

# RANCANG BANGUN HIDROPONIK TANAMAN PAPRIKA DENGAN DRIP SYSTEM BERBASIS INTERNET OF THINGS

Kadek Teguh Purwanto<sup>1</sup>, Gede Sukadarmika<sup>2</sup>, D.M.Wiharta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>2,3</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Bukit Jimbaran, Badung

kadekteguhpurwanto@gmail.com, sukadarmika@ee.unud.ac.id, wiharta@unud.ac.id

## ABSTRAK

Kemajuan teknologi sudah dilakukan pemanfaatan dalam berbagai bidang, juga dalam bidang pertanian. Teknologi yang saat ini banyak digunakan adalah *Internet of Things* (IoT). Dengan teknologi ini petani dapat melakukan monitor dan kontrol dari jarak jauh sehingga pekerjaan menjadi lebih efisien dan optimal. Dalam penelitian ini, dikembangkan sebuah sistem kontrol dan monitor pada hidroponik tanaman paprika. Sistem ini dibangun menggunakan *Raspberry Pi* sebagai pusat pemrosesan data dilengkapi Arduino uno sebagai pembaca data analog serta kontrol *relay*, *sensor* DS18B20 sebagai pembaca suhu air, *sensor pH* 4502C sebagai pembaca keasaman air, dan *sensor* TDS/EC sebagai pembaca nilai *ppm* nutrisi air. Sistem ini di realisasikan dalam bentuk prototipe sistem hidroponik tanaman paprika. Sistem bekerja secara otomatis untuk monitor dan kontrol suhu air, *pH* air, nilai *ppm* nutrisi, tinggi air dan penyiraman otomatis. Sistem ini dilengkapi pula dengan fitur notifikasi yang membuat petani mendapatkan informasi pada media telegram seperti suhu air, *pH* air, nilai *ppm* nutrisi, tinggi air, dan notifikasi penyiraman. Dalam prototype ini pula terdapat kamera *webcam* sebagai fitur yang memiliki fungsi melakukan pendeteksian buah paprika yang sudah matang dari segi warna buah. Kamera akan melakukan pendeteksian warna dari buah paprika, dan jika buah paprika berubah menjadi warna merah, buah paprika masuk dalam kategori sudah matang, serta petani akan memperoleh notifikasi dengan telegram berbentuk data gambar dan notifikasi jika buah paprika matang terdeteksi.

**Kata kunci** : IoT, Hidroponik, Paprika, Raspberry Pi, Sensor TDS

## ABSTRACT

*Technological advances have been utilized in various fields, including in agriculture. The technology that is currently widely used is the Internet of Things (IoT). With this technology, farmers can monitor and control remotely so that their work becomes more efficient and optimal. In this study, a control and monitor system was developed for paprika hydroponics. This system was built using a Raspberry Pi as a data processing center equipped with Arduino uno as an analog data reader and relay control, a DS18B20 sensor as a water temperature reader, a pH 4502C sensor as a water acidity reader, and a TDS/EC sensor as a water nutrient ppm value reader. This system is realized in the form of a prototype system for hydroponic paprika. The system works automatically to monitor and control water temperature, water pH, nutrient ppm value, water level and automatic watering. The system is also equipped with a notification feature so that farmers can obtain information via telegram media such as water temperature, water pH, nutrient ppm value, water level, and watering notifications. This prototype is also equipped with a webcam camera as a feature that functions to detect ripe peppers in terms of fruit color. The camera will detect the color of the peppers, and if the peppers are red, the peppers are categorized as ripe, and farmers will receive notifications via telegram in the form of image data and notifications that ripe peppers have been detected.*

**Key Words** : IoT, Hydroponics, Paprika, Raspberry Pi, TDS Sensor

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi semakin tahun semakin pesat. Selaras dengan itu, sektor

pertanian juga ikut mengalami perkembangan. Salah satu teknologi yang layak dilakukan penyebarluasan yakni

teknologi hidroponik, hal tersebut disebabkan semakin berkurangnya lahan pertanian yang diakibatkan dari konversi lahan pertanian bagi kawasan industri serta pemukiman di daerah perkotaan. Mandiri [1] menjelaskan hidroponik dalam bahasa Inggris yakni *Hydroponics* mempunyai asal dari kata bahasa Yunani, yakni *hydro* yang memiliki arti air, sedangkan kata *Phonos* yang memiliki arti daya atau kerja. Hidroponik juga diketahui sebagai budidaya tanaman tanpa tanah (*soilless culture*). Hidroponik mempunyai definisi secara bebas sebagai teknik bercocok tanam dengan melakukan penekanan pada proses penunjangnya kebutuhan nutrisi pada tanaman.

