gram pati singkong dan aquades 100 ml, kemudian dipanaskan hingga mengental dan ditambahkan sorbitol dengan konsentrasi 1,75 gram. Kemudian pada penelitian sebelumnya bahwa semakin besar jumlah pati singkong maka kekuatan tarik *edible* semakin tinggi, hal ini disebabkan oleh sifat dari ikatan biopolimer pada gel pati singkong semakin kuat dengan semakin banyaknya pati. Semakin banyak jumlah pati singkong yang digunakan, maka kekuatan tarik *edible film* dengan *plasticizer* sorbitol semakin besar. Sementara itu dengan bertambahnya jumlah pati singkong, maka mulur atau elongasi *edible* turun kemudian naik, namun justru semakin naik mulurnya dengan penambahan *plasticizer*. Hal ini disebabkan sifat umum *plasticizer* yang fleksibel.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada pengujian permukaan daun talas terhadap *droplet*, dalam (Subagyo dan Muliadi, 2017) permukaan daun talas memiliki sifat superhidrofobis yang berarti bahwa sangat menolak air. Sifat hidrofobis (sangat tidak suka air) pada daun talas dikarenakan terdapat susunan mikro dan skala nano di permukaannya daunnya, hal ini sama seperti pada daun teratai yang dapat menahan air. Dalam (Kumar dan Bhardwaj, 2020) sifat pembasahan pada daun talas tidak memperlihatkan mikropilar konvensional (seperti pada daun teratai) dan morfologi daun talas menunjukkan struktur dua tingkat berbentuk heksagonal *microcavities* dengan struktur seperti sarang lebah.



Gambar 3. *Edible film* tanpa pelapis zat lilin daun talas.



Gambar 4. *Edible film* pelapis zat lilin daun talas.

Dari hasil pembuatan *edible film* pati singkong, didapatkan karakteristik *edible film* pada Gambar 3 berwarna bening, sedikit bergelembung, dan permukaannya pada kedua sisi yaitu halus dan tidak rata. Sedangkan pada *edible film* dengan penambahan lapisan zat lilin daun talas (Gambar 4) didapatkan karakteristik *film* lebih tebal, permukaannya yang tidak rata dan bergelombang, serta berwarna hijau gelap. Karakteristik *edible film* yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Karakteristik *edible film*

<i>Edible Film</i>	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Massa (gram)	Warna	Tekstur
Tanpa zat lilin daun talas	15,9	5,5	2,87	Bening	Halus, bergelembung, tidak rata
Penambahan zat lilin daun talas	15,9	5,5	5,34	Hijau gelap	Bergelombang, tidak rata

**Pengujian sifat mekanis *edible film* pati singkong**

Dari hasil penelitian pembuatan dan karakterisasi serta uji aktifitas *edible film* dari campuran pati singkong, sorbitol, dan ekstrak zat lilin daun talas yang telah dilakukan, kemudian dilakukan pengujian sifat mekanis diantaranya ppengujian kuat tarik *edible film* dengan memberikan beban pada *film* sebesar 60 gram, 120 gram, dan 180 gram selama 1 menit, kemudian diukur pepanjangan yang terjadi. Hasil pengukuran sifat mekanis *edible film* pada tabel berikut:

Tabel 3. Pengukuran perpanjangan *edible film*

No	Waktu (menit)	Massa beban (gram)	Panjang <i>edible film</i> (cm)	
			Tanpa penambahan zat lilin daun talas	Penambahan zat lilin daun talas
1	0 - 1	60	15,9	15,9
2	1 - 2	120	15,9	15,9
3	2 - 3	180	15,9	16

Tabel 4. Hasil uji sifat mekanis *edible film* pati singkong

No	Parameter	<i>Edible Film</i>	
		Tanpa penambahan zat lilin daun talas	Penambahan zat lilin daun talas
1	Kekuatan Tarik (MPa)	$20,17 \times 10^{-5}$	$20,13 \times 10^{-5}$
2	Elongasi (%)	0	0,63
3	Elastisitas (MPa)	0	$3,2 \times 10^{-4}$

Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh, *edible film* dari pati singkon tanpa pelapis zat lilin tidak mengalami perpanjangan, sedangkan pada *edible film* dengan pelapis zat lilin daun talas mengalami perpanjangan menjadi 16 cm. Hasil perpanjangan *edible film* digunakan untuk menentukan elongasi yang dinyatakan dengan persen, dimana selisih panjang akhir dan panjang awal dibagi dengan panjang awal kemudian dikalikan 100%. Kemudian pada parameter kekuatan tarik didapatkan dari hasil pembagian antara beban dengan luas area *edible film*. Pembebanan dalam pengujian kuat tarik ini didapatkan dengan metode pendekatan sehingga digunakan beban sebesar 60g, 120g, dan 180g. Untuk elastisitas dari *edible film* ditentukan dari perbandingan antara kuat tarik dan elongasi, pada penelitian ini dihasilkan nilai  $3,2 \times 10^{-4}$  MPa pada *edible film* dengan pelapis zat lilin. Berdasarkan hasil yang diperoleh apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu pada Setiani *et al.* (2013) dengan penelitian mengenai *edible film* pati sukun, kitosan, dan sorbitol memiliki kekuatan tarik 16,34 MPa, elongasi 6%, dan elastisitas 2,72 MPa. Kemudian pada penelitian Unsa dan Paramastri (2018) dengan formulasi pati bonggol pisang, sorbitol, dan asam asetat glasial menunjukkan nilai kekuatan tarik

1,6455 MPa, elongasi 21,607%, dan elastisitas 0,068 MPa. Perbedaan nilai dari data hasil uji yang dilakukan dengan penelitian sebelumnya menunjukkan nilai yang cukup jauh, hal ini dapat disebabkan karena adanya perbedaan formulasi *edible film* dan metode dalam melakukan pengujian.

#### Pengujian *water uptake*

Pengujian *water uptake* dilakukan dengan menimbang berat awal *edible film* tanpa dilapisi zat lilin dan berat awal *edible film* yang telah dilapisi dengan zat lilin daun talas. Sebelumnya, zat lilin daun talas sebanyak 2 gram dipanaskan pada uap air panas dan kemudian ditambahkan dengan 15 ml minyak. Kemudian dilapiskan pada *edible film*. Kemudian, *edible film* dicelupkan pada larutan akuades selama 10 detik dan dikeringkan dengan kain atau tisu. Percobaan dilakukan hingga berat *edible film* konstan kemudian dihitung massa *edible film* dengan berat akhir dikurang berat awal, dibagi dengan berat awal dikali 100%. Dari hasil penelitian pembuatan *edible film* dari campuran pati singkong, sorbitol, dan ekstrak zat lilin dari daun talas diperoleh karakteristik dan daya serap air (*water uptake*) sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil uji *water uptake edible film*

<i>Edible Film</i>	Massa awal (gram)	Massa 1 (gram)	Massa 2 (gram)	Massa 3 (gram)	Rata-rata massa basah (gram)	Daya Serap Air ( <i>Water Uptake</i> ) (%)
Tanpa zat lilin daun talas	2,87	3,11	3,28	3,59	3,33	16,03
Penambahan zat lilin daun talas	5,34	5,62	5,81	5,95	5,79	8,43

*Water uptake* (daya serap air) merupakan kemampuan suatu bahan dalam menyerap air. Dalam pembuatan *edible film*, *water uptake* digunakan sebagai indikator syarat pengujian pada *edible film* yang dihasilkan terhadap ketahanan air. Dalam Setiani, *et al.* (2013) ketebalan *edible film* berbanding lurus dengan *water uptake*nya, semakin tebal *edible film* yang dihasilkan, daya serap terhadap air semakin besar, serta semakin besar konsentrasi pati yang digunakan, nilai *water uptake*nya juga semakin besar karena kecenderungan pati mempunyai gugus hidroksil (OH) lebih banyak sehingga banyak menyerap air.

Bedasarkan hasil uji *water uptake* pada *edible* dengan pelapis zat lilin daun talas memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan *edible film* tanpa pelapis zat lilin. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil dari pelapisan zat lilin mampu menahan air pada *edible film* yang sebelumnya telah diteliti oleh Seitani *et al.* (2013) dengan formulasi pati sukun, kitosan, dan sorbitol memiliki nilai *water uptake* sebesar 212,98%. Unsa dan Paramastri (2018) juga meneliti *edible film* dengan formulasi pati bonggol pisang, sorbitol, dan asam asetat glasial hasilnya menunjukkan *water uptake* sebesar 55,31%. Pada penelitian *edible film* yang telah dilakukan Syahrums *et al* (2017) dengan formulasi pati biji cempedak, kitosan, dan gliserol menunjukkan hasil *water uptake* sebesar 62,74%. Pada penelitian ini zat lilin daun talas mampu mengurangi *water uptake* sebesar 7,6% sehingga *edible film* memiliki ketahanan terhadap penyerapan air dan mencegah kerusakan yang diakibatkan oleh penyerapan air.

## KESIMPULAN

Karakteristik ekstraksi zat lilin daun talas memiliki sifat sama dengan lilin yaitu mengeras atau berbentuk pada suhu ruang dan mencari saat dipanaskan. Penambahan zat lilin daun talas pada *edible film* pati singkong didapatkan bahwa dapat menurunkan nilai *water uptake* (daya serap air) film dengan nilai 8,43%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pelapisan zat lilin daun talas pada *edible film* pati singkong dapat menurunkan nilai penyerapan air pada *film*. *Edible film* dari campuran pati singkong, sorbitol, dan ekstrak zat lilin dari daun talas diperoleh karakteristik *edible film* tanpa zat lilin daun talas dengan panjang 15,9 cm, lebar 5,5

cm, massa 2,87 gram, berwarna bening, bertekstur halus, bergelembung, dan tidak rata dengan nilai *water uptake* 16,03%. Sedangkan *edible film* dengan penambahan lapisan dari ekstrak zat lilin daun talas memiliki karakteristik lebih tebal, permukaannya yang tidak rata dan bergelombang, serta berwarna hijau gelap dan nilai *water uptake* 8,43%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan zat lilin daun talas memiliki sifat hidrofobik atau anti air dapat menahan daya serap air pada *edible film* pati singkong.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia atas dana hibah yang telah diberikan melalui Program Kreativitas Mahasiswa 2021 dan Universitas Jenderal Soedirman yang telah memberikan bantuan serta dukungan selama berlangsungnya kegiatan PKM-RE 2021.

### DAFTAR PUSTAKA

- Kumar, M. dan Bhardwaj, R. (2020). Wetting Characteristics Of Colocasia Esculenta (Taro) Leaf And A Bioinspired Surface Thereof. *Scientific Reports*, 10(1), 1–15.
- Rachmayanti, W. P. (2015). *Karakterisasi Antimicrobial Film dari Ekstrak Kedelai dan Tapioka sebagai Bahan Pengemas Makanan*. Universitas Negeri Semarang.
- Ramadhan, A., Wardana, D., Fadhilah, R.A. dan Eddiyanto, E. (2020). Potensi Kandungan Zat Lilin Daun Pisang sebagai Spray Anti Air. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 14(1), 17-28.
- Rubiono, G., Sasongko, M., Siswanto, E. dan Wardana, I.N.G. (2020). Mungkinkah Memadukan Sifat Anti Air Daun Talas Dengan Karakter Fitokonstituen Anti Bakterial? (Kajian Efek Daun Talas Sebagai Dasar Studi Materi Antivirus/Antibakteri). In *SENASTER "Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan"*, 1(1).
- Setiani, W., Sudiarti, T. dan Rahmidar, L. (2013). Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Kimia Valensi*, 3(2), 100–109.
- Subagyo, R. dan Muliadi, D. (2017). Kaji Eksperimental Hidrofobisitas Daun Dengan Variasi Volume Dan Bahan Droplet. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 2(2), 113–125.
- Syahrum, S., Herawati, N. dan Efendi, R. (2017). Pemanfaatan Pati Biji Cempedak (Artocarpus Champeden) Untuk Pembuatan Edible Film. *Jom Faperta*, 4(2).
- Unsa, L.K. and Paramastri, G.A. (2018). Kajian Jenis Plasticizer Campuran Gliserol Dan Sorbitol Terhadap Sintesis Dan Karakterisasi Edible Film Pati Bonggol Pisang Sebagai Pengemas Buah Apel. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1), 35-47.
- Winarti, C. (2013). Teknologi Produksi Dan Aplikasi Pengemas Edible Antimikroba Berbasis Pati. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 31(3), 85–89.

## ANALISIS KUALITAS GARAM KROSOK PADA TEKNOLOGI GREENHOUSE TUNNEL DI KABUPATEN KEBUMEN

### *Analysis of The Quality of Krosok Salt in Greenhouse Tunnel Technology in Kebumen District*

Hilal Indra Kusuma Bhakti<sup>1)</sup>, Masrukhi<sup>1)</sup>, Riana Listanti<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Jalan Dr. Soeparno No. 60, Karang Bawang, Grendeng, Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia

\* Email: hilalindrakusumabhakti11@gmail.com

DOI:<http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2021.2.2.5047>

Naskah ini diterima pada 19 September 2021; revisi pada 25 Oktober 2021; disetujui untuk dipublikasikan pada 24 November 2021

#### ABSTRAK

Kebumen merupakan salah satu sentra produksi garam yang potensial di Jawa Tengah karena mempunyai banyak pantai yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku utama pembuatan garam. Kualitas garam di Kabupaten Kebumen masih belum mencapai hasil yang maksimal. Kualitas garam juga sangat dipengaruhi oleh faktor cuaca, seperti kecepatan angin, suhu, kelembaban udara dan intensitas cahaya. Oleh karena itu peneliti ingin mengetahui faktor yang mempengaruhi kualitas garam krosok di Kabupaten Kebumen serta menganalisis apakah garam krosok yang dihasilkan sudah sesuai dengan syarat sebagai bahan baku garam konsumsi. Penelitian dilakukan pada bulan juli sampai Oktober 2020 di Kabupaten Kebumen, penelitian dilakukan secara eksperimental pada dua tempat yakni pada KUGAR Jagad Kidul dan KUGAR Lestari Sejahtera dengan masing-masing memiliki jumlah dan luas tunnel yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kajian tentang Faktor yang mempengaruhi kualitas garam krosok dengan menggunakan analisis korelasi parsial pada jam 07.00, 12.00 dan 17.00 di kedua KUGAR menunjukkan korelasi yang bervariasi dari sangat kuat, kuat, cukup, lemah, dan sangat lemah antara kadar be dan iklim mikro (suhu air, suhu in, suhu out, RH in, RH out, kecepatan angin dan intensitas cahaya). Berdasarkan hasil uji kimia kadar NaCl dari KUGAR Jagad Kidul dan Lestari Sejahtera semuanya telah memenuhi syarat jumlah kadar air, untuk kadar Natrium Klorida (NaCl) pada KUGAR Jagad kidul telah memenuhi syarat sedangkan KUGAR Lestari sejahtera belum memenuhi syarat garam konsumsi karena nilai NaCl < 94%. Hasil analisis uji organoleptik dengan uji perbedaan segitiga pada kedua kugar tidak dapat menyatakan adanya perbedaan yang nyata baik bau, rasa dan warna.

**Kata kunci:** Garam Krosok, Iklim Mikro, Kadar Air, NaCl, Uji Organoleptik

#### ABSTRACT

Kebumen is one of the potential salt production centers in Central Java because it has many beaches that can be used as the main raw material for making salt. The quality of salt in Kebumen Regency has not yet reached its maximum results. Salt quality is also greatly influenced by weather factors, such as wind speed, temperature, humidity and light intensity. Therefore, researchers want to know the factors that affect the quality of krosok salt in Kebumen Regency and analyze whether the krosok salt produced is in accordance with the requirements as raw material for consumption salt. The study was conducted from July to October 2020 in Kebumen Regency, the research was conducted experimentally in two places, namely at KUGAR Jagad Kidul and KUGAR Lestari Sejahtera with each having a different number and area of tunnels. KUGAR Jagad Kidul has a total of 7 tunnels (1 reservoir, 5 extraction tables and 1 crystallization table) with a length of 15 meters, a width of 3

*meters and a height of 1.8 meters while KUGAR Lestari Sejahtera has a total of 11 tunnels (1 reservoir, 9 extraction tables and 1 crystallization table) with a length of 8 meters, a width of 3 meters and a height of 1.8 meters. The results showed that the study of the factors that affect the quality of krosok salt using partial correlation analysis at 07.00, 12.00 and 17.00 in both KUGAR showed correlations that varied from very strong, strong, moderate, weak, and very weak between levels of be and microclimate. (water temperature, temperature in, temperature out, RH in, RH out, wind speed and light intensity). The quality of krosok salt based on the results of chemical tests of NaCl levels from KUGAR Jagad Kidul all met the requirements for the amount of sodium chloride (NaCl), both with crystal salt and krosok salt each having a NaCl content of > 88%. The results of the chemical test of the water content of all KUGAR both Jagad Kidul and Lestari Sejahtera all met the requirements for the amount of water content, which was <7%. The results of the organoleptic test analysis with the triangular difference test on the two kugars could not state that there was a significant difference in smell, taste and color.*

**Keywords:** *Keywords: Krosok Salt, Microclimate, Water Content, NaCl, Organoleptic Test*

## PENDAHULUAN

Garam merupakan salah satu komoditas pertanian yang mempunyai potensi untuk dikembangkan, karena tingginya kebutuhan akan garam. Potensi Indonesia untuk menjadi penghasil garam sangat besar karena Indonesia mempunyai garis pantai dengan wilayah areal pantai paling luas sehingga mendukung untuk usaha pembuatan garam baik skala usaha kecil maupun skala industri. Potensi ini tidak diimbangi dengan peningkatan jumlah dan mutu produksi garam di Indonesia (Rositawati et al., 2013).

Produksi garam nasional di Indonesia rata-rata baru mencapai 60-70 ton per hektar per tahun sedangkan kebutuhan garam nasional kian mengalami kenaikan setiap tahunnya baik yang digunakan untuk konsumsi, untuk industri maupun untuk farmasi (Hidayat, 2011). Kebumen merupakan salah satu sentra produksi garam yang potensial di Jawa Tengah karena mempunyai banyak pantai yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku utama pembuatan garam. Menurut hasil observasi dan wawancara dengan kabid usaha perikanan menjelaskan, hingga kini terdapat 12 kelompok usaha garam dan satu Koperasi Mutiara Samudra Selatan. Adapun jumlah tambak garam di Kebumen sekitar 200 petak yang tersebar di Kecamatan Puring, Klirong, Ambal dan Mirit. Sedangkan luas petak tambak bervariasi mulai dari 5x7 meter hingga 25x10 meter dengan hasil produksi mencapai 20 ton sekali panen.

Saat ini di Kabupaten Kebumen telah ada 11 KUGAR yang terdaftar dan 2 KUGAR yang sedang dalam proses pendaftaran. Kelompok tersebut mengelola lahan total seluas 1.757 m<sup>2</sup> dan hingga Desember 2018 telah menghasilkan 14.530 kg garam (Listanti, et al., 2019). Hanya saja jumlah produksi yang dihasilkan masing-masing kelompok setiap kali panen bervariasi antara 60-750 kg per bulan. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Listanti et al., (2019) bahwa berdasarkan perkiraan laju pertumbuhan penduduk, maka pertumbuhan permintaan garam Kabupaten Kebumen dalam 5 tahun ke depan sekitar 4 ribu ton lebih per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa permintaan di Kabupaten Kebumen terhadap garam cukup menjanjikan.

Kualitas garam di Kabupaten Kebumen masih belum mencapai hasil yang maksimal, dikarenakan hasil laboratorium sebelumnya menunjukkan persentase kadar NaCl dari 6 KUGAR yang bervariasi mulai dari 91,92 % sampai dengan 98,52%. Perbedaan inilah yang menunjukkan kualitas garam di Kabupaten Kebumen belum semuanya memenuhi syarat untuk bahan industri maupun konsumsi dengan kadar NaCl 97,46%. Kualitas garam juga sangat dipengaruhi oleh faktor cuaca, seperti kecepatan angin, suhu, kelembaban udara dan intensitas cahaya. Oleh karena itu peneliti ingin mengetahui faktor yang mempengaruhi kualitas garam krosok di Kabupaten Kebumen serta menganalisis apakah garam krosok yang dihasilkan sudah sesuai dengan syarat sebagai bahan baku garam konsumsi.

## METODE PENELITIAN

### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Kebumen dan Hasil di Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman. Waktu pelaksanaan yaitu dimulai pada bulan Juli 2020 sampai Oktober 2020.

### B. Obyek Penelitian

Obyek penelitian yang dikaji adalah data iklim mikro (suhu air, suhu didalam *greenhouse*, suhu diluar *greenhouse*, RH diluar *greenhouse*, RH didalam *greenhouse*, kecepatan angin dan intensitas cahaya) dan kadar be pada jam 07.00, 12.00 dan 17.00, Uji kimia (kadar air dan NaCl) dilakukan untuk mengetahui kualitas garam berdasarkan kandungan senyawa kimia yang disesuaikan dengan standar nasional Indonesia dan menggunakan uji organoleptik (bau, rasa dan warna).

### C. Rancangan Pengambilan Sampel

Penelitian dilakukan secara eksperimental pada dua tempat yakni pada kelompok usaha garam (KUGAR) Jagad Kidul dan KUGAR Lestari Sejahtera dengan masing-masing memiliki jumlah dan luas tunnel yang berbeda. KUGAR Jagad Kidul memiliki jumlah tunnel 7 (1 tandon, 5 meja peminihan dan 1 meja kristalisasi) dengan panjang 15 meter, lebar 3 meter dan tinggi 1,8 meter sedangkan KUGAR Lestari Sejahtera memiliki jumlah tunnel 11 (1 tandon, 9 meja peminihan dan 1 meja kristalisasi) dengan panjang 8 meter, lebar 3 meter dan tinggi 1,8 meter dari awal air masuk ke tandon hingga masuk ke meja kristalisasi.

Pengukuran data dilakukan dengan mengukur data iklim mikro (suhu air, suhu didalam *greenhouse*, suhu diluar *greenhouse*, RH diluar *greenhouse*, RH didalam *greenhouse*, kecepatan angin dan intensitas cahaya) dan kadar be pada jam 07.00, 12.00 dan 17.00. Uji kimia (kadar air dan NaCl) dilakukan untuk mengetahui kualitas garam berdasarkan kandungan senyawa kimia yang disesuaikan dengan standar nasional Indonesia. Uji organoleptik dilakukan pada garam hasil panen dengan pengeringan 3,5,7 hari dengan 15 orang panelis dan dianalisis dengan uji perbedaan segitiga dengan formula penyajian (1) T376, P785 dan T548, penyajian (2) P574, T753 dan P387, selanjutnya dianalisis dengan uji perbedaan duo trio dengan formula penyajian (1) T376, P387 dan garam pasar, penyajian (2) T548, P574 dan garam pasar, penyajian (3) T753, P785 dan garam pasar.

### D. Analisis Data

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah data iklim mikro (suhu, intensitas cahaya, kelembaban, kecepatan angin dan salinitas), uji kimia (kadar air dan NaCl) dan uji organoleptik (bau, rasa dan warna) pada garam hasil panen dengan pengeringan 3,5 dan 7 hari.

1. Data iklim mikro (suhu air, suhu (didalam *greenhouse*), suhu (diluar *greenhouse*), RH (diluar *greenhouse*), RH ( didalam *greenhouse*), kecepatan angin dan intensitas cahaya).

Pengukuran dan pengambilan data suhu (air, didalam *greenhouse* dan diluar *greenhouse*) dan salinitas dilakukan secara langsung (*In situ*) dengan menggunakan alat termometer dan beumeter, kemudian pengambilan data intensitas cahaya, kelembaban udara dan kecepatan angin menggunakan luxmeter, digital termometer HTC-2 dan anemometer. Data diambil pada kolam penampungan air muda, air tua dan kolam kristalisasi pada teknologi *greenhouse tunnel* pada jam 07.00, 12.00 dan 17.00.

2. Uji kimia (kadar air dan NaCl)

Pengujian senyawa kimia yaitu kadar air, kadar NaCl dilakukan di Laboratorium Fakultas MIPA Universitas Jenderal Soedirman dengan metode titrasi dan hasilnya dianalisis secara deskriptif, kualitatif dan disesuaikan dengan standar mutu garam yang ditetapkan oleh badan standarisasi nasional.

- a. Kadar Air

Kadar air dapat dihitung menggunakan rumus (Sudarmadji *et al.*, 1989):

$$\text{Kadar Air Basis Basah (\%bb)} = \frac{W1-W2}{W0} \times 100\%$$

Dimana:

W1 = berat cawan + sampel sebelum di keringkan

W2 = berat cawan + sampel sesudah dikeringkan

W = berat sampel sebelum dikeringkan

#### b. Analisis Korelasi Parsial

Dalam analisis korelasi yang dicari adalah koefisien korelasi yaitu angka yang menyatakan derajat hubungan antara variabel independen (x) dengan variabel dependen (y) atau untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Analisis korelasi parsial digunakan untuk mengetahui kekuatan hubungan antara korelasi kedua variabel dimana variabel lainnya dianggap berpengaruh dikendalikan atau dibuat tetap. Menurut Sugiyono (2014) penentuan koefisien korelasi dengan metode analisis korelasi parsial /*pearson product moment* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{\{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\} - \{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\}}}$$

Keterangan:

r = koefisien korelasi *pearson*

n = banyaknya data/sampel

x= nilai variabel independen/bebas

y= nilai variable dependen

Sebagai bahan penafsiran terhadap koefisien korelasi yang ditemukan besar atau kecil, maka dapat berpedoman pada ketentuan berikut ini:

Interval Korelasi	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono (2014:250)

### 3. Uji Organoleptik (bau, rasa dan warna)

Uji organoleptik dilakukan pada garam hasil panen dengan pengeringan 3,5,7 hari dengan jumlah panelis sebanyak 15 orang (semi terlatih) dan selanjutnya dianalisis dengan uji perbedaan segitiga yang dilakukan secara kualitatif untuk mengetahui perbedaan kualitas atau mutu organoleptik garam dari 2 sampel garam yang diuji sedangkan analisis organoleptik dengan uji perbedaan dua trio dilakukan secara kualitatif untuk mengetahui mutu organoleptik garam yang sama dengan mutu garam acuan yaitu garam yang beredar dipasar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

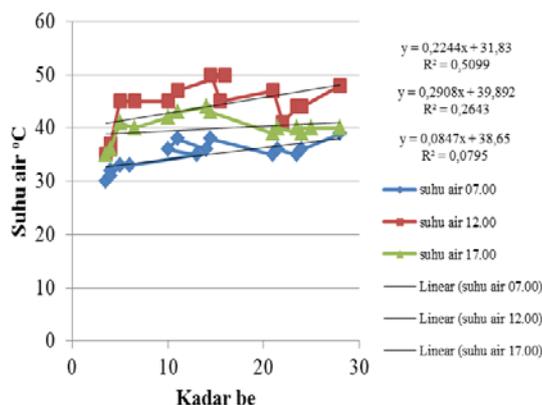
### A. Iklim Mikro

Proses produksi garam sangat bergantung pada faktor cuaca atau iklim. Kondisi cuaca menjadi salah satu penentu dalam proses penguapan air laut dalam proses pembuatan garam. Evaporasi air garam dapat tercapai jika didukung oleh radiasi surya serta bantuan iklim mikro

lainya seperti angin, suhu, kelembaban dan penyinaran matahari (intensitas cahaya) (Kumala, 2012).

Analisis korelasi parsial adalah studi mengenai ketergantungan atau hubungan variabel dependen (terikat) dengan satu atau lebih variabel independen (variabel bebas) dengan tujuan untuk mengestimasi atau memprediksi rata-rata populasi atau nilai rata-rata variabel independen yang diketahui (Gujarati, 2003). Analisis korelasi parsial dengan data variabel bergantung Y (data iklim mikro (suhu air, suhu (didalam *greenhouse*), suhu (diluar *greenhouse*), RH (diluar *greenhouse*), RH (didalam *greenhouse*), kecepatan angin dan intensitas cahaya) dan data variabel bebas X yakni kadar be.

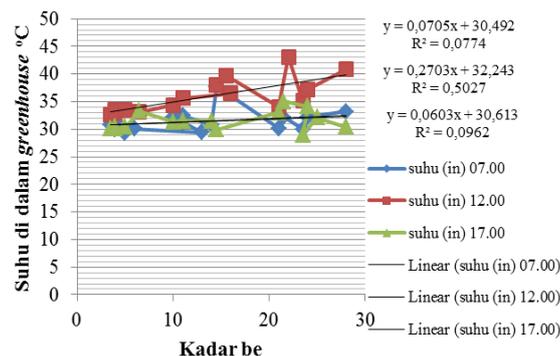
a. Suhu (air, didalam *greenhouse* dan diluar *greenhouse*)



Gambar 1. Hubungan suhu air dan kadar be (jagad kidul).

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,5099$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,5099} = 0,7141$ , Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,2643$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,2643} = 0,5141$ , Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 0,0795$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,0795} = 0,2819$ .

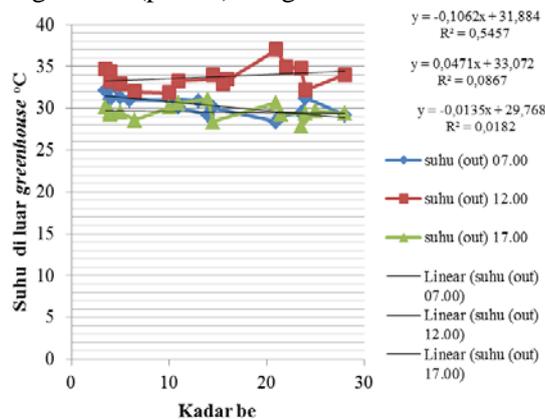
Berdasarkan analisis diatas suhu air pada jam 07.00 dan 12.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi kuat yang searah (positif), jam 17.00 menunjukkan hubungan korelasi cukup yang searah (positif) dengan kadar be.



Gambar 2. Hubungan suhu didalam Greenhouse dan kadar be (Jagad Kidul).

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,0774$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,0774} = 0,2782$ . Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,5027$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,5027} = 0,7091$ . Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 0,0962$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,0962} = 0,3101$ .

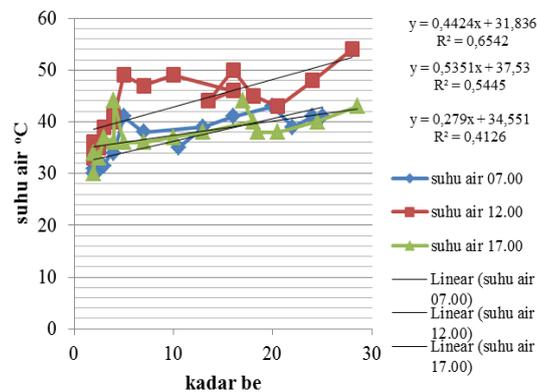
Berdasarkan analisis diatas suhu (didalam *greenhouse*) pada jam 07.00 dan 17.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi cukup yang searah (positif), jam 12.00 menunjukkan hubungan korelasi kuat yang searah (positif) dengan kadar be.



Gambar 3. Hubungan suhu di luar greenhouse dan kadar be (jagad kidul).

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,5457$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,5457} = 0,7387$ . Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,0867$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,0867} = 0,2944$ . Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 0,0962$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,0182} = 0,1349$ .

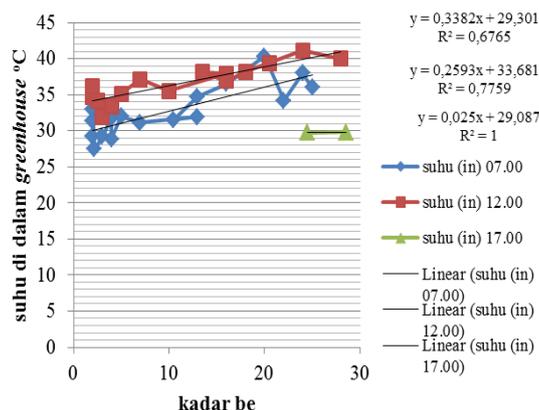
Berdasarkan analisis diatas suhu (di luar *greenhouse*) pada jam 07.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi kuat yang searah (positif), jam 12.00 menunjukkan hubungan korelasi cukup yang searah (positif) dengan kadar be dan pada jam 17.00 menunjukkan hubungan korelasi sangat lemah dengan kadar be.



Gambar 4. Hubungan suhu air dan kadar be (Lestari Sejahtera).

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,6542$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,6542} = 0,8088$ . Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,5445$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,5445} = 0,7379$ . Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 0,4126$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,4126} = 0,6423$ .

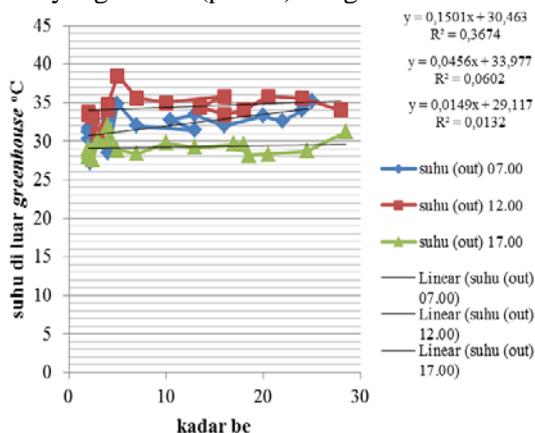
Berdasarkan analisis diatas suhu air pada jam 07.00 dan 12.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi sangat kuat yang searah (positif), jam 17.00 menunjukkan hubungan korelasi kuat yang searah (positif) dengan kadar be.



Gambar 5. Hubungan suhu di dalam greenhouse dan kadar be (Lestari Sejahtera).

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,6765$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,6765} = 0,8224$ . Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,7759$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,7759} = 0,8808$ . Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 1$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{1} = 1$ .

Berdasarkan analisis diatas suhu (di dalam *greenhouse*) pada jam 07.00 dan 12.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi sangat kuat yang searah (positif), jam 17.00 menunjukkan hubungan korelasi sempurna yang searah (positif) dengan kadar be.

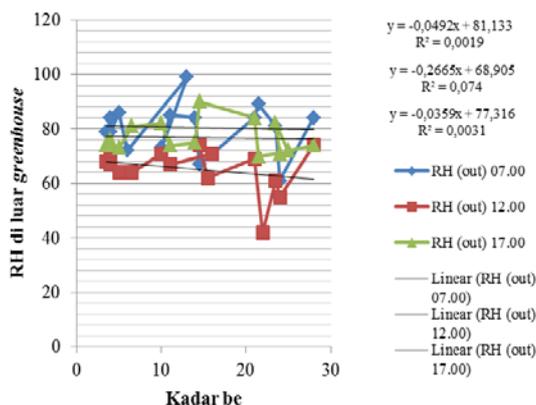


Gambar 6. Hubungan suhu di luar greenhouse dan kadar be (Lestari Sejahtera).

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,3674$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,3674} = 0,6061$ . Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,0602$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,0602} = 0,2453$ . Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 0,0132$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,0132} = 0,1148$ .

Berdasarkan analisis diatas suhu (di luar *greenhouse*) pada jam 07.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi kuat yang searah (positif) jam 12.00 dan 17.00 menunjukkan hubungan korelasi sangat lemah yang searah (positif) dengan kadar be.

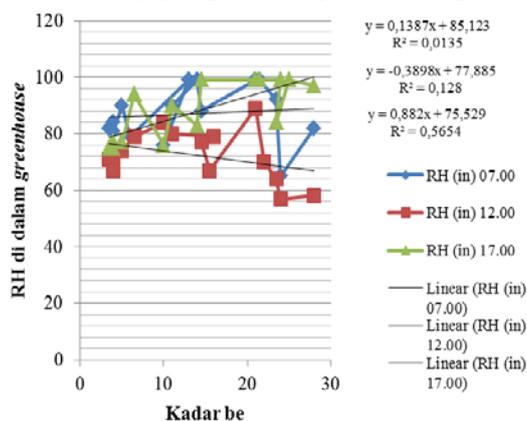
b. Kelembaban/RH (diluar *greenhouse* dan didalam *greenhouse*)



Gambar 7. Hubungan RH di luar greenhouse dan kadar be (jagad kidul).

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,0019$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,0019} = 0,0435$ . Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,074$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,074} = 0,272$ . Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 0,0031$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,0031} = 0,176$ .

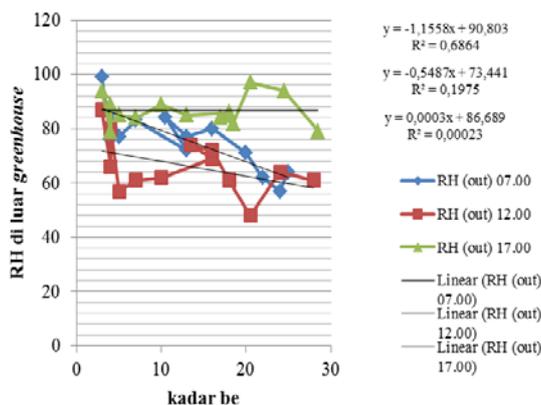
Berdasarkan analisis diatas RH (di luar *greenhouse*) pada jam 07.00 dan 17.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi sangat lemah yang searah (positif), jam 12.00 menunjukkan hubungan korelasi cukup yang searah (positif) dengan kadar be.



Gambar 8. Hubungan RH di dalam greenhouse dan kadar be (jagad kidul).

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,0135$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,0135} = 0,1161$ . Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,128$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,128} = 0,3577$ . Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 0,5654$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,5654} = 0,7519$ .

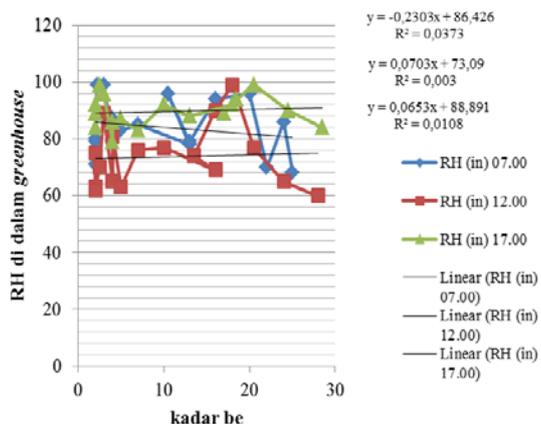
Berdasarkan analisis diatas RH (di dalam *greenhouse*) pada jam 07.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi sangat lemah yang searah (positif), jam 12.00 menunjukkan hubungan korelasi cukup yang searah (positif), jam 17.00 menunjukkan hubungan korelasi sangat kuat searah (positif) dengan kadar be.



Gambar 9. Hubungan RH di luar greenhouse dan kadar be (Lestari Sejahtera).

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,6864$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,6864} = 0,8284$ . Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,1972$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,1972} = 0,444$ . Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 0,00023$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,00023} = 0,0151$ .

Berdasarkan analisis diatas RH (di luar *greenhouse*) pada jam 07.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi sangat kuat yang searah (positif), jam 12.00 menunjukkan hubungan korelasi cukup yang searah (positif) dan pada jam 17.00 menunjukkan korelasi sangat lemah dengan kadar be.

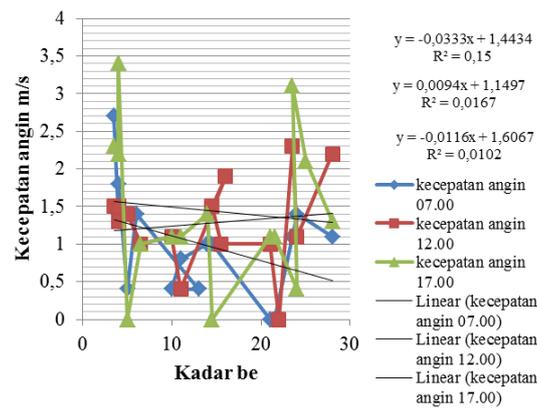


Gambar 10. Hubungan RH di dalam greenhouse dan kadar be (Lestari Sejahtera).

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,0373$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,0373} = 0,1931$ . Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,003$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,003} = 0,0547$ . Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 0,0108$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,0108} = 0,1039$ .

Berdasarkan analisis diatas bahwa RH (di dalam *greenhouse*) pada jam 07.00, 12.00 dan 17.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi sangat lemah yang searah (positif) dengan kadar be.

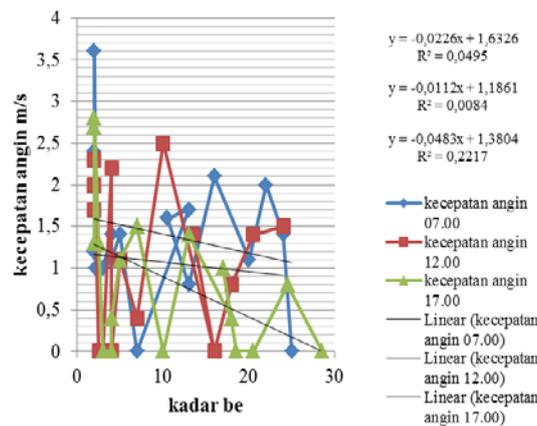
### 3. Kecepatan angin



Gambar 11. Hubungan kecepatan angin dan kadar be (jagad kidul)

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,15$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,15} = 0,387$ . Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,0167$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,0167} = 0,1292$ . Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 0,0102$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,0102} = 0,101$ .

Berdasarkan analisis diatas kecepatan angin pada jam 07.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi cukup yang searah (positif) sedangkan pada jam 12.00 dan 17.00 menunjukkan hubungan korelasi sangat lemah yang searah (positif) dengan kadar be.

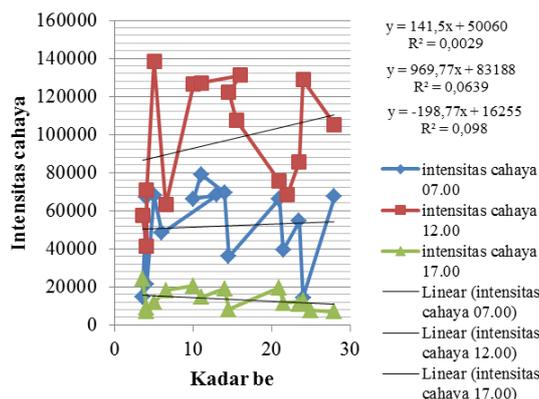


Gambar 12. Hubungan kecepatan angin dan kadar be (Lestari Sejahtera).

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,0495$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,0495} = 0,2224$ . Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,0084$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,0084} = 0,0916$ . Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 0,2217$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,2217} = 0,4708$ .

Berdasarkan analisis diatas bahwa kecepatan angin pada jam 07.00 dan 12.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi sangat lemah yang searah (positif), jam 17.00 menunjukkan hubungan korelasi cukup yang searah (positif) dengan kadar be.

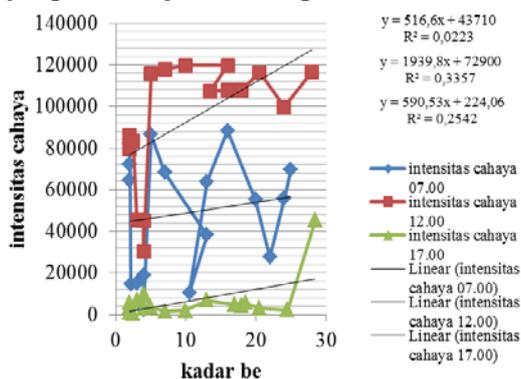
d. Intensitas cahaya



Gambar 13. Hubungan intensitas cahaya dan kadar be (jagad kidul).

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,0029$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,0029} = 0,0538$ . Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,0639$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,0639} = 0,2527$ . Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 0,098$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,098} = 0,3132$ .

Berdasarkan analisis diatas intensitas cahaya pada jam 07.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi sangat lemah yang searah (positif), jam 12.00 dan 17.00 menunjukkan hubungan korelasi cukup yang searah (positif) dengan kadar be.



Gambar 14. Hubungan intensitas cahaya dan kadar be (Lestari Sejahtera).

Nilai koefisien determinasi pada jam 07.00 yaitu  $R^2 = 0,0223$  dan nilai koefisien korelasinya  $R = \sqrt{0,0223} = 0,1493$ . Jam 12.00 yaitu  $R^2 = 0,2543$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,2543} = 0,5042$ . Jam 17.00 yaitu  $R^2 = 0,3357$  dan nilai korelasinya  $R = \sqrt{0,3357} = 0,5793$ .

Berdasarkan analisis diatas intensitas cahaya pada jam 07.00 menunjukkan tingkat hubungan korelasi sangat lemah yang searah (positif), jam 12.00 dan 17.00 menunjukkan hubungan korelasi kuat yang searah (positif) dengan kadar be.

## B. Analisis Mutu Kimia

Tabel 2. Analisis mutu kimia garam dari KUGAR lestari sejahtera dan jagad kidul.

Uji sampel	Kadar Air %	Kadar NaCl %
Jagad kidul	1,266	96,076
Lestari sejahtera	2,980	93,570

Tabel 3. Persyaratan mutu garam sesuai dengan standar nasional Indonesia.

No	Kriteria uji	satuan	Persyaratan mutu
----	--------------	--------	------------------

1.	Natrium Klorida (NaCl)	%	>94%
2.	Kadar Air	%	Maksimal 7%

1. Analisis Natrium Klorida (NaCl)

Berdasarkan hasil uji kimia kadar NaCl dari KUGAR Jagad Kidul telah memenuhi syarat jumlah NaCl yakni mempunyai kadar NaCl 96,076% sedangkan untuk KUGAR Lestari sejahtera mempunyai kadar NaCl 93,570% sehingga belum memenuhi syarat garam konsumsi.

2. Analisis Kadar Air

Berdasarkan hasil uji kimia kadar air dari semua KUGAR baik Jagad Kidul maupun Lestari Sejahtera semuanya telah memenuhi syarat jumlah kadar air, untuk KUGAR Jagad Kidul dengan jenis garam kristal dan krosok masing-masing mempunyai kadar air 1,264% dan 1,266% sedangkan untuk KUGAR Lestari sejahtera dengan jenis garam krosok mempunyai kadar air 2,980%.

**C. Analisis Organoleptik**

1. Uji Pembedaan Segitiga

*Tabel 4. Uji pembedaan segitiga (Lestari sejahtera).*

Panelis	Garam								
	Bau			Rasa			Warna		
	T376	T548	T753	T376	T548	T753	T376	T548	T753
Jumlah	4	1	4	1	2	2	0	1	2

*Tabel 5. Uji pembedaan segitiga (Jagad kidul).*

Panelis	Garam								
	Bau			Rasa			Warna		
	P387	P574	P785	P387	P574	P785	P387	P574	P785
Jumlah	1	1	0	7	1	4	1	1	4

Dari tabel 4 dan 5 dengan menggunakan tabel lampiran 4, maka untuk 15 orang panelis masing-masing diperlukan pendapat dari 9,10,12 orang pada tingkat 5%, 1% dan 0,1%, untuk menunjukkan adanya perbedaan. Dari hasil analisis dapat diambil kesimpulan untuk kriteria bau panelis tidak dapat menyatakan adanya perbedaan yang nyata pada kriteria rasa dan warna panelis tidak dapat memenuhi jumlah yang ditetapkan dalam uji pembedaan segitiga. Berdasarkan analisis tersebut semua aspek (bau, rasa dan warna) tidak dapat dinyatakan oleh panelis, hal itu karena kedua KUGAR menggunakan teknologi yang sama yaitu *green house tunnel*, karena lebih efektif terutama untuk mengatasi permasalahan produksi garam akibat curah hujan yang tinggi dan tidak menentu.

2. Hasil analisis organoleptik mutu garam melalui uji pembedaan duo trio.

*Tabel 6. Uji pembedaan duo trio (Lestari sejahtera).*

Panelis	Garam								
	Bau			Rasa			Warna		
	T376	T548	T753	T376	T548	T753	T376	T548	T753
Jumlah	14	14	14	14	14	14	15	15	15

*Tabel 7. Data uji pembedaan duo trio (Jagad kidul).*

Panelis	Garam								
	Bau			Rasa			Warna		
	P387	P574	P785	P387	P574	P785	P387	P574	P785
Jumlah	12	13	12	14	14	14	15	15	15

Keterangan :

T376 = Garam pengeringan 3 hari KUGAR lestari sejahtera  
T548 = Garam pengeringan 5 hari KUGAR lestari sejahtera  
T753 = Garam pengeringan 7 hari KUGAR lestari sejahtera  
P387 = Garam pengeringan 3 hari KUGAR jagad kidul  
P574 = Garam pengeringan 5 hari KUGAR jagad kidul  
P785 = Garam pengeringan 7 hari KUGAR jagad kidul

Dari data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk kriteria bau P387 dan P785 terdapat perbedaan pada tingkat 5% (berbeda tidak nyata), sedangkan untuk kriteria bau pada P574 terdapat perbedaan pada tingkat 1% (berbeda nyata) dan untuk kriteria bau pada T376, T548 dan T753 terdapat perbedaan pada tingkat 0,1% (berbeda sangat nyata), pada kriteria rasa semua sampel garam terdapat perbedaan (sangat nyata) pada tingkat 0,1% sedangkan untuk kriteria warna semua sampel garam terdapat perbedaan yang sempurna yakni pada tingkat maksimal atau berbeda semuanya dengan garam acuan atau yang beredar di pasar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis korelasi parsial menunjukkan adanya pengaruh iklim mikro terhadap kualitas garam krosok di Kabupaten Kebumen (kadar be).

Kualitas garam krosok di Kabupaten Kebumen berdasarkan hasil uji kimia kadar NaCl dari KUGAR Jagad Kidul yaitu 96,076% dengan kadar air 1,266% dan KUGAR Lestari Sejahtera yaitu 93,570% dengan kadar air 2,980. Uji organoleptik dengan uji perbedaan segitiga tidak dapat menyatakan adanya perbedaan yang nyata dan uji perbedaan duo trio menyatakan berbeda dengan garam acuan.

Kualitas garam krosok di Kabupaten Kebumen berdasarkan hasil uji kimia kadar NaCl dari KUGAR Jagad Kidul dan Lestari Sejahtera semuanya telah memenuhi syarat jumlah kadar air, kadar Natrium Klorida (NaCl) pada KUGAR Jagad kidul telah memenuhi syarat sedangkan KUGAR Lestari sejahtera belum memenuhi syarat garam konsumsi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Z. A. dan Susandini A. (2018). Media Produksi (Geomembrane) Dapat Meningkatkan Kualitas Dan Harga Jual Garam (Study Kasus : Ladang Garam Milik Rakyat Di Wilayah Madura). *Jurnal Eco-Entrepreneurship*. Vol 3 No 2.
- Alahudin, dkk. (2013). Kondisi Termal Bangunan *Greenhouse* dan *Screenhouse* pada Fakultas Pertanian Universitas Musamus Merauke. *Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha*, 2(1):16-27.
- Estiasih, T. (2009). *Kimia Dan Teknologi Pengolahan Pangan*. Malang : THP Universitas Brawijaya.
- Ghozali, Imam. (2005). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hernanto B., Kwartatmono D.N. (2001). *Teknologi Pembuatan dan Kendala Produksi Garam di Indonesia*. Prosiding Forum Pasar Garam Indonesia.
- Hidayat, R. (2011). *Rancang Bangun Alat Pemisah Garam dan Air Tawar Dengan Menggunakan Energi Matahari*. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Jumriati. (2017). *Analisis Tingkat Pendapatan Petani Garam Di Desa Soreang Kecamatan Mappakasunggu Kabupaten Takalar*. Skripsi. Makassar. Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Islam Universitas Islam Negeri Alauddin.

- Kartikasari, N. (2007). *Analisis Dampak Perubahan Curah Hujan, Luas Tambak Garam Dan Jumlah Petani Garam Terhadap Produksi Usaha Garam Rakyat Di Kecamatan Juwana Kabupaten Pati Periode 2003*. Journal. Universitas Diponegoro.
- Kumala, A.R., (2012). Analisis Pengaruh Curah Hujan terhadap Produktivitas Garam (Studi Kasus: Pegaraman I Sumenep, PT.Garam (Persero)), *Skripsi*, Departemen Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Lestina. (2016). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Produksi Garam Di Kabupaten Jeneponto. *Skripsi*. Makasar. Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Islam Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Listanti, R., Prasajo, H., & Setyawati, I. (2019). Analisis Kelayakan Usaha Garam Di Kabupaten Kebumen Guna Peningkatan Pendapatan Dan Kesejahteraan Petambak Garam. *Laporan Riset Unggulan Daerah*. Badan Perencanaan Dan Penelitian Dan Pengembangan Daerah Kabupaten Kebumen
- Purbani, D., (2013), *Proses Pembentukan Kristalisasi Garam*. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Nonhayati Badan Riset Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Sudarmadji, S. B. Haryono, & Suhardi. (1989). *Analisa Bahan Makanan Pertanian*. Penerbit Liberty. Yogyakarta.

## PEMURNIAN BIOGAS DENGAN METODE ADSORBSI PADA VARIASI WAKTU PEMURNIAN DAN LAJU ALIRAN MENGGUNAKAN ADSORBEN ARANG AKTIF DAN SILIKA GEL

*Biogas Purification with Adsorption Method on Variation of Time and Flow Rate using Activated Charcoal and Silica Gel as Adsorbent*

Abdul Mukhlis Ritonga<sup>1)\*</sup>, Masrukhi Masrukhi<sup>2)</sup>, Dewi Novita<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman  
Jl. Dr. Soeparno No. 61 Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia, 53123

\*Korespondensi Penulis: [abdul.ritonga@unsoed.ac.id](mailto:abdul.ritonga@unsoed.ac.id)

DOI:<http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2021.2.2.5170>

Naskah ini diterima pada 10 November 2021; revisi pada 15 November 2021;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 27 November 2021

### ABSTRAK

Pemurnian biogas merupakan upaya untuk meningkatkan nilai kalor biogas. Kandungan CO<sub>2</sub> dalam biogas menyebabkan nilai kalor biogas menjadi turun, sehingga perlu dilakukan pemurnian untuk menurunkan kadar gas CO<sub>2</sub> dan meningkatkan kadar gas CH<sub>4</sub>. Tujuan penelitian adalah 1) Untuk mengetahui pengaruh waktu pemurnian terhadap kualitas biogas, 2) Mengetahui pengaruh laju alir gas terhadap pemurnian terhadap kualitas biogas yang dihasilkan, dan 3) Menentukan lama waktu pemurnian dan laju alir gas terbaik untuk pemurnian biogas. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu waktu pemurnian (15, 20, dan 25 menit) dan laju alir gas (2,4, dan 6 L/menit) masing-masing diulang tiga kali, kemudian dianalisis data menggunakan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji DMRT. Hasil penelitian menunjukkan rasio C/N 19,46%, suhu substrat rata-rata 30,23°C, pH rata-rata 7,3, total padatan 7,217, dan padatan volatil 79,459. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan terhadap kadar metana, sedangkan kadar karbon dioksida tidak berpengaruh nyata. Waktu pemurnian dan laju alir biogas terbaik adalah 25 menit (178.018,01 ppm) dan 6 L/menit (474.744,3 ppm) karena menghasilkan kandungan metana tertinggi, sedangkan untuk kandungan karbon dioksida pada waktu pemurnian 20 menit (1201,62 ppm) dan laju aliran gas 4 L/menit (52.012,4 ppm) karena menghasilkan kadar karbon dioksida paling rendah.

**Kata kunci:** biogas, karbon dioksida, laju alir, metana, waktu pemurnian

### ABSTRACT

*Biogas purification is an effort to increase the calorific value of biogas. The CO<sub>2</sub> content in biogas causes the calorific value of the biogas to decrease, so it is necessary purification is carried out to reduce CO<sub>2</sub> gas levels and to increase gas levels CH<sub>4</sub>. The research objectives were 1) To determine the effect of refining time on quality biogas, 2) Knowing the effect of gas flow rate on purification on the quality of the biogas produced, and 3) Determine the duration of purification and the best gas flow rate for purification biogas. The research method used a completely randomized design (CRD) with two factors namely the purification time (15, 20, and 25 minutes) and the gas flow rate (2,4, and 6 L/min) respectively repeated three times, then analyzed the data using the ANOVA test and followed by the DMRT test. The results showed a C/N ratio of 19.46%, the average substrate temperature was 30.23°C, the average pH was 7.3, the total solid was 7.217, and volatile solid of 79.459. ANOVA test results show that there is a significant effect on methane content, while carbon dioxide content has no effect real. The best purification time and biogas flow rate were 25 minutes (178,018.01 ppm) and 6 L/minute (474,744.3 ppm) because it produces the highest methane content, while for the content carbon dioxide at a purification time of 20 minutes*

(1201.62 ppm) and a gas flow rate of 4 L/minute (52,012.4 ppm) due to produces the lowest levels of carbon dioxide.

**Keywords:** *biogas, carbon dioxide, flow rate, methane, purification time*

## PENDAHULUAN

Berdasarkan peraturan daerah provinsi Jawa Tengah Nomor 12 tahun 2018 (RUED), target energi baru terbarukan (EBT) Jawa Tengah pada tahun 2025 adalah 21,32% dengan realisasi EBT pada tahun 2018 sebesar 10,82% yang masih jauh dari yang ditargetkan. Sejalan dengan adanya pengembangan EBT tersebut, telah banyak sumber energi yang mulai dikembangkan dikarenakan semakin menipisnya cadangan minyak bumi. Salah satu sumber energi yang dikembangkan yaitu biogas sebagai salah satu energi alternatif yang ramah lingkungan dan mudah diaplikasikan.

Biogas adalah gas yang mudah terbakar dan berasal dari bahan-bahan organik yang difermentasi secara anaerob oleh bakteri (Pertiwinigrum, 2015). Secara prinsip, biogas terbentuk dari proses kimiawi yang melibatkan mikroorganisme (Wahyuni, 2013). Proses kimia tersebut yaitu dekomposisi bahan organik secara anaerobik yang menghasilkan sebagian besar gas karbondioksida dan metana (Megawati *et al.*, 2015). Jumlah karbondioksida dan metana dalam biogas akan mempengaruhi nilai kalor dari biogas yang dihasilkan, apabila jumlah karbondioksida lebih banyak dari metana maka nilai kalor pembakarannya akan menurun. Sebaliknya, apabila jumlah metana yang dihasilkan lebih banyak maka nilai kalor pembakarannya akan meningkat dan api yang dihasilkan berwarna biru (Burke, 2001). Salah satu upaya untuk meningkatkan kandungan metana dalam biogas adalah dengan pemurnian biogas. Pemurnian biogas bertujuan untuk menghilangkan gas-gas pengotor seperti karbondioksida, hidrogen sulfida, air, dan gas pengotor lainnya yang jumlahnya lebih sedikit. Hidrogen sulfida dalam biogas dapat membahayakan lingkungan karena bersifat racun, berbau, dan menyebabkan korosi. Senyawa air dalam biogas dapat menyebabkan titik nyala api menurun dan menimbulkan korosi pada peralatan pembakaran (Harihastuti *et al.*, 2014). Salah satu metode pemurnian yang banyak digunakan yaitu metode adsorpsi. Adsorpsi sendiri adalah suatu proses yang terjadi ketika fluida (gas atau cair) terikat pada suatu padatan dan membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan padatan tersebut (Syauqiah *et al.*, 2011). Bahan yang dipakai sebagai sumber adsorpsi misalnya arang aktif

Arang aktif adalah bahan adsorpsi yang berbentuk butiran atau serbuk dengan permukaan lapisan yang luas dan memiliki tarikan yang lebih kuat dalam menyerap kontaminan air. Arang aktif dapat digunakan untuk menjernihkan air dan menghilangkan bau busuk karena dapat menyerap berbagai jenis zat di dalam cairan maupun gas (Syauqiah *et al.*, 2011). Metode pemurnian menggunakan arang aktif telah banyak digunakan karena di samping harganya yang murah metode yang digunakanpun sederhana sehingga mudah digunakan (Hamdaoui *et al.*, 2006).

Adsorben lain yang dapat digunakan untuk pemurnian biogas adalah silika gel. Silika gel merupakan salah satu bahan kimia yang memiliki bentuk padatan dan dapat dibuat dari larutan silikat serta banyak digunakan sebagai adsorben (Hindryawati *et al.*, 2010). Selain sebagai adsorben silika gel juga sering digunakan pada makanan karena memiliki kemampuan untuk menyerap kelembaban untuk mencegah kerusakan pada makanan (Pristiyanto *et al.*, 2005). Karena adanya situs aktif pada permukaan, silika gel lazim digunakan sebagai penjerap atau bersifat adsorptif (Sulastru *et al.*, 2010). Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh waktu lama pemurnian terhadap kualitas biogas, mengetahui pengaruh laju aliran gas pada pemurnian terhadap kualitas biogas yang dihasilkan dan menentukan lama pemurnian dan laju aliran gas terbaik pada pemurnian biogas.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah unit digester (drum plastik, selang air, kran air, pipa paralon, *nipple*, plastik penampung biogas), timbangan, lem tembak, *cromatografi gas*, *syring*, *vacuum tube*, *flow meter*, alat pemurni biogas berbentuk tabung dengan diameter 15 cm dan tinggi 100 cm. Bahan yang digunakan adalah kotoran sapi dari *Exfarm* Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman, air, adsorben padat (arang aktif dan silika gel), lem pipa paralon, dan isi lem tembak

### Tahapan Penelitian

#### *Tahap Persiapan*

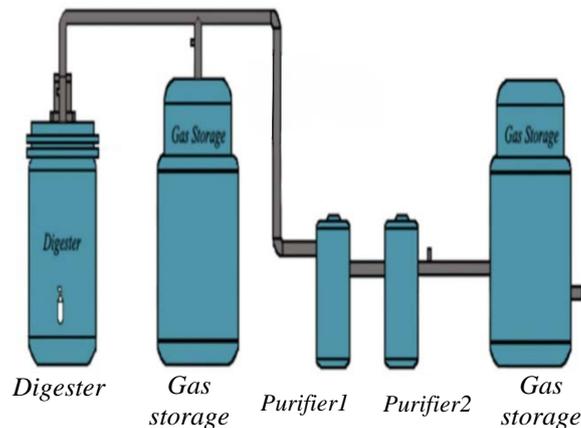
Pada tahap ini dilakukan penyediaan peralatan dan bahan untuk penelitian. Persiapan dimulai dari bahan baku dengan menyiapkan kotoran sapi, merakit instalasi biogas dan *metan purifier*. Pada tahapan ini juga dilakukan uji kebocoran terhadap digester yang digunakan.

#### *Tahap Pengukuran Awal*

Pada tahap ini dilakukan pengukuran variabel awal yang mempengaruhi pada proses fermentasi dan pembentukan biogas. Variabel awal yang diukur meliputi *C/N ratio*, *total solid*, dan *volatil solid*.

#### *Tahap Fermentasi Anaerob*

Pada tahap ini substrat berupa air dan kotoran sapi dimasukkan ke dalam digester, substrat tersebut dicampur dan diaduk hingga menyatu/homogen ke dalam digester yang telah dirakit. Pada tahap fermentasi dilakukan pengukuran suhu dan pH satu kali dalam 24 jam.



**Gambar 1.** Instalasi pemurnian biogas

#### *Tahap Penelitian Lanjutan*

Mengukur gas metana dan karbondioksida melalui proses pemurnian biogas berlapis menggunakan *metan purifier* dengan laju alir gas dan waktu fermentasi yang berbeda.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) 2 faktor dengan menggunakan faktor variasi lama pemurnian (15, 20, dan 25 menit) dan laju aliran biogas (2, 4, dan 6 l/menit) dengan 3 kali ulangan. Analisis data menggunakan *analysis of varians* (ANOVA) dengan taraf  $\alpha$  5% dilanjutkan dengan uji *duncan's multiple range test* (DMRT).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

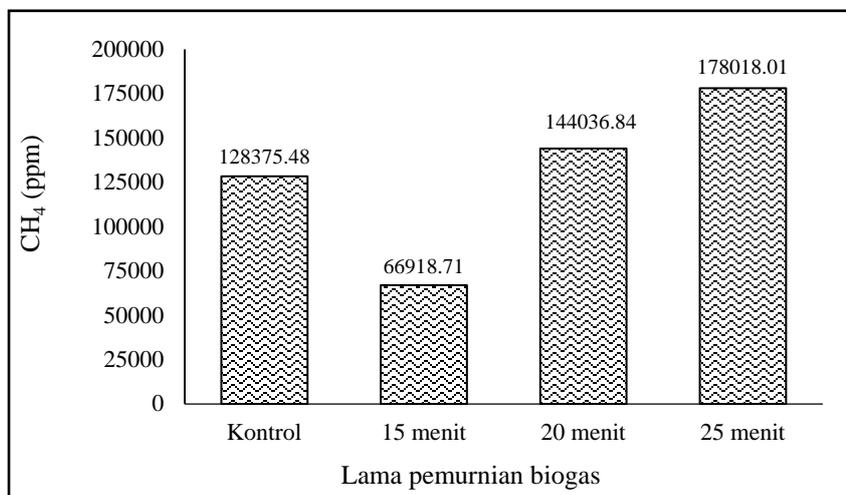
### Nilai Rasio C/N, pH, Total Solid, dan Volatile Solid Sebelum Pemurnian Biogas

Rasio C/N dari campuran substrat air dan kotoran sapi dengan perbandingan 1:1 adalah sebesar 19,46% yang dilakukan sebelum proses fermentasi kotoran sapi. Selama proses fermentasi dilakukan pengukuran pH dan suhu substrat dengan rata-rata pengukuran pH adalah sebesar 7,3 dan suhu substrat sebesar 30,23°C. Proses fermentasi biogas berlangsung selama 55 hari. Pengukuran *total solid* dan *volatile solid* dilakukan sebelum dan sesudah fermentasi, *total solid* sebelum fermentasi adalah sebesar 6,68 dan *volatile solid* sebesar 85,99, sedangkan *total solid* setelah fermentasi sebesar 7,217, mengalami kenaikan yang disebabkan karena bertambahnya jumlah sel mikroba yang terbawa sampel. *Volatile solid* setelah fermentasi sebesar 79,459, mengalami penurunan yang menyebabkan pembebanan pada proses perombakan saat hidrolisis akan menurun (Herawati & Wibawa, 2011).

### Kandungan Metana (CH<sub>4</sub>) Biogas Setelah Pemurnian

#### A. Kandungan Metana (CH<sub>4</sub>) Berdasarkan Lama Pemurnian Biogas

Pengujian metana dari proses pemurnian menggunakan adsorben arang aktif dan silika gel dengan variasi lama pemurnian (15, 20, dan 25 menit) tersaji pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Kandungan gas metana

Kandungan metana biogas kontrol sebelum dilakukan pemurnian sebesar 128.375,48 ppm. Kandungan metana pada lama pemurnian 25 menit menghasilkan metana tertinggi sebesar 178.018,01 ppm (**Gambar 2**). Peningkatan kandungan metana setelah pemurnian disebabkan kemampuan adsorben dalam menyerap CO<sub>2</sub> sangat baik (Wahono, 2010). Adsorben arang aktif yang digunakan bersifat hidrofob dan nonpolar yang mampu mengikat karbon (Ritonga & Masrukhi, 2017). Berdasarkan penelitian Kusmayadi *et al.* (2019) yang melakukan pemurnian biogas menggunakan adsorben arang aktif dan silika gel dengan menggunakan variasi lama pemurnian (30, 60, dan 90 menit) diperoleh waktu pemurnian terbaik yaitu 30 menit dengan kandungan metana sebesar 200.227,95 ppm.

Analisis uji ANOVA pada perlakuan lama pemurnian terhadap kandungan metana diperoleh bahwa lama pemurnian berpengaruh signifikan terhadap kandungan metana yang dihasilkan. **Tabel 1**, menunjukkan bahwa semakin lama waktu pemurnian menghasilkan beda nyata ( $\alpha = 5\%$ ) pada kandungan gas metana. Hal ini diduga karena interaksi adsorben dengan biogas yang lama mengakibatkan gas pengotor yang terikat diperbukana adsorben semakin besar, sehingga metannya yang dihasilkan meningkat.

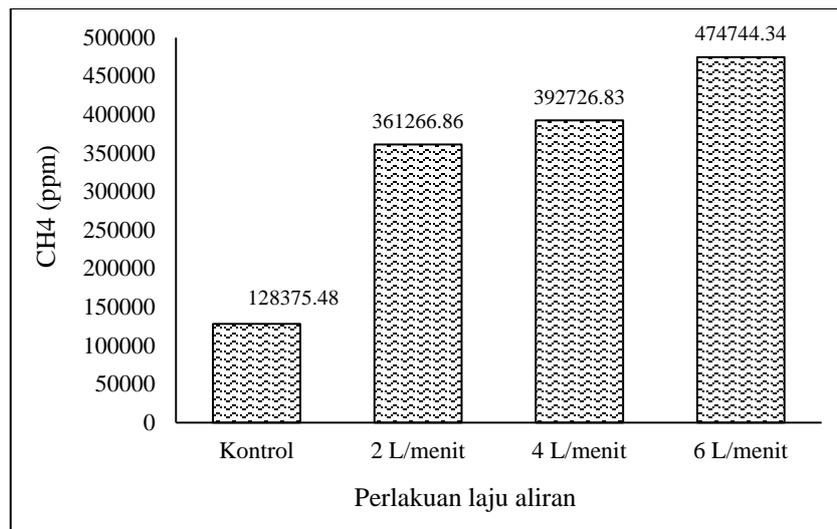
**Tabel 1.** kandungan metana hasil berdasarkan lama waktu pemurnian biogas

Perlakuan	Kandungan metana (ppm)	Notasi <sup>*)</sup>
I (15 menit)	66.918,71 <sup>a</sup>	a
II (20 menit)	144.036,84	b
III (25 menit)	178.018,01	b

<sup>\*)</sup>Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada  $\alpha = 5\%$

**B. Kandungan Metana (CH<sub>4</sub>) Berdasarkan Laju Aliran Biogas**

Pemurnian biogas dengan variasi laju aliran (2, 4, 6 l/menit) terhadap kandungan metana yang dihasilkan diperoleh data sebagai berikut:



**Gambar 3.** Kandungan gas metana dari rata-rata perlakuan laju aliran.

Variabel kontrol kandungan metana sebelum pemurnian dapat dilihat pada Gambar 3 di atas, dimana kandungan metana tertinggi setelah dilakukan pemurnian sebesar 474.744,34 ppm pada laju alir 6 l/menit. Kenaikan kandungan metana disebabkan karena gas-gas *impurities* telah tereduksi atau terserap oleh karbon aktif, sedangkan uap air mengalami kondensasi (Hariastuti, 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Iriani & Haryadi (2014) yang melakukan pemurnian biogas menggunakan adsorben arang aktif dengan variasi laju aliran 0,015 L/menit, 0,02 L.menit, 0,025 L/s diperoleh kandungan metana tertinggi sebesar 96,03% pada laju aliran 0,025 L/menit, sehingga dapat diketahui bahwa semakin tinggi laju aliran maka kandungan metana yang dihasilkan semakin tinggi.

**Tabel 2.** Rerata kandungan metana hasil pemurnian pada laju aliaran

Perlakuan	Kandungan Metana (ppm)	Notasi*
I (2 l/menit)	361.266,9	a
II (4 l/menit)	392.726,8	b
III (6 l/menit)	474.744,3	c

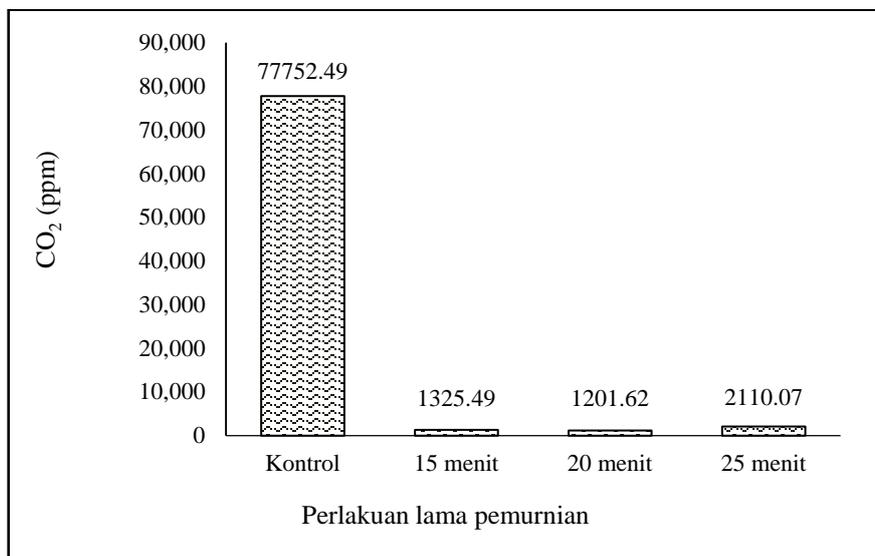
\*) Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada  $\alpha = 5\%$

Pada **Tabel 2**, menunjukkan bahwa variasi laju pemurnian biogas menghasilkan beda nyata ( $\alpha = 5\%$ ) pada kandungan gas metana. Hal ini diduga karena gas-gas *impurities* telah tereduksi atau diserap oleh karbon aktif, sedangkan uap air mengalami kondensasi. Iriani & Heryadi (2014) menyatakan bahwa pada pemurnian biogas akan terjadi peningkatan konsentrasi metana (CH<sub>4</sub>) pada luaran kolom pemurni dan peningkatan jumlah karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang teradsorpsi pada kolom pemurni. Kedua kandungan gas tersebut akan berbanding lurus dengan laju aliran.

### Kandungan Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) Biogas Setelah Pemurnian

#### A. Kandungan CO<sub>2</sub> Berdasarkan Lama Pemurnian Biogas

Kandungan karbondioksida yang dihasilkan dari pemurnian menggunakan adsorben arang aktif dan silika gel diperoleh data:



**Gambar 4.** Kandungan gas karbondioksida dari rata-rata perlakuan lama pemurnian

Variabel kontrol kandungan karbondioksida sebelum pemurnian sebesar 77.752,49 ppm. Kandungan karbondioksida terendah terdapat pada lama pemurnian 20 menit sebesar 1201,62 ppm, sedangkan pada lama pemurnian 15 menit dan 25 menit masing-masing sebesar 1325,49 ppm dan 2110,07 ppm. Penurunan kandungan karbondioksida disebabkan Karena gas karbondiosida tereduksi oleh adsorben arang aktif dan silika gel. Adsorben silika gel memiliki sisi aktif pada permukaannya sehingga memiliki daya serap untuk mengikat gas pengotor dalam biogas (Kriastianingrum *et al.*, 2011; Purwaningsih, 2009).

**Tabel 3.** Rerata kandungan karbondioksida hasil pemurnian lama pemurnian

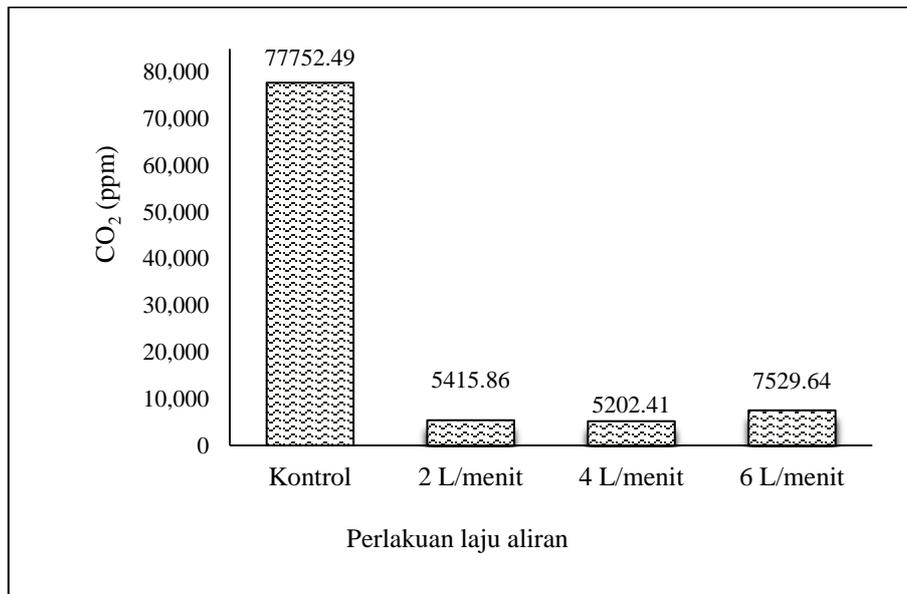
Perlakuan	Kandungan CO <sub>2</sub> (ppm)	Notasi*
I (15 menit)	1201,623	a
II (20 menit)	1325,49	a
III (25 menit)	2110,073	a

\*) Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada  $\alpha = 5\%$

Analisis uji ANOVA pada perlakuan lama pemurnian terhadap kandungan karbondioksida ( $\alpha = 5\%$ ) tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan karbondioksida yang dihasilkan. Kandungan gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) menurun sebanyak 80,90% dari sebelum dilakukan pemurnian.

### B. Kandungan CO<sub>2</sub> Berdasarkan Laju Aliran Biogas

Perlakuan variasi laju aliran terhadap kandungan karbondioksida yang dihasilkan diperoleh data:



**Gambar 5.** Kandungan gas karbondioksida dari rata-rata perlakuan laju aliran biogas

Variabel kontrol kandungan karbondioksida sebelum pemurnian sebesar 77.752,49 ppm, diketahui bahwa pada Gambar 5 di atas terjadi penurunan kandungan karbondioksida setelah pemurnian dimana kandungan karbondioksida terendah sebesar 5202,41 ppm dari laju aliran 4 l/menit. Penurunan tersebut dikarenakan kemampuan adsorben yang baik dalam menyerap gas CO<sub>2</sub>. Besarnya kandungan karbondioksida yang terserap, dikarenakan arang aktif memiliki pH basa sedangkan CO<sub>2</sub> bersifat asam sehingga dapat diserap dengan baik oleh pori-pori arang aktif (Widyastuti *et al.*, 2013)

**Tabel 4.** Rerata kandungan karbondioksida hasil pemurnian pada laju aliran

Perlakuan	Kandungan CO <sub>2</sub> (ppm)	Notasi*
I (2 L/menit)	5202,41	a
II (4 L/menit)	5415,86	ab
III (6 L/menit)	7529,64	ab

\*) Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada  $\alpha = 5\%$

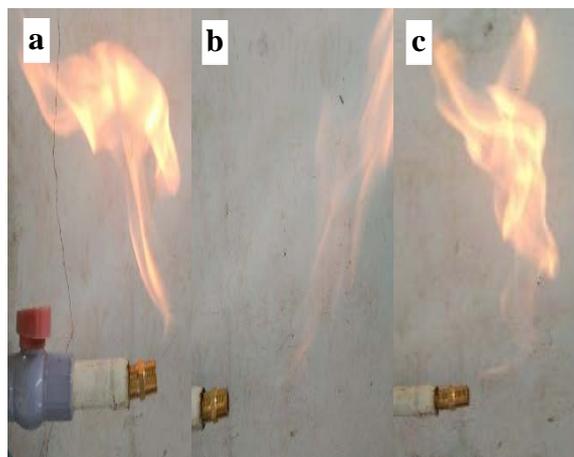
Analisis uji ANOVA pada perlakuan laju aliran biogas terhadap kandungan metana ( $\alpha = 5\%$ ) berpengaruh signifikan terhadap kandungan karbondioksida yang dihasilkan. Variasi laju aliran biogas 2 L/menit merupakan perlakuan terbaik karena memiliki kandungan CO<sub>2</sub> terendah.

### Warna Api

Uji nyala api bertujuan untuk mengetahui kualitas biogas yang diproduksi yaitu mengetahui kandungan metana yang didalam biogas (Yahya *et al.*, 2017). Uji nyala pi pada penelitian ini dilakukan dengan cara membakar gas yang keluar dari selang pengeluaran gas. Hasil uji Warna nyala api adalah sebagai berikut:

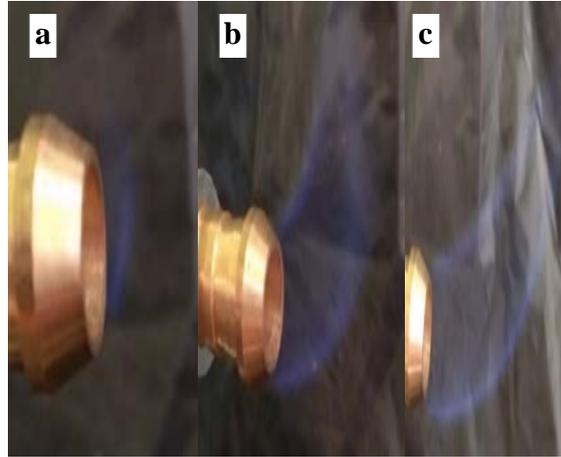


**Gambar 6.** Warna api biogas tanpa pemurnian (kontrol)



**Gambar 7.** Warna nyala api lama biogas berdasarkan lama pemurnian, yaitu a). 10 menit, b). 20 menit, dan c). 30 menit

Pada perlakuan lama pemurnian, nyala api yang dihasilkan ialah kuning sedikit kemerahan. Hal tersebut dapat dikategorikan bahwa api yang dihasilkan masih banyak mengandung gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Menurut Gunawan (2018), warna api kekuningan masih mengindikasikan nilai kalor dibawah api warna biru sebelum nilai kalor warna api merah



**Gambar 8.** Warna api berdasarkan variasi laju, yaitu aliran a). 0,1 L/menit; b). 0,5 L/menit; dan c). 1,0 L/menit

Aliran api yang dihasilkan pada perlakuan laju aliran terlihat beraturan. Kurnianto (2019) menyatakan bahwa warna api biru yang dihasilkan pada pembakaran biogas menandakan bahwa gas tersebut banyak mengandung oksigen sehingga nilai kalornya akan lebih tinggi.

## KESIMPULAN

Kadar gas metana ( $\text{CH}_4$ ) tertinggi dihasilkan oleh variasi lama pemurnian 25 menit sebanyak 178.018,01 ppm, sedangkan untuk kadar  $\text{CO}_2$  terendah pada lama pemurnian 20 menit sebanyak 1201,62 ppm. Gas metana paling banyak dihasilkan pada perlakuan laju aliran 6L/menit sebesar 474.744,3 ppm dan gas karbondioksida terendah dihasilkan pada laju aliran 4 L/menit sebesar 5202,41 ppm.

Waktu pemurnian dan laju aliran biogas terbaik yaitu 25 menit dan 6 L/menit karena menghasilkan kadar metana tertinggi, sedangkan untuk kandungan karbondioksida pada waktu pemurnian 20 menit dan laju aliran gas 4 L/menit karena menghasilkan kadar karbondioksida terendah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Jenderal Soedirman atas Hibah Penelitian yang diberikan pada Skim Penelitian Peningkatan Kompetensi Tahun 2020.

## DAFTAR PUSTAKA

- Burke, A.D. (2001). *Dairy Waste Anaerobic Digestion Handbook*. Environmental Energi Company: Olympia.
- Hamdaoui, O., and Mahdi, C. (2006). *Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions by Wheat Bran*. *Acta Chim.* 54 (1): 407-418.
- Harihastuti, N., Purwanto, Istadi. (2014). *Kajian Penggunaan Karbon Aktif dan Zeolit secara Terintegrasi dalam Pembuatan Biometane Berbasis Biogas*. *Jurnal Riset Industri*, Vol. 8 No. 1:65-72, Universitas Diponegoro, Semarang.

- Hindryawati, N., Alimuddin. (2010). *Sintesis Dan Karakterisasi Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Dengan Menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH)*. Jurnal Kimia Mulawarman. Vol. 7, No. 2. ISSN 1693-5616.
- Iriani, P., Heryadi, A. (2014). *Pemurnian Biogas Melalui Kolom Beradsorben Karbon Aktif SIGMA-Mu - J. Publ. Has. Penelit. dan Gagasan Ilm. Multidisiplin* 6, 36–42.
- Kepala Dinas ESDM. (2019). *Bauran Energi Provinsi Jawa Tengah (PERDA RUED Nomor 12 tahun 2018)*. Data ESDM Jawa Tengah, Semarang.
- Kristianingrum, S., Siswani, E. D., Fillaeli, A. (2011). *Pengaruh Jenis Asam pada Sintesis Silika Gel dari Abu Bagasse dan Uji Sifat Adsorptifnya Terhadap Ion Logam Tembaga (II)*. Prosiding Seminar Nasional Kimia Jurusan Pendidikan Kimia, Yogyakarta. P. 281- 292.
- Kurnianto, B.S. (2019). *Analisa Karakteristik Api Pembakaran Premixed Biogas dengan Campuran Propana*. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jember.
- Kusmayadi, R.P, A.M. Ritonga, Masrukhi. (2019). *Pemurnian Biogas Metode Adsorpsi Menggunakan Down-Up Purifier dengan Arang Aktif dan Silika Gel sebagai Adsorben*. Skripsi. Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman.
- Megawati, A. Kendali. (2015). *Pengaruh Penambahan EM<sub>4</sub> (Effective Microorganism-4) pada Pembuatan Biogas dari Enceng Gondok dan Rumen Sapi*. Jurnal Bahan Alam Terbarukan. Vol. 4 No. 2: 42-49. Universitas Negeri Semarang.
- Pertiwiningrum A. (2015). *Instalasi Biogas*. Pusat Kajian Pembangunan Peternakan Nasional Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. CV. Kolom Cetak: Yogyakarta.
- Prastiyanto A, Choiril A, Adi D. (2005). *Pengaruh penambahan merkaptobenzotiazol (MBT) terhadap kemampuan adsorpsi gel silika dari kaca pada ion logam Kadmium*. Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Kimia FMIPA UNDIP, Jurusan Kimia UNDIP.
- Purwaningsih, D. (2009). *Adsorpsi Multi Logam Ag (I), Pb (II), Cr (III), Cu (II) dan Ni (II) pada Hibrida Etilendiamino-Silika dari Abu Sekam Padi*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Yogyakarta. P. 264-271.
- Ritonga, A.M, Masrukhi. (2017). *Optimasi Kandungan Metana (CH<sub>4</sub>) dalam Biogas Kotoran Sapi Menggunakan Berbagai Jenis Adsorben*. Jurnal Rona Teknik Pertanian. Vol. 10 No. 2.
- Sulastri, S., Krsitianingrum, S. (2010). *Berbagai Macam Senyawa Silika: Sintesis, Karakterisasi dan Pemanfaatan*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian. Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sya'roni, A. I. (2016). *Analisa Warna Api dan Suhu Pembakaran Biogas Limbah Pasar yang sudah dipurifikasi dengan Kalium Hidroksida*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Syauqiah, I., Amalia, M., Kartini, H. A. (2011). *Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif*. INFO TEKNIK, Vol. 12 No. 1.
- Wahyuni, S. (2013). *Biogas Energi Alternatif Pengganti BBM, Gas, dan Listrik*. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta Selatan. 117 hlm.
- Widyastuti, A., Sitorus, B. Jayuska, A. (2013). *Karbon Aktif Dari Limbah Cangkang Sawit Sebagai Adsorben Gas Dalam Biogas Hasil Fermentasi Anaerobik Sampah Organik*. Jurnal Kimia Khatulistiwa, 2(1): 30-33.
- Yahya, Y., Tamrin, Triyono, S. (2017). *Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Ayam, Kotoran Sapi, dan Rumput Gajah Mini (Pennisetum Purpureum cv. Mott) dengan Sistem Batch*. Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 6(3): 151- 160.

**JUDUL DALAM BAHASA INDONESIA (Times New Roman 14,  
Tebal, UpperCase, Center)**

*Title in English (Times New Roman 12, Bold-Italic, Title Case, Center)*

**Penulis Pertama<sup>1,\*</sup>, Penulis Kedua<sup>2</sup>, Penulis Ketiga<sup>3</sup> (Times New Roman, 10, bold, centered)**

<sup>1</sup> Lembaga Afiliasi Pertama, Alamat, Kota, Negara (Times New Roman 10, center)

<sup>2</sup> Lembaga Afiliasi Kedua, Alamat, Kota, Negara Negara (Times New Roman 10, center)

<sup>3</sup> Lembaga Afiliasi Ketiga, Alamat, Kota, Negara Negara (Times New Roman 10, center)

\* Email: [email penulis korespondensi] (Times New Roman, 10, centered)

DOI:<http://dx.doi.org/>.....

Naskah ini diterima pada DD mmmm 2020; revisi pada dd mmmm 2020;  
disetujui untuk dipublikasikan pada dd mmmm 2020  
[bagian ini diisi oleh editor]

**ABSTRAK  
(TIMES NEW ROMAN 10, BOLD, UPPERCASE, CENTER)**

Tuliskan Abstrak dalam bahasa Indonesia dan *Abstract* dalam bahasa Inggris. Abstrak merupakan gambaran singkat dari keseluruhan tulisan, memuat masalah pokok yang dibahas, alasan penelitian, tujuan, teori, metode, dan hasil penelitian. Abstrak ditulis dalam satu paragraf maksimum 200 kata, tanpa pustaka/kutipan (Times New Roman, 10, spasi single).

**Kata kunci:** Tuliskan tiga hingga lima kata kunci dipisahkan dengan tanda koma (Times New Roman, 10, spasi single)

***ABSTRACT  
(TIMES NEW ROMAN 10, BOLD, ITALIC, UPPERCASE, CENTER)***

*Please write the Abstrak in bahasa Indonesia and the Abstract in English. Abstract is a brief description of the entire article, containing the main problems discussed, the urgency of research, objectives, theoretical frameworks, methods, and research results. Abstract is written in one paragraph maximum 200 words, without bibliography/quotation (Times New Roman, 10, italic, single line spacing).*

**Keywords:** *Write three to five keywords separated by commas (Times New Roman, 10, italic, single line spacing)*

**PENDAHULUAN  
(TIMES NEW ROMAN 12, TEBAL, UPPERCASE, CENTER)**

Pendahuluan berisi latar belakang penelitian dan tujuan disertai dengan pustaka ilmiah yang mendukung. Pendahuluan tanpa menggunakan judul subbab dan setiap paragraf menggunakan format paragraf first line indent 1 cm (Times New Roman, 11, spasi single).

**METODE PENELITIAN  
(TIMES NEW ROMAN 12, TEBAL, UPPERCASE, CENTER)**

Pada bagian ini ditulis secara lengkap dan rinci hal-hal yang berkaitan dengan metode penelitian, seperti alat dan bahan, prosedur dan desain penelitian, analisis dan pengolahan data,

sehingga penelitian tersebut memungkinkan untuk diulang oleh peneliti lain. Setiap paragraf menggunakan format paragraf first line indent 1 cm (Times New Roman, 11, spasi single).

### **Subbab (Times New Roman 12, Tebal, Title Case)**

Setiap bab dapat disajikan dalam subbab, tanpa menggunakan nomor. Judul subbab ditulis dengan huruf Title Case. Setiap paragraf menggunakan format paragraf first line indent 1 cm (Times New Roman 11, spasi single).

### ***Sub-subbab (times new roman 12, kapital pada awal kata, tebal, italic)***

Jika dalam subbab ada sub-subbab, penulisan judul sub-subbab ditulis dengan huruf kapital pada awal kata dan dimiringkan (*italic*). Setiap paragraf menggunakan format paragraf first line indent 1 cm (Times New Roman 11, spasi single).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN (TIMES NEW ROMAN 12, TEBAL, UPPERCASE, CENTER)**

Hasil dan pembahasan menyajikan hasil analisis data, ulasan hasil pengamatan, kesesuaian dengan metode penelitian, pengamatan terdahulu, peran hasil terhadap pemecahan masalah yang diungkapkan pada bagian pendahuluan, serta kemungkinan pengembangan. Pembahasan hasil dapat dilengkapi dengan tabel, gambar atau ilustrasi lain. Setiap paragraf menggunakan format paragraf first line indent 1 cm (Times New Roman 11, spasi single).

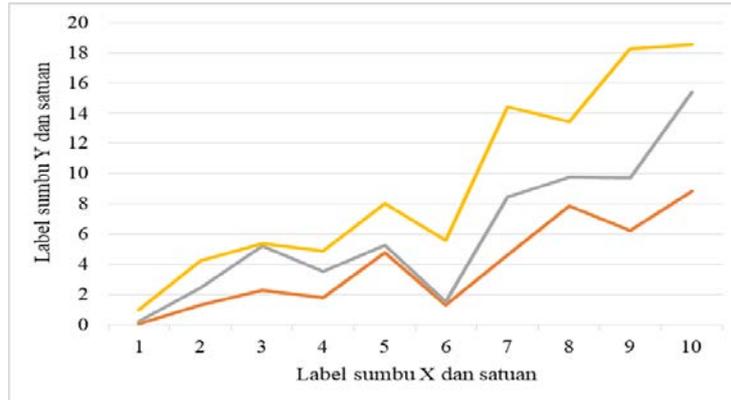
### **Tabel dan Gambar**

Tabel dan gambar (termasuk grafik) diberi nomor, judul, dan keterangan lengkap serta dikutip dalam teks. Tabel dan gambar diberi nomor sesuai dengan urutan kemunculannya dan harus terbaca dengan jelas. Pencantuman tabel/data yang terlalu panjang (lebih dari satu halaman) sebaiknya dihindari. Perujukan, pengutipan, atau pencantuman gambar, tabel, dan sebagainya menggunakan penomoran, bukan dengan kata-kata “sebagai berikut”, “seperti di bawah ini”, dan sebagainya. Tabel dan gambar diletakkan sedekat mungkin dengan teks yang berhubungan. Tabel hanya menggunakan garis horisontal atau meminimalkan penggunaan garis vertikal. Setiap kolom tabel harus diberi tajuk/*heading*.

Contoh cara untuk meletakkan tabel dapat dilihat pada Tabel 1. Judul tabel ditempatkan lurus dengan teks paragraf dan tidak diakhiri dengan titik. Contoh cara untuk meletakkan gambar dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar dan judul gambar ditempatkan di tengah (Center). Judul gambar menggunakan format kapital pada awal kata dan diakhiri dengan titik. Pembahasan tabel dan gambar sedapat mungkin diberikan di bawah tabel dan gambar yang diacu.

Tabel 1. Keterangan tabel 1, kapital awal kata (Times New Roman 11, spasi single)

No.	Judul	Pengarang	Tahun	Penerbit



Gambar 1. Keterangan gambar 1, kapital awal kata (Times New Roman 11, center, spasi single).

## **KESIMPULAN** **(TIMES NEW ROMAN 12, TEBAL, UPPERCASE, CENTER)**

Tuliskan kesimpulan dalam bentuk paragraf. Kesimpulan bersifat general (umum) yang menggambarkan substansi hasil penelitian yang diperoleh, bukan merupakan ringkasan hasil. Setiap paragraf menggunakan format paragraf first line indent 1 cm (Times New Roman 11, spasi single).

## **UCAPAN TERIMA KASIH** **(TIMES NEW ROMAN 12, TEBAL, UPPERCASE, CENTER)**

Tuliskan ucapan terima kasih. Ucapan terima kasih bersifat opsional. Setiap paragraf menggunakan format paragraf first line indent 1 cm (Times New Roman 11, spasi single).

## **DAFTAR PUSTAKA** **(TIMES NEW ROMAN 12, TEBAL, UPPERCASE, CENTER)**

Pustaka yang diacu hendaknya 80% merupakan sumber primer dan hendaknya berasal dari hasil-hasil penelitian, gagasan, teori atau konsep yang telah diterbitkan di jurnal, baik cetak maupun elektronik. Acuan yang dirujuk merupakan hasil publikasi 10 tahun terakhir, terkecuali acuan klasik yang digunakan sebagai bahan kajian historis. Daftar pustaka dan pengutipan menggunakan gaya APA atau *American Psychological Association*.

Bulliet, R. W., Crossley, P. K., Headrick, D. R., Hirsch, S. W., Johnson, L. L., & Northrup, D. (2011). *The earth and its peoples: A global history* (5th ed.). Boston, United States: Wadsworth.

Cochrane, A. (2007). *Understanding urban policy: A critical approach*. Malden, United States: Blackwell Publishing.

Edge, M. (1996). Lifetime prediction: Fact or fancy? In M. S. Koch, T. Padfield, J. S. Johnsen, & U. B. Kejser (Eds.), *Proceedings of the Conference on Research Techniques in Photographic Conservation* (pp. 97-100). Copenhagen, Denmark: Royal Danish Academy of Fine Arts.

- Elo, A., Ervasti, J., Kuosma, E., & Mattila, P. (2008). Evaluation of an organizational stress management program in a municipal public works organization. *Journal of Occupational Health Psychology, 13*(1), 10-23. doi: 10.1037/1076-8998.13.1.10
- Kramer, E., & Bloggs, T. (2002). On quality in art and art therapy. *American Journal of Art Therapy, 40*, 218-231.
- Restouin, A., Aresta, S., Prébet, T., Borg, J., Badache, A., & Collette, Y. (2009). A simplified, 96-well-adapted, ATP luminescence-based motility assay. *BioTechniques, 47*, 871-875. doi: 10.2144/000113250
- Richards, K. C. (1997). Views on globalization. In H. L. Vivaldi (Ed.), *Australia in a global world* (pp. 29-43). Sydney, Australia: Century.
- Seeley, R., VanPutte, C., Regan, J., & Russo, A. (2011). *Seeley's anatomy & physiology*. New York, United States: McGraw-Hill.

## Ketentuan Sitasi dan Referensi

Jaber menggunakan gaya penulisan sitasi dan referensi mengacu pada:  
**APA-reference style (6th Edition)**

Silahkan merujuk pada the *Publication Manual of the American Psychological Association* untuk lebih detailnya.

<https://apastyle.apa.org/>

Contoh penulisan sitasi dan referensi:

### Books

Books	Insertion in Text	In Reference List
Book with 1-2 authors	<b>Information prominent' (the author's name is within parentheses):</b>  ... (Cochrane, 2007) ...  Or  <b>'Author prominent' (the author's name is outside the parentheses):</b>  Cochrane (2007) ...	Cochrane, A. (2007). <i>Understanding urban policy: A critical approach</i> . Malden, United States: Blackwell Publishing.
Book with 3 or more authors	<b>Information prominent' (the author's name is within parentheses):</b>  ... (Seeley et al., 2011) ...  Or  <b>'Author prominent' (the author's name is outside the parentheses):</b>  Seeley et al. (2011) ...	Seeley, R., VanPutte, C., Regan, J., & Russo, A. (2011). <i>Seeley's anatomy &amp; physiology</i> . New York, United States: McGraw-Hill.
Book with 6-7 authors	<b>Information prominent' (the author's name is within parentheses):</b>  ... (Bulliet et al., 2011) ...  Or  <b>'Author prominent' (the author's name is outside the parentheses):</b>  Bulliet et al. (2011) ...	Bulliet, R. W., Crossley, P. K., Headrick, D. R., Hirsch, S. W., Johnson, L. L., & Northrup, D. (2011). <i>The earth and its peoples: A global history</i> (5th ed.). Boston, United States: Wadsworth.
Book with more than 8 authors	<b>Information prominent' (the author's name is within parentheses):</b>  A recent study (Edge et al., 2011) concluded that...  Or	For books with eight or more authors, please follow the guidelines for journal articles with eight or more authors.

Edge et al. (2011) concluded that ....

Chapter in edited book	<b>Information prominent' (the author's name is within parentheses):</b> ... (Richards, 1997) ...	Richards, K. C. (1997). Views on globalization. In H. L. Vivaldi (Ed.), <i>Australia in a global world</i> (pp. 29-43). Sydney, Australia: Century.
------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Or

**'Author prominent' (the author's name is outside the parentheses):**

e-book/online book	Richards (1997) ... <b>Information prominent' (the author's name is within parentheses):</b> ... (Niemann et al., 2004) ...	Niemann, S., Greenstein, D., & David, D. (2004). <i>Helping children who are deaf: Family and community support for children who do not hear well</i> . Retrieved June 1, 2019, from <a href="http://www.hesperian.org/publications_download_deaf.php">http://www.hesperian.org/publications_download_deaf.php</a>
--------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Or

**'Author prominent' (the author's name is outside the parentheses):**

Editor	Niemann (2004) ... <b>Information prominent' (the author's name is within parentheses):</b> ... (Zairi, 1999) ...	Schiraldi, G. R. (2001). <i>The post-traumatic stress disorder sourcebook: A guide to healing, recovery, and growth</i> [Adobe Digital Editions version]. doi:10.1036/0071393722
--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Or

**'Author prominent' (the author's name is outside the parentheses):**

Editor	Zairi (1999) ...	Zairi, M. (Ed.). (1999). <i>Best practice: Process innovation management</i> . Oxford, United Kingdom: Butterworth- Heinemann.
--------	------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Several works by same author in the same year	<b>Information prominent' (the author's name is within parentheses):</b> ... (Fullan, 1996a, 1997b) ...	Fullan, M. (1996a). Leadership for change. In <i>International handbook for educational leadership and administration</i> . New York, United States: Kluwer Academic.
-----------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Or

**'Author prominent' (the author's name is outside the parentheses):**

Several authors, different years referred to collectively in your work	Fullan (1996a, 1996b) ... <b>List sources alphabetically by family name in the in-text reference in the Reference List.</b>	Fullan, M. (1996b). <i>The new meaning of educational change</i> . London, United Kingdom: Casell.
------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

Several authors, different years referred to collectively in your work	The cyclical process (Carr & Kemmis, 1986; Dick, 2000) suggests...	Carr, W., & Kemmis, S. (1986). <i>Becoming critical: Education knowledge and action research</i> . London, United Kingdom: Falmer Press. Dick, B. (2000). <i>A beginner's guide to action research</i> . Retrieved June 1, 2019, from <a href="http://www.scu.edu.au/schools/gcm/ar/arp/guide.html">http://www.scu.edu.au/schools/gcm/ar/arp/guide.html</a>
------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Journals**

Journals	Insertion in Text	In Reference List
Journal article with 1-2 authors	<p><b>Information prominent' (the author's name is within parentheses):</b></p> <p>... (Kramer &amp; Bloggs, 2002)...</p> <p>Or</p> <p><b>'Author prominent' (the author's name is outside the parentheses):</b></p> <p>Kramer and Bloggs (2002) ...</p>	Kramer, E., & Bloggs, T. (2002). On quality in art and art therapy. <i>American Journal of Art Therapy</i> , 40, 218-231.
Journal article with 3 or more authors (Pertanika's format)	<p><i>For all in-text references, list only the firrst author's family name and followed by 'et al.'</i></p> <p><b>Information prominent' (the author's name is within parentheses):</b></p> <p>... (Erlo et al., 2008) ...</p> <p>Or</p> <p><b>'Author prominent' (the author's name is outside the parentheses):</b></p> <p>Erlo et al. (2008) ...</p>	Elo, A., Ervasti, J., Kuosma, E., & Mattila, P. (2008). Evaluation of an organizational stress management program in a municipal public works organization. <i>Journal of Occupational Health Psychology</i> , 13(1), 10-23. doi: 10.1037/1076-8998.13.1.10
Journal article with 6 - 7 authors	<p><i>For all in-text references, list only the firrst author's family name and followed by 'et al.'</i></p> <p><b>Information prominent' (the author's name is within parentheses):</b></p> <p>... (Restouin et al., 2009) ...</p> <p>Or</p> <p><b>'Author prominent' (the author's name is outside the parentheses):</b></p> <p>Restouin et al. (2008) ...</p>	Restouin, A., Aresta, S., Prébet, T., Borg, J., Badache, A., & Collette, Y. (2009). A simplified, 96-well–adapted, ATP luminescence–based motility assay. <i>BioTechniques</i> , 47, 871–875. doi: 10.2144/000113250
Journal article with more than 8 or more authors	<p><b>Information prominent' (the author's name is within parentheses):</b></p> <p>... (Steel et al., 2010)..</p> <p>Or</p> <p><b>'Author prominent' (the author's name is outside the parentheses):</b></p> <p>Steel et al. (2010) ...</p>	Steel, J., Youssef, M., Pfeifer, R., Ramirez, J. M., Probst, C., Sellei, R., ... Pape, H. C. (2010). Health-related quality of life in patients with multiple injuries and traumatic brain injury 10+ years postinjury. <i>Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care</i> , 69(3), 523-531. doi: 10.1097/TA.0b013e3181e90c24
Journal article with DOI	<p><b>Information prominent' (the author's name is within parentheses):</b></p> <p>... (Shaw et al., 2005)..</p> <p>Or</p> <p><b>'Author prominent' (the author's name is outside the parentheses):</b></p> <p>Shaw et al. (2005) ...</p>	Shaw, K., O'Rourke, P., Del Mar, C., & Kenardy, J. (2005). Psychological interventions for overweight or obesity. <i>The Cochrane database of systematic reviews</i> (2). doi:10.1002/14651858.CD003818.pub2

## Newspapers

Newspapers	Insertion in Text	In Reference List
Newspaper article – with an author	... (Waterford, 2007)...	Waterford, J. (2007, May 30). Bill of rights gets it wrong. <i>The Canberra Times</i> , p. 11.
Newspaper article – without an author	... ("Internet pioneer", 2007) ...	Internet pioneer to oversee network redesign. (2007, May 28). <i>The Canberra Times</i> , p. 15.
Article in an newsletter	... ("Australians and the Western Front", 2009) ...	Australians and the Western Front. (2009, November). <i>Ozculture newsletter</i> . Retrieved June 1, 2019, from <a href="http://www.cultureandrecreation.gov.au/newsletter/">http://www.cultureandrecreation.gov.au/newsletter/</a>

## Conference / Seminar Papers

Conference / Seminar Papers	Insertion in Text	In Reference List
<b>Print</b> – If the paper is from a book, use the book chapter citation format. If it is from regularly published proceedings (e.g. annual), use the Journal article citation format.	... (Edge, 1996) ... Or Edge (1996) ...	Edge, M. (1996). Lifetime prediction: Fact or fancy? In M. S. Koch, T. Padfield, J. S. Johnsen, & U. B. Kejser (Eds.), <i>Proceedings of the Conference on Research Techniques in Photographic Conservation</i> (pp. 97-100). Copenhagen, Denmark: Royal Danish Academy of Fine Arts.
<b>Online</b>	... (Tester, 2008) ... Or Tester (2008) ...	Tester, J. W. (2008). The future of geothermal energy as a major global energy supplier. In H. Gurgenci & A. R. Budd (Eds.), <i>Proceedings of the Sir Mark Oliphant International Frontiers of Science and Technology Australian Geothermal Energy Conference</i> , Canberra, Australia: Geoscience Australia. Retrieved June 1, 2019, from <a href="http://www.ga.gov.au/image_cache/GA11825.pdf">http://www.ga.gov.au/image_cache/GA11825.pdf</a>

## Government Publications

Government Publications	Insertion in Text	In Reference List
Government as author	<b>First in-text reference: Spell out the full name with the abbreviation of the body.</b>  ... (Department of Finance and Administration [DOFA], 2006) ...  <b>Subsequent in-text reference/s:</b> <b>Use the abbreviation of the body.</b>  ... (DOFA, 2006)...	Department of Finance and Administration. (2006). Delivering Australian Government services: Managing multiple channels. Canberra, Australia: Author.

Government  
report - online

**First in-text reference: Spell out the full name with the abbreviation of the body.**

... (Department of the Prime Minister and Cabinet [PM&C], 2008) ...

**Subsequent in-text reference/s:  
Use the abbreviation of the body.**

... (PM&C, 2008)...

---

Department of the Prime Minister and Cabinet. (2008). *Families in Australia: 2008*. Retrieved June 1, 2019, from <http://www.....>

**Redaksi JABER**  
**Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman**

Jl. Dr. Soeparno, Karangwangkal, Purwokerto, Jawa Tengah, INDONESIA  
Telp./Faks. (0281) 683791 Kode Pos 53122 E-mail: [jaber@unsoed.ac.id](mailto:jaber@unsoed.ac.id)  
<http://jos.unsoed.ac.id/index.php/jaber/index>