

Rancangan pencampuran nutrisi otomatis *intermitten* pada budidaya melon sistem *Dutch Bucket* untuk urban *farming*

Intermittent base automatic nutrient mixing design for urban farming dutch bucket melon cultivation system

I Dewa Made Subrata^{1*}

¹ Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University.
Email*): dewamadesubrata.ipb@gmail.com

Received:
23 December 2024

Revised:
5 March 2025

Accepted:
7 March 2025

Published:
29 March 2025

DOI:
10.29303/jrpb.v13i1.1156

ISSN 2301-8119, e-ISSN
2443-1354

Available at
<http://jrpb.unram.ac.id/>

Abstract: This research aims to design an automatic nutrient mixing system for urban farming Dutch Bucket melon cultivation. The process of mixing nutrients for dutch bucket fertigation system begins by measuring the water level in the tank, then the raw water is flowed into the reservoir until it reaches the maximum height according to the set point. Next, the peristaltic pump is turned on for 300 ms and turned off for 2 s to supply A and B nutrient concentrations alternately until the TDS sensor reaches the set point value. The mixed nutrient solution is circulated continuously into the Dutch bucket and the nutrient runoff from the Dutch bucket is flowed back into the reservoir. The research results show that the TDS sensor calibration has a root mean square error (RMSE) value of 28 ppm, the average sensor reliability error is 31,5 ppm and the maximum error is 87,4 ppm from three repetitions under the same conditions. The time required for mixing A and B nutrient concentrations is 3 minutes. The average nutrient flow rate through the emitter pipe is 7,3 ml/s. The TDS sensor reading values are displayed on the LCD screen and also sent to the ThingSpeak cloud for monitoring purposes. The overall test results provide the conclusion that the designed dutch bucket nutrient mixing and fertigation system is able to work well in melon cultivation for urban farming.

Keywords: automation; dutch bucket; melon; nutrient mixing; urban farming

Abstrak: Penelitian ini bertujuan merancang sistem otomasi pencampuran nutrisi pada budidaya melon sistem *Dutch Bucket* untuk urban *farming*. Proses pencampuran nutrisi untuk sistem fertigasi *dutch bucket* diawali dengan mengukur ketinggian muka air dalam tandon, selanjutnya air baku dialirkan ke dalam tandon sampai mencapai ketinggian maksimum sesuai *set point*. Pompa peristaltik dinyalakan untuk mengalirkan pekatan nutrisi A dan B dengan kombinasi menyala selama 300 ms kemudian dimatikan selama 2 s secara bergantian sampai sensor TDS mencapai nilai *set point*. Larutan nutrisi hasil pencampuran disirkulasikan secara terus menerus ke dalam *dutch bucket* dan limpasan nutrisi dari saluran pembuangan *bucket* dialirkan kembali ke tandon. Hasil kalibrasi sensor TDS memiliki nilai *root mean square error* (RMSE) sebesar 28 ppm, rata rata *error* reliabilitas sensor adalah 31,5 ppm dan maksimum *error* 87,4 ppm dari tiga kali pengulangan pada kondisi yang sama. Lama pencampuran pekatan nutrisi A dan B untuk mencapai *set point* adalah 3 menit. Rata-rata debit aliran nutrisi pada pipa emiter adalah 7,3 ml/s. Nilai pembacaan sensor TDS ditampilkan pada layar LCD dan juga dikirimkan ke *cloud ThingSpeak* untuk tujuan monitoring. Hasil pengujian secara keseluruhan memberikan kesimpulan bahwa sistem pencampur nutrisi dan fertigasi *dutch bucket* yang dirancang mampu bekerja dengan baik pada budidaya melon untuk urban *farming*.

Kata kunci: *dutch bucket*; melon; otomasi; pencampuran nutrisi; urban *farming*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Melon termasuk salah satu tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomis tinggi Yanti et al (2022) dan banyak dibudidayakan oleh masyarakat baik pada lahan terbuka maupun pada rumah tanaman. Budidaya tanaman melon memerlukan beberapa sarana prasarana penunjang diantaranya lahan untuk budidaya, nutrisi untuk pertumbuhan, bibit untuk tanamannya, dan sarana lainnya untuk pemeliharaan tanaman. Budidaya tanaman melon umumnya dilakukan pada lahan sawah atau tegalan menggunakan media tanam berupa tanah maupun media tertentu seperti arang sekam, dan *cocopeat* (serbuk sabut kelapa) yang dikemas dalam *polybag* dan diberi larutan nutrisi dengan sistem irigasi tetes (Nora et al., 2020)(Krisdiyantoro et al., 2023). Kekurangan dari sistem budidaya pada *polybag* yang diberi irigasi tetes adalah emisinya sering tersumbat sehingga perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala. Selain itu penyiapan media tanam untuk budidaya sistem *polybag* cukup menyita waktu dan masih terkesan kotor sehingga kurang menarik untuk petani milenial. Kekurangan tersebut bisa diatasi dengan melakukan budidaya sistem *dutch bucket* fertigasi kontinu dengan media tanam berupa air.

Budidaya tanaman melon pada lahan sawah dengan media tanah memiliki kendala terbatasnya kepemilikan lahan pertanian, disisi lain sulitnya mendapatkan pekerjaan yang layak di pedesaan memicu terjadinya urbanisasi kaum milenial dari desa ke kota sehingga kebutuhan pangan untuk warga perkotaan meningkat (Septya et al., 2022). Untuk mengatasi masalah ketersediaan pangan penduduk perkotaan maka perlu diperkenalkan urban *farming* yaitu suatu konsep pertanian untuk daerah perkotaan. Urban *farming* yang diperkenalkan selama ini umumnya berupa pemanfaatan lahan kosong yang ada di perkotaan maupun pekarangan rumah untuk budidaya tanaman sayuran yang ditanam langsung di lahan ataupun dalam pot. Budidaya tanaman dengan sistem *dutch bucket* yang dilakukan menggunakan media air bisa dilakukan di lantai atas rumah tinggal khususnya untuk budidaya tanaman buah seperti melon sehingga cocok sebagai urban *farming* untuk kaum milenial karena tidak terkesan kotor.

Dalam budidaya tanaman melon, pemberian larutan nutrisi merupakan kegiatan yang wajib dilakukan karena sangat berpengaruh terhadap hasil panen yang akan diperoleh. Ada beberapa metoda untuk memberikan larutan nutrisi pada tanaman diantaranya: sistem irigasi tetes secara otomatis berdasarkan periode waktu (Handayani & Irawati, 2022)(Manuhara et al., 2022), irigasi otomatis berdasarkan kondisi kadar air tanah (Azam et al., 2023) dan fertigasi secara terus menerus dengan sistem NFT (Minarni & Ulinuha, 2023). Pada budidaya tanaman secara hidroponik, nutrisi yang diberikan umumnya berupa unsur mikro dan unsur makro yang masing-masing sudah diracik dalam bentuk unsur A dan B. Pencampuran pekatan nutrisi A dan nutrisi B ke dalam air irigasi bisa dilakukan secara manual (Saydi et al., 2022) atau otomatis (Suryatini et al., 2021)(Aziz et al., 2021)(Kuala et al., 2021)(Pertiwi et al., 2021) untuk mendapatkan larutan dengan kepekatan sesuai kebutuhan tanaman. Otomasi pencampuran pekatan nutrisi A dan B selama ini kebanyakan dilakukan secara kontinyu dengan perangkat pengendali yang relatif mahal seperti mikrokontroler raspberry pi, *programmable logic controller* (PLC), arduino mega atau menggunakan algoritma pengendalian yang cukup rumit seperti *fuzzy logic*. Otomasi pencampuran secara on-off *intermitten* dengan pengendali mikrokontroler arduino uno jauh lebih sederhana dan lebih murah dengan dilengkapi sistem pengadukan *nano bubble* sehingga lebih cocok untuk mayoritas kaum milenial yang ingin mencoba urban *farming*.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem otomasi pencampuran pekatan nutrisi A dan B secara on-off *intermitten* pada budidaya melon sistem *Dutch Bucket* untuk pertanian urban.

METODE PENELITIAN

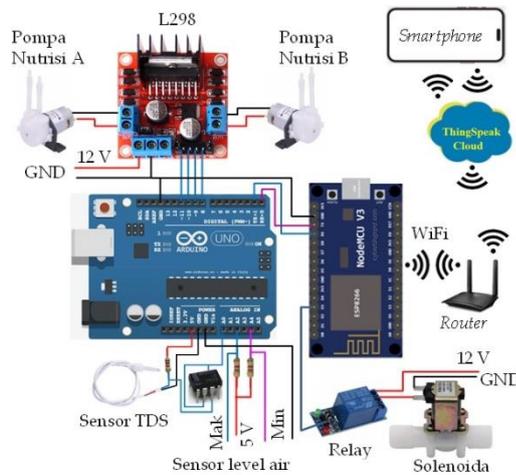
Alat dan Bahan

Bahan yang dipergunakan meliputi bahan sistem pencampur nutrisi dan bahan pengujian. Bahan sistem pencampur nutrisi meliputi: Mikrokontroler Arduino Uno karena pemrogramannya sederhana dan umum digunakan, motor peristaltik merek INTLLAB tipe: DP-DIY dengan daya 5 W dan tegangan 12 V supaya pekatan A dan B tidak terkontaminasi, TDS meter probe, katup solenoid tipe DCF-HS15 dengan tegangan operasi 12 V untuk memudahkan pengendalian aliran air baku, relay tipe HH52P untuk pengendalian on-off *intermitten*, ESP8266 nodeMCU V2 untuk membantu komunikasi data melalui WiFi. Bahan pengujian meliputi: bibit melon varietas Delon 65, Rockwool untuk memudahkan pembibitan, Hidroton, pipa paralon, tandon air 30 liter, ember plastik 5 liter, netpot 10 mm, selang PE 5mm supaya debit aliran nutrisi tidak terlalu besar, tali ajir 3 mm, *ties* pengikat batang tanaman, Nutrisi makro dan mikro yang dinyatakan dengan pekatan nutrisi A dan B, besi siku berlubang ukuran 3 cm x 3 cm x 300 cm untuk kepraktisan pembuatan dudukan *bucket*. Alat yang dipergunakan meliputi: multimeter digital merek visero A830L, solder listrik 220 V 60 W, Bor listrik merek Casal tipe CSL-ID811MT dengan daya 400 W, komputer asus tipe X200CA dengan daya 33 W, *smartphone* samsung Galaxy J5, Gelas ukur 250 ml, alat ukur TDS-3, Alat ukur TDS-EC meter untuk mengukur konsentrasi larutan nutrisi.

Perancangan perangkat keras sistem pencampur nutrisi

Perangkat keras sistem pencampur nutrisi terdiri dari dua buah motor peristaltik (Wahyuni et al., 2021)(Pertiwi et al., 2021) untuk memompa larutan nutrisi A dan larutan nutrisi B dengan perbandingan yang sama ke dalam tandon berisi larutan fertisasi berkapasitas 30 liter. Pengendalian motor peristaltik dilakukan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno berdasarkan nilai hasil pengukuran kepekatan nutrisi yang diperoleh dari sensor TDS. Permukaan air dalam tandon dikendalikan pada dua nilai ketinggian yaitu ketinggian minimum dan maksimum menggunakan katup solenoid dan sensor resistansi. Sensor resistansi ketinggian air dibuat menggunakan rangkaian seri resistor antara resistor tetap dengan resistansi air. Resistansi air diperoleh melalui dua elektroda yang ditempatkan berdekatan satu sama lain di dalam tandon. Jika kedua elektroda terendam air maka akan dihasilkan resistansi air namun jika tidak terendam akan menghasilkan resistansi takterhingga. Resistansi yang diperoleh tersebut di seri dengan resistor tetap kemudian diberi catu daya sehingga menghasilkan tegangan keluaran analog. Tegangan analog tersebut selanjutnya dibaca menggunakan jalur analog input mikrokontroler. Nilai tegangan analog yang dihasilkan pada kondisi elektroda terendam dan tidak terendam sangat jauh berbeda. Satu pasang elektroda dipasang pada ketinggian minimum dan satu pasang lagi pada ketinggian maksimum. Nilai hasil pembacaan sensor TDS ditampilkan pada peraga LCD dan dikirimkan secara nirkabel melalui WiFi menuju *cloud ThingSpeak* (Ikhwanusshofa et al., 2020) sehingga dapat dimonitor dari jarak jauh. Pengiriman data TDS menuju ke *cloud ThingSpeak* dan penerimaan perintah pengendalian dari platform *ThingSpeak* dilakukan menggunakan mikrokontroler ESP8266 nodeMCU yang dilengkapi fasilitas(*tools*) komunikasi dengan WiFi. Dengan demikian, pencampuran nutrisi A, nutrisi B dan air yang ada pada tandon penampungan juga bisa dilakukan secara nirkabel melalui platform *ThingSpeak* tersebut. Katup solenoid yang dipergunakan untuk mengalirkan air baku menuju tandon penampung larutan nutrisi juga bisa dikendalikan secara manual melalui platform *ThingSpeak* tersebut.

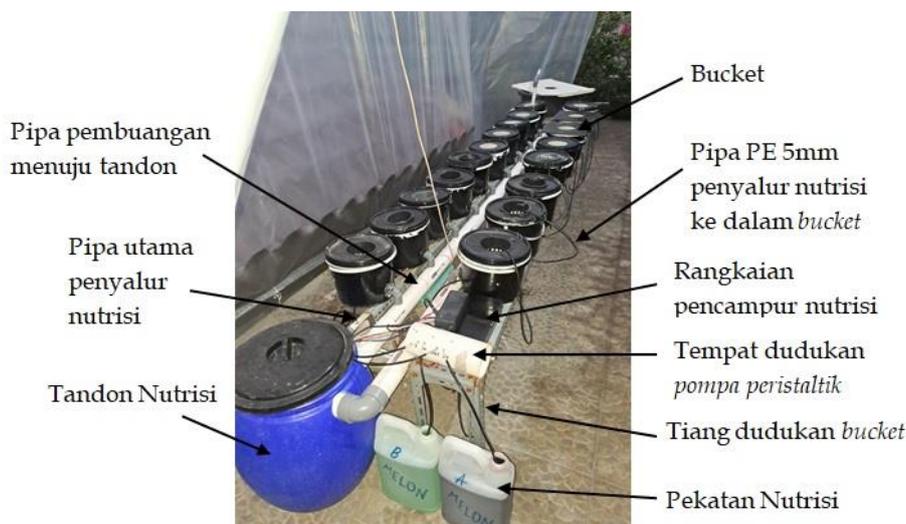
Data yang tersimpan pada *cloud ThingSpeak* bisa ditampilkan pada *smartphone*, demikian juga pengiriman perintah untuk menyalakan pompa nutrisi A, nutrisi B, dan katup solenoid bisa dilakukan melalui perangkat *smartphone*. Rangkaian lengkap dari sistem pencampur nutrisi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perangkat keras pencampur nutrisi

Sistem Fertigasi Dutch Bucket

Dutch bucket adalah sistem fertigasi hidroponik yang dilakukan menggunakan *bucket* (ember) yang dialiri larutan nutrisi secara berkesinambungan (Saydi et al., 2022)(Supriyanta et al., 2022). Sistem fertigasi *dutch bucket* yang digunakan pada penelitian ini (Gambar 2) terdiri dari: tandon dengan volume 30 liter untuk menampung larutan nutrisi AB *mix*, pompa listrik untuk mengalirkan nutrisi dari tandon penampung melalui pipa penyaluran dengan diameter 0,5 inci dan pipa PE dengan diameter 5 mm menuju ke *bucket*. Pada ketinggian 5 cm dari dasar *bucket* dipasang pipa keluaran dengan diameter 0,5 inci yang dihubungkan dengan pipa penyaluran berdiamater 2 inci untuk mengalirkan nutrisi kembali ke tandon. *Bucket* dengan volume 5 liter berfungsi untuk menampung nutrisi yang dibutuhkan oleh akar tanaman melon yang dibudidayakan. Larutan nutrisi pada tandon penampungan dialirkan secara terus menerus dengan debit rata-rata 7,3 ml/s pada setiap *bucket* untuk memenuhi kebutuhan tanaman selama pertumbuhan vegetatif maupun generatif.



Gambar 2. Sistem fertigasi *dutch bucket* untuk tanaman melon

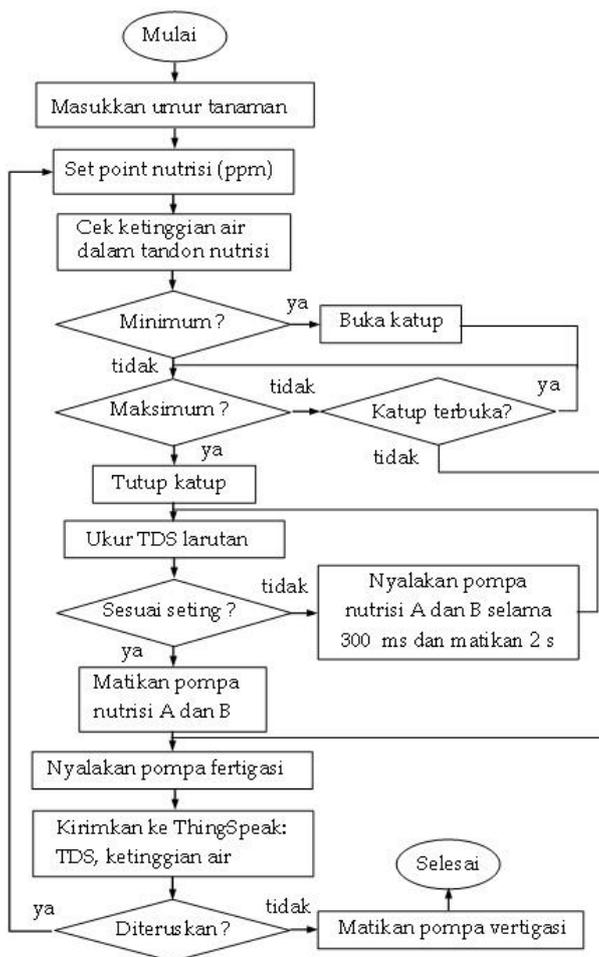
Perangkat lunak sistem pencampur nutrisi

Perangkat lunak sistem pencampur nutrisi dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C sedangkan pada perangkat smartphone dilakukan menggunakan pemrograman blok dari APP-Inventor. Pemrograman dimulai dengan memasukkan data umur tanaman yang selanjutnya dipergunakan untuk menentukan kepekatan larutan nutrisi yang sesuai dengan umur tanaman tersebut. Data hubungan antara kepekatan larutan nutrisi dengan umur tanaman disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kepekatan larutan nutrisi berdasarkan umur tanaman melon.

No	Umur tanaman (HST)	Kepekatan Nutrisi (ppm)
1	0 - 7	400 - 500
2	8 - 14	750 - 800
3	15 - 21	1000
4	22 - 28	1200
5	29 - 35	1500
6	35 - panen	1800 - 2000

Menurut Kurniasari et al (2023) yang telah melakukan penelitian pengaruh konsentrasi AB Mix 1400 (kontrol), 1600, 1800, dan 2000 ppm menyimpulkan bahwa konsentrasi 1600 ppm berpengaruh signifikan terhadap kontrol tetapi tidak berbeda nyata dengan 1800 dan 2000 ppm. Tahapan pencampuran nutrisi A dan B pada penelitian ini diawali dengan pengecekan ketinggian permukaan air pada tandon penampungan. Jika permukaan air berada pada ketinggian minimum maka katup solenoid dibuka sampai air mencapai ketinggian maksimum. Pompa nutrisi A dan B dikendalikan secara bersamaan dengan kombinasi nyala selama 300 ms kemudian dimatikan selama 2 s secara bergantian sampai pembacaan sensor TDS menunjukkan nilai sesuai dengan set point. Algoritma pengendalian pencampuran nutrisi secara menyeluruh disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Algoritma pencampuran nutrisi secara lengkap

Kalibrasi dan Validasi Sensor TDS

Sensor TDS yang dipergunakan mengukur kepekatan larutan nutrisi perlu dikalibrasi untuk memastikan sensor bekerja dengan baik. Kalibrasi dilakukan menggunakan larutan nutrisi dengan kepekatan: 300 ppm, 600 ppm, 900 ppm, 1300 ppm, 1900 ppm dan pengulangan pengukuran sebanyak 5 kali. Kepekatan larutan nutrisi untuk kalibrasi dan validasi sensor diukur menggunakan alat ukur standar TDS-3 yang dijual dipasaran dan umum dipergunakan oleh petani melon untuk mengukur kepekatan larutan nutrisi. Kinerja sensor TDS dinyatakan dengan RMSE yang dihitung menggunakan persamaan 1. Reliabilitas sensor TDS diukur sebanyak tiga kali pengulangan dan ditampilkan dalam bentuk grafik.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - x_i)^2}{n}} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

RMSE = Root Mean Square Error.

A_i = Nilai data aktual ke-i.

x_i = Nilai pengukuran ke-i.

n = Jumlah data pengamatan.

Pengujian Kinerja Sistem Pencampur Pekatan Nutrisi A dan B

Pengujian kinerja dilakukan untuk memastikan sistem pencampur nutrisi A dan B bekerja dengan baik untuk menghasilkan kepekatan larutan nutrisi sesuai nilai set point. Ketelitian pompa peristaltik untuk mengalirkan pekatan nutrisi A dan B terlebih dahulu diuji pada beberapa nilai PWM yaitu 100, 150, 200, dan 250 masing masing dinyalakan selama 1

menit dengan lima kali ulangan. Pengujian pencampuran pekatan nutrisi A dan nutrisi B dilakukan pada nilai setpoint konsentrasi larutan yaitu 1000 ppm dengan kondisi awal berupa air baku, dan pada setpoint 2000 ppm dengan kondisi awal berupa larutan dengan kepekatan 1000 ppm. Pengujian pencampuran otomatis tersebut dilakukan menggunakan volume air baku sebanyak 20 liter. Selama pengujian tersebut larutan nutrisi dalam tandon penampungan dialirkan secara kontinu ke dalam *bucket* tanaman kemudian disalurkan kembali ke tandon penampungan. Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja sistem monitoring dan pengendalian manual dengan platform *ThingSpeak* yang meliputi: kemampuan menyajikan data dalam bentuk grafik pada *cloud ThingSpeak*, kemampuan menampilkan data pengiriman terakhir pada *smartphone*, dan jarak jangkauan *router* dari perangkat IoT. Monitoring secara langsung pada lokasi bisa dilakukan melalui peraga LCD sedangkan monitoring jarak jauh bisa dilakukan melalui komputer langsung ke *cloud ThingSpeak* dan juga melalui *smartphone*. Kemampuan pompa untuk mengalirkan larutan nutrisi ke tanaman melon diuji dengan menyalakan pompa fertigasi kemudian mengukur debit larutan AB-Mix yang mengalir ke *bucket* tanaman melon sebanyak lima kali ulangan pada lima *emitter* yang berbeda. Pekatan nutrisi A dan B dialirkan ke tandon hanya pada saat ketinggian air pada tandon sudah mencapai maksimum. Selama pencampuran, perubahan nilai kepekatan larutan nutrisi pada tandon diukur secara kontinu dengan sampling periode 300 ms sampai mencapai nilai *set point*. Sampling periode 300 ms tersebut dipilih untuk mensinkronkan dengan lama pengaliran pekatan nutrisi AB *mix* pada sistem pengendalian *intermitten*. Data yang didapat selanjutnya diplot dalam bentuk grafik garis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

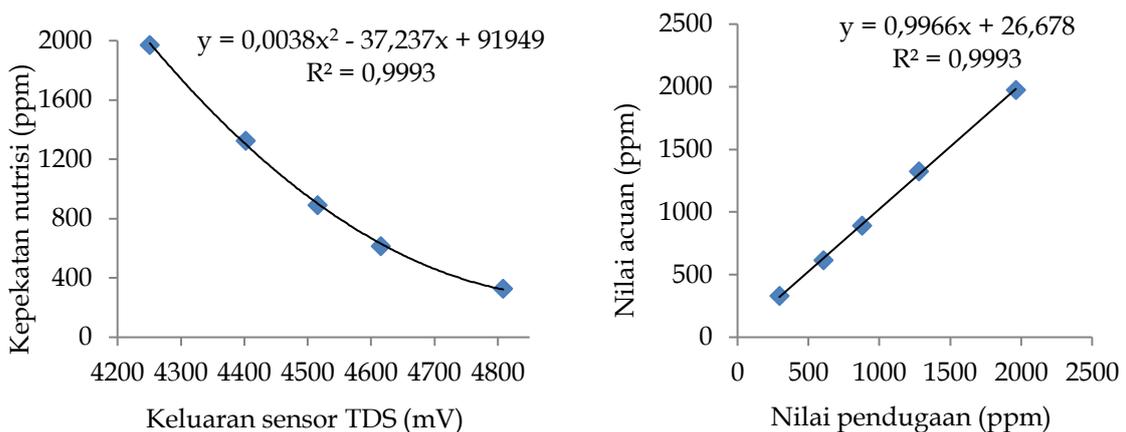
Rancangan alat pencampur pekatan nutrisi A dan B secara otomatis untuk budidaya melon dengan sistem fertigasi *dutch bucket* telah berhasil dibuat meliputi perangkat keras sistem pencampur nutrisi dan perangkat keras sistem fertigasi (Gambar 4). Gambar 4a memperlihatkan rangkaian elektronika pencampur nutrisi A dan B dimana pipa masukan dari pompa peristaltik terhubung dengan pekatan nutrisi A dan B sedangkan pipa keluaran pompa peristaltik dimasukkan ke dalam tandon. Pompa peristaltik dikendalikan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno melalui modul L298. Sensor TDS dan sensor ketinggian muka air yang diletakkan dalam tandon dibaca menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, ditampilkan pada layar LCD dan juga dikirimkan secara nirkabel ke *cloud ThingSpeak* melalui modul ESP8266. Katup solenoid yang mengalirkan air baku dari PAM dikendalikan menggunakan ESP 8266 melalui komponen relay. Gambar 4b memperlihatkan sistem fertigasi untuk mengalirkan larutan nutrisi ke dalam *bucket* yang berisi tanaman melon sedangkan limpasan larutan nutrisi yang keluar dari *bucket* disalurkan kembali ke dalam tandon. Pompa fertigasi yang ada dalam tandon dinyalakan secara terus menerus selama periode budidaya melon.



Gambar 4. Perangkat keras sistem pencampur nutrisi (a) dan sistem fertigasi (b) yang di pasang di lantai atas rumah tinggal

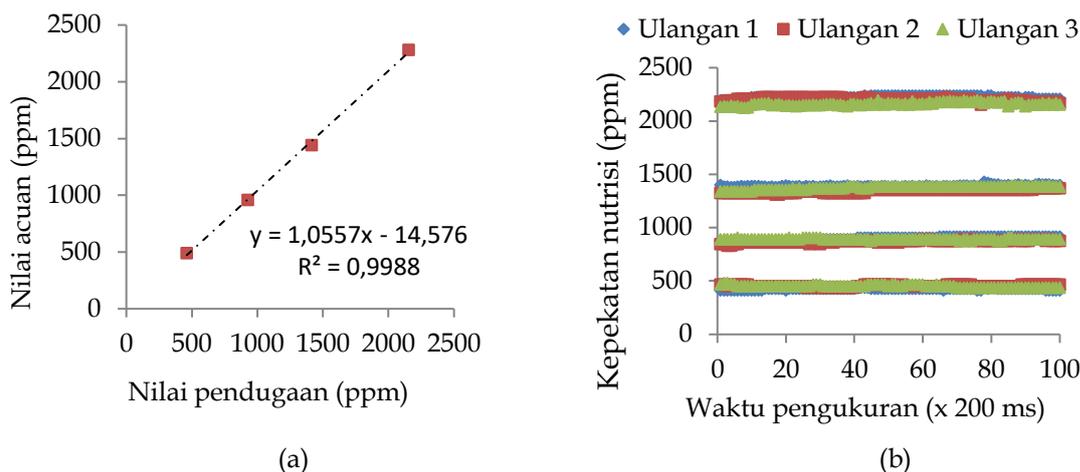
Kalibrasi Sensor TDS

Kalibrasi sensor TDS dilakukan menggunakan lima tingkat kepekatan larutan nutrisi yang diukur menggunakan alat ukur TDS yang umum dijual dipasaran. Data hasil pengukuran sensor TDS berupa tegangan analog yang selanjutnya dirubah menjadi nilai digital menggunakan perangkat ADC (*Analog to Digital Converter*) yang terdapat pada mikrokontroler Arduino Uno. Data kalibrasi sensor TDS selanjutnya di plot seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik kalibrasi konsentrasi larutan nutrisi

Kedua persamaan kalibrasi yang diperoleh pada Gambar 5 selanjutnya dimasukkan kedalam program bahasa-C dari mikrokontroler arduino uno sehingga hasil pengukuran sensor TDS sudah dalam nilai ppm (Sipayung et al., 2020). Dari hasil percobaan didapat *root mean square error* kalibrasi sebesar 28 ppm. Sensor TDS yang sudah terkalibrasi selanjutnya dilakukan validasi seperti disajikan pada Gambar 6a.



Gambar 6. Grafik validasi (a), dan (b) reliabilitas sensor TDS

Dari gambar 6b terlihat bahwa reliabilitas sensor TDS cukup stabil dengan rata rata *error* 31,5 ppm dan maksimum *error* 87,4 ppm dari tiga kali pengulangan pada kondisi yang sama. Nilai *error* tersebut masih cukup besar walaupun lebih kecil dibandingkan pembacaan sensor TDS pada penelitian Rouhillah et al (2022) yang menghasilkan rata rata *error* sebesar 37,4 ppm atau setara 5,7 %. Arrasyid et al (2024) melakukan penelitian budidaya melon dengan 5 perlakuan konsentrasi nutrisi AB mix yang masing masing berbeda sebanyak 50 ppm (beda antara perlakuan 1 dengan perlakuan 5 sebesar 250 ppm) memberikan hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan. Hasil penelitian ini menginformasikan bahwa maksimum *error* sebesar 87,4 ppm tersebut masih bisa dipergunakan untuk budidaya melon dengan hasil yang sama. Sensor TDS yang terbuat dari elektroda memiliki keterbatasan karena akan mengalami perubahan daya hantar listrik (DHL) apabila suhu larutan nutrisi berubah sehingga nilai ppm yang terukur juga berubah (Toruan et al., 2023). Untuk pengembangan lebih lanjut perubahan suhu larutan perlu diminimalisir dengan menambahkan sistem pengendalian suhu.

Pengujian Debit Pompa Peristaltik

Debit aliran pekatan A diuji menggunakan lima nilai PWM yaitu 100, 150, 200, dan 250 masing-masing dengan 5 kali ulangan untuk setiap nilai PWM. Nutrisi yang dialirkan oleh pompa ditampung menggunakan gelas ukur selama 1 menit sehingga diketahui volumenya. Selanjutnya volume yang tertampung dibagi dengan lama pengaliran nutrisi sehingga diperoleh nilai debit. Hasil pengujian menunjukkan debit aliran nutrisi A dan B pada PWM 250 adalah 120 ml/ menit, pada PWM 200 adalah 100 ml/ menit, dan pada PWM 150 adalah 80 ml/ menit. Pada PWM 100 pompa peristaltik sudah tidak mampu untuk mengalirkan nutrisi. Debit aliran yang dihasilkan oleh pompa peristaltik ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan pompa yang dipergunakan pada penelitian Suryatini et al (2021) yaitu 2000 ml/menit.

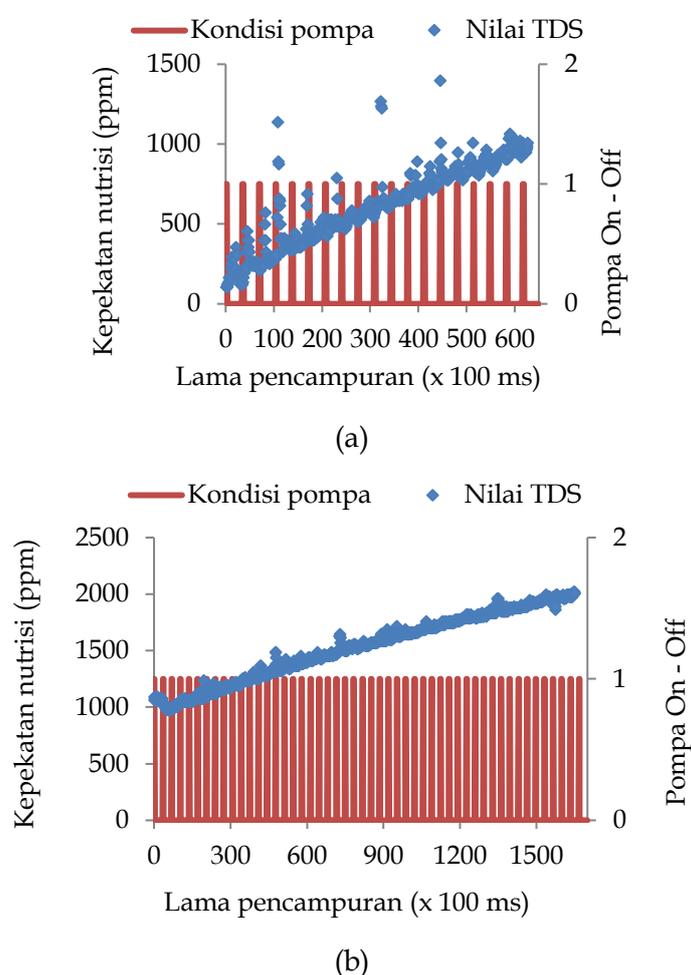
Pengujian Debit Emiter Sistem Fertigasi

Debit emiter merupakan aliran larutan nutrisi dari pipa utama menuju *dutch bucket* tanaman melon. Dalam penelitian ini dipilih lima emiter untuk mewakili variasi aliran yang terjadi karena variasi kondisi pemasangan pipa emiter pada pipa utama. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata debit aliran nutrisi pada pipa emiter adalah 7,3 ml/s. Debit yang agak besar ini dimaksudkan untuk meningkatkan putaran air nutrisi dalam *bucket* sehingga dapat meningkatkan penyerapan oksigen dalam larutan oleh akar tanaman. Debit tersebut lebih besar dibandingkan dengan debit irigasi tetes pada penelitian Negara et al (2023) dengan rata-rata 1,5 ml/s. Dari hasil analisis didapatkan tingkat keseragaman debit aliran emiter adalah 84 % yang termasuk kategori baik. Dalam penelitian ini sistem fertigasi masih dilakukan

secara kontinu dan karena nutrisi digenangkan setinggi 5 cm pada dasar *bucket* maka pada penelitian selanjutnya perlu dicobakan untuk mengalirkan nutrisi secara *intermitten*.

Pengujian Sistem Pencampur Nutrisi Otomatis

Pengujian sistem pencampur dilakukan pada dua nilai kepekatan nutrisi yaitu 1000 ppm dengan kondisi awal air baku dan 2000 ppm dengan kondisi awal 1000 ppm. Hasil pengujian disajikan pada Gambar 7. Dari grafik tersebut terlihat bahwa waktu yang diperlukan untuk mencapai kepekatan yang diinginkan masih cukup lama sekitar 3 menit karena pengaliran pekatan nutrisi A dan B tidak dilakukan secara kontinu tetapi *intermitten* dan dilengkapi dengan dua buah batu aerator *nano bubble* untuk meningkatkan homogenitas larutan. Lama waktu pencampuran tersebut tidak terlalu masalah karena nutrisi dialirkan ke tanaman secara terus menerus sepanjang hari dalam bentuk sirkulasi. Waktu pencampuran pada penelitian ini lebih lama dibandingkan dengan penelitian Suryatini et al (2021) yang membutuhkan waktu kurang dari satu menit.

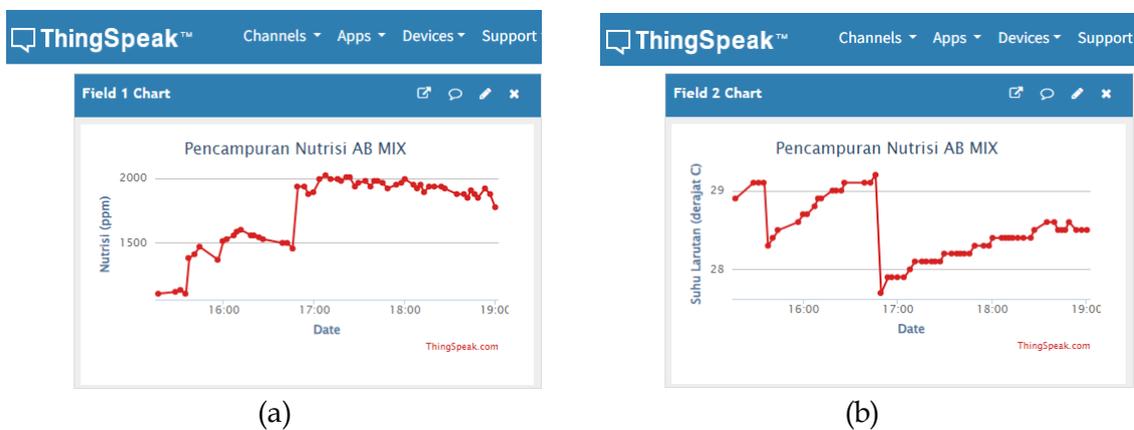


Gambar 7. Hasil pengujian sistem pencampur nutrisi: a. setpoint 1000 ppm, b = 2000 ppm

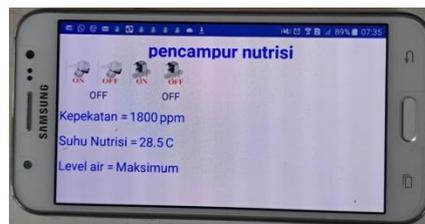
Pengujian Sistem Monitoring dan Pengendalian Jarak Jauh

Pengujian sistem monitoring dan pengendalian jarak jauh dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem untuk menampilkan grafik data pada *cloud ThingSpeak* seperti pada Gambar 8 dan menampilkan data terakhir pada *smartphone* seperti pada Gambar 9. Data yang sudah terekam pada *cloud ThingSpeak* juga bisa ditampilkan pada layar *smartphone* dengan terlebih dahulu menginstall aplikasi *ThingView* (Agustin et al., 2022). Pada penelitian ini pengujian sistem monitoring dilakukan pada tiga kepekatan nutrisi yaitu 400 ppm, 1500 ppm

dan 2000 ppm. Selain kepekatan nutrisi juga dilakukan monitoring suhu larutan nutrisi seperti pada Gambar 8b. Kedua Grafik tersebut menunjukkan bahwa sistem monitoring berfungsi dengan baik. Periode pengukuran dan pengiriman data dilakukan setiap 3 menit sekali selama 3,5 jam. Periode pengukuran dan pengiriman data ini lebih pendek dibandingkan dengan penelitian Kuala et al (2021) yaitu 12 menit. Sistem monitoring dilengkapi fasilitas pengendalian on-off pompa pekatan nutrisi A dan B yang bisa dilakukan secara manual melalui *smartphone* dengan menekan gambar pompa peristaltik yang bertuliskan on dan off pada layar *smartphone*. Pengendalian on-off katup aliran air baku secara manual juga bisa dilakukan dengan menekan gambar katup solenoid yang bertuliskan on dan off pada layar *smartphone* (Gambar 9). Jarak jangkauan maksimum *router* dari perangkat IoT adalah 15 m. Penelitian yang berkaitan dengan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) diantaranya dilakukan pada penelitian (Rafida et al., 2023) untuk meningkatkan kualitas buah melon madu. Sistem monitoring berbasis platform *ThingSpeak* juga dilakukan pada penelitian Hutabarat et al (2023) untuk memonitor parameter air. Pada penelitian tersebut data pengukuran berhasil dikirimkan secara periodik ke *cloud ThingSpeak* setiap 10 s.



Gambar 8. Contoh tampilan grafik data pada *cloud ThingSpeak*: a = TDS, b = suhu



Gambar 9. Tampilan sistem monitoring pada layar *smartphone*

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa budidaya melon dengan sistem *dutch bucket* dapat dilakukan menggunakan media air yang dicampur secara otomatis dengan pekatan nutrisi A dan B tanpa media tanah. Sensor TDS yang digunakan memiliki kinerja cukup baik dengan *error* pengukuran sebesar 28 ppm dan reliabilitas cukup stabil dengan rata rata *error* 31,5 ppm dan maksimum *error* 87,4 ppm. Sistem pencampur pekatan nutrisi A dan B yang dilakukan secara on-off *intermitten* mampu mencapai nilai *set point* dalam waktu 3 menit untuk volume air baku 20 liter. Data pengukuran TDS dikirimkan ke *cloud ThingSpeak* setiap 3 menit sehingga dapat dimonitor melalui komputer maupun *smartphone*. Sistem monitoring juga dilengkapi dengan fasilitas

pencampuran nutrisi secara manual dari jarak jauh menggunakan *smartphone* selama terkoneksi dengan jaringan internet. Pencampuran nutrisi secara otomatis melalui perangkat yang dipasang pada lokasi budidaya maupun secara manual melalui *smartphone* dapat mengurangi intensitas kehadiran pekerja secara langsung pada lokasi budidaya sehingga cocok untuk kaum milenial di daerah perkotaan. Keberhasilan penerapan sistem ini pada lantai atas rumah tinggal memberikan harapan sistem hidroponik *dutch bucket* ini juga bisa diterapkan di atas gedung perkantoran karena atapnya dibeton sehingga sesuai untuk dudukan perangkat hidroponik. Pemanfaatan lahan di atas gedung perkantoran bisa memberikan manfaat tambahan karena walaupun lahan dipergunakan untuk membangun gedung tetapi masih bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan pangan.

Saran

Untuk lebih meningkatkan kinerja perangkat hidroponik yang dikembangkan pada penelitian ini perlu ditambahkan perangkat pengendali suhu larutan nutrisi dalam tandon agar ketelitian pengukuran nilai ppm lebih akurat. Perangkat hidroponik ini juga perlu diuji coba pada beberapa lokasi dengan kondisi lingkungan yang lebih bervariasi untuk mengetahui beberapa parameter yang masih perlu disempurnakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Mesin dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian IPB University yang telah memfasilitasi penelitian ini sehingga dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR REFERENSI

- Agustin, R. D., Sucahyo, I., & Yantidewi, M. (2022). Rancang Bangun Alat Monitoring Pasang Surut Air Laut Berbasis Iot Dengan Nodemcu ESP8266 dan HC-SR04. *Jiif (Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika)*, 6(2), 147 – 157. <https://doi.org/10.24198/jiif.v6i2.40345>
- Arrasyid, I., Masluki, & Arnama, I. N. (2024). Pengaruh Konsentrasi A-B Mix dan Frekuensi Irigasi Tetes Hidroponik Duck Bucket Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Melon (Cucumis Melo L.). *Wanatani*, 4(2), 82–90. <https://pusdig.web.id/wanatani/article/view/306/348>
- Azam, I. A., Pujiharsono, H., & Indriyanto, S. (2023). Sistem Irigasi Tetes Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Yl-69 Berbasis Internet Of Things (IoT). *TEODOLITA: Media Komunikasi Ilmiah Dibidang Teknik*, 24(1), 65–73. <https://doi.org/10.53810/jt.v24i1.477>
- Aziz, D. H. C., Razak, N. H., Zulkafli, N. I., Saat, S., & Tumari, M. Z. M. (2021). Automated Fertilizer Blending System to Reduce Nitrogen Loss and Water Runoffs: A Best Evidence Review. *CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS*, 89, 367–372. <https://doi.org/10.3303/CET2189062>
- Handayani, T., & Irawati, T. (2022). Efisiensi Sistem Irigasi Tetes (Drip Irrigation) Pada Tanaman Melon Varietas Japonika. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(2), 337–341. <https://doi.org/10.37159/jpa.v24i2.1939>
- Hutabarat, B. F., Peslinof, M., Afrianto, M. F., & Fendriani, Y. (2023). Sistem Basis Data Pemantauan Parameter Air Berbasis Internet Of Things (Iot) Dengan Platform ThingSpeak. *Journal Online of Physics*, 8(2), 42–50. <https://doi.org/10.22437/jop.v8i2.24365>
- Ikhwanusshofa, M., Nuramal, A., & Supardi, N. I. (2020). Pemanfaatan Internet Of Things Untuk Monitoring Suhu Di Bppt-Meppo. *Rekayasa Mekanik*, 4(1), 19–24. <https://doi.org/10.33369/rekayasamekanika.v4i1.13274>
- Krisdiyantoro, S., Triyono, S., Tusi, A., & Haryanto, A. (2023). Optimasi Ukuran Pot dan Dosis Pupuk pada Budidaya Melon (Cucumis melo L). *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(3), 419–427. <https://doi.org/10.23960/jabe.v2i3.8052>

- Kuala, S. I., Susanti, N. D., Siregar, Y. H., Haryanto, A., & Basuki, G. R. (2021). Rancang Bangun, Uji Performansi dan Analisis Biaya Alat Pencampur Nutrisi. *TEKNIK*, 42(1), 1–9. <https://doi.org/10.14710/teknik.v42i1.24800>
- Kurniasari, L., Azizah, M., Cahyaningrum, D. T., Rohman, F., & Dinata, G. F. (2023). Response of growth and production of melon (*Cucumis melo* L. var. inodorous) on different concentrations of AB mix fertilizer and gibberellin in tefa smart green house polije. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1168 01201, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1168/1/012011>
- Manuhara, Y. S. W., Kristanti, A. N., Sugiharto, Sugiarto, R. D., Putro, Y. K., & Yudha, A. W. (2022). Empowerment Of Youth Community In Poso Regency, Through Produce Tomato And Melon By Hydroponic System. *Darmabakti Cendekia : Journal of Community Service and Engagements*, 4(1), 8–15. <https://doi.org/10.20473/dc.V4.I1.2022.8-15>
- Minarni, E. W., & Ulinuha, Z. (2023). Pengaruh Perbedaan Jarak Tanam terhadap Pertumbuhan dan Kualitas Melon pada Sistem Hidroponik NFT. *Agritech: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 25(1), 145–151. <https://doi.org/10.30595/agritech.v25i1.17045>
- Negara, I. D. G. J., Hanifah, L., Supriyadi, A., Pradjoko, E., & Pracoyo, A. (2023). Analisis Optimasi Aplikasi Sistem Irigasi Tetes PVC Ber-Ameter pada Variasi Lahan Bertingkat Untuk Mendukung Kegiatan Pertanian di Permukiman Perkotaan. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 9(3), 401–412. <https://doi.org/10.29303/jstl.v9i3.490>
- Nora, S., Yahya, M., Mariana, M., Herawaty, H., & Ramadhani, E. (2020). Teknik Budidaya Melon Hidroponik dengan Sistem Irigasi Tetes (Drip Irrigation). *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 23(1), 21–26. <https://doi.org/10.30596/agrium.v23i1.5654>
- Pertiwi, A., Kristianti, V. E., Jatnita, I., & Daryanto, A. (2021). Sistem Otomatisasi Drip Irigasi Dan Monitoring Pertumbuhan Tanaman Cabai Berbasis Internet Of Things. *Sebatik*, 25(2), 739–747. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v25i2.1623>
- Rafida, S. N., Mura, M. R., Ferryanto, A., Fatikhaturrohman, A., Aditya, D. S., & Sayekti, I. (2023). Penerapan Teknologi Smart Farming Berbasis Internet Of Things Untuk Meningkatkan Kualitas Melon Madu Di Agrowisata Purwosari. *ORBITH*, 19(3), 263–272. <https://doi.org/10.32497/orbith.v19i3.5254>
- Rouhillah, Salfikar, I., & Ichsan, M. (2022). Kontrol Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Monitoring Internet of Things. *Elektron Jurnal Ilmiah*, 14(2), 72–77. <https://doi.org/10.30630/eji.14.2.306>
- Saydi, R., Fanata, W. I. D., Ristiyana, S., & Saputra, T. W. (2022). Pengaruh Variasi Media Tanam Dan Dosis Nutrisi Ab Mix Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum* L.) Dengan Hidroponik Sistem Dutch Bucket. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(4), 607–614. <https://doi.org/10.23960/jat.v10i4.6061>
- Septya, F., Rosnita, R., Yulida, R., & Andriani, Y. (2022). Urban Farming Sebagai Upaya Ketahanan Pangan Keluarga Di Kelurahan Labuh Baru Timur Kota Pekanbaru. *Reswara : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 105–114. <https://doi.org/10.46576/rjpkm.v3i1.1552>
- Sipayung, A. R., Andromeda, T., & Afrisal, H. (2020). Perancangan Sistem Monitoring Dan Pengendalian Nutrisi Pada Tanaman Hidroponik Sistem Nutrient Film Technique (NFT) Menggunakan Kontrol PID. *TRANSIENT: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 9(4), 564–573. <https://doi.org/10.14710/transient.v9i4.564-573>
- Supriyanta, B., Mangaras, & Widowati, I. (2022). *Budidaya Melon Hidroponik Dengan Smart Farming* (2022nd ed.). Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UPN “Veteran” Yogyakarta. http://eprints.upnyk.ac.id/32893/1/Buku_BUDIDAYA_MELON_HIDROPONIK_DENGAN_SMART_FARMING_Bambang_Supriyanta_monev3.pdf
- Suryatini, F., Pancono, S., Bhaskoro, S. B., & Muljono, P. M. S. (2021). Sistem Kendali Nutrisi Hidroponik berbasis Fuzzy Logic berdasarkan Objek Tanam. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik*

- Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 9(2), 263–278.
<https://doi.org/10.26760/elkomika.v9i2.263>
- Toruan, P. L., Margareta, B., Jumarni, A., Pratiwi, S. S., & Atina. (2023). Pengaruh Temperatur Air Terhadap Konduktivitas dan Total Dissolved Solid. *Jurnal Kumparan Fisika*, 6(1), 11–16. <https://doi.org/10.33369/jkf.6.1.11-16>
- Wahyuni, S., Wahyudi, M., & Rusidy, A. (2021). Rekayasa Digitalisasi Pertanian Hidroponik NFT dengan Model Kendali Suhu, pH dan Electrical Conductivity (EC). *Rekayasa*, 14(1), 68–77. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i1.9217>
- Yanti, N. T., Juwanda, M., Adita, M. D., & Khotimah, K. (2022). Analisis Keuntungan Usaha Tani Buah Melon Desa Banjaratma Kabupaten Brebes. *Journal of Agribusiness and Community Development (AGRIVASI)*, 2(1), 139–148. <https://doi.org/10.46772/agrivasi.v2i1.814>