Trina E. Tallei, et al. [2] budidaya melalui hidroponik mempunyai beberapa *benefit*, yakni tidak memerlukan lahan luas, dapat diupayakan sepanjang tahun, meningkatkan pendapatan rumah tangga, serta memberi bantuan dengan menciptakan lingkungan (udara) bersih serta sehat pada kawasan perumahan. Susilawati [3] menjelaskan Faktor-faktor yang memberikan pengaruh pertumbuhan tanaman dengan Hidroponik bisa dibagi menjadi dua faktor yakni faktor primer serta faktor sekunder. Faktor primer antara lain air baku, mineral serta nutrisi atau pupuk, media tanam serta bibit. Sedangkan faktor sekunder (lingkungan), antara lain cahaya, oksigen, suhu, kelembaban, curah hujan serta angin.

Ada beberapa metode hidroponik yang sering digunakan salah satunya adalah sistem irigasi tetes (*drip system*). Menurut Khusain [4] *Drip system* merupakan salah satu sistem hidroponik yang mempergunakan teknik penghematan air serta pupuk dengan melakukan penetesan larutan dengan perlahan langsung pada akar tanaman. *Drip system* dikatakan pula sistem *Fertigasi* hal ini dikarenakan pengairan serta proses diberikannya nutrisi dilaksanakan pada waktu yang sama.

Paprika (*Capsicum annuum L.*) merupakan tumbuhan yang menghasilkan buah yang memiliki rasa manis serta sedikit pedas dari suku terong-terongan (*Solanaceae*). Buah yang memiliki warna hijau, kuning, merah, ataupun ungu sering dipergunakan untuk campuran salad. Secara internasional, paprika dipergunakan untuk menyebutkan hampir semua varietas *Capsicum annuum*. Paprika yakni jenis

tanaman hidroponik yang memberikan keuntungan untuk dilakukan pembudidayaan. Susilawati [5] paprika masuk pada tanaman yang tidak mudah dilakukan pengembangan secara tradisional di tanah, tidak seperti jenis cabai lain yakni cabai merah, cabai rawit, serta cabai keriting. Paprika secara umum tumbuh dengan tinggi 50 cm - 150 cm. Tanaman ini bisa tumbuh di segala iklim serta bisa berkembang di berbagai belahan dunia. Untuk dibudidayakan dengan hidroponik tinggi paprika dapat mencapai 3m - 4m.

Hal yang paling *urgent* serta yang wajib diberikan perhatian pada sistem hidroponik paprika yakni pemupukan. Roberto K [6] menyebutkan Air serta pupuk diberi pada media hidroponik berbentuk larutan secara bersamaan. Adams et al. [7] Larutan unsur hara atau nutrisi sebagai sumber pasokan air serta mineral adalah faktor penting pada pertumbuhan serta kualitas hasil tanaman pada budidaya hidroponik. Unsur hara yang diberi wajib mengandung unsur makro (N, P, S, K, Ca, dan Mg) dan mikro (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, dan Zn). Tingkat keasaman (*pH*) memberikan pengaruh daya larut unsur hara yang bisa dilakukan penyerapan oleh akar. Sebagian besar budidaya hidroponik, larutan dipertahankan konstan pada kisaran *pH* 6,0 – 6,5.

Ardianysyah [8] menyebutkan kemajuan teknologi di jaman sekarang sangat bermanfaat bagi pembudidaya dengan sistem hidroponik. Teknologi yang saat ini banyak digunakan ialah *Internet of Things* dengan teknologi ini pembudidaya dapat melakukan kontroling dan monitoring dari jarak jauh terhadap sistem hidroponik ini yang dimana dengan tujuan untuk mendapatkan data-data untuk meningkatkan perkembangan dari tanaman, dan juga membantu pembudidaya sehingga membuat pekerjaan pembudidaya menjadi lebih efisien dan optimal.

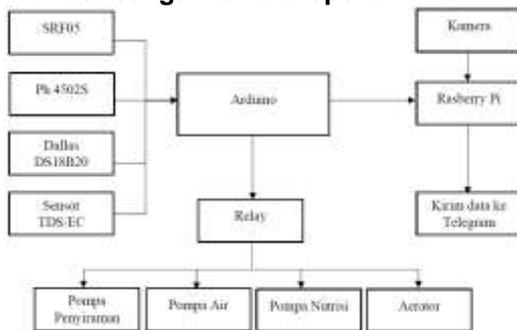
Pada penelitian ini dilakukan penambahan komponen dan *sensor* dari penelitian sebelumnya, jika pada penelitian sebelumnya menggunakan *Mikrokontroler* STM32 ataupun *Arduino Mega 2560*, maka pada penelitian ini menggunakan *mikrokontroler Raspberry Pi* sebagai pusat pemrosesan data, serta *sensor* kamera untuk mendeteksi buah paprika yang sudah

matang atau siap panen pada sistem hidroponik.

Terdapat permasalahan yang terkait dengan pemaparan diatas bagaimana rancang bangun budidaya hidroponik paprika berbasis *Internet of Thing* (IoT). Adapun tujuan yang ingin dicapai yakni Merancang sistem monitoring *pH* air untuk budidaya hidroponik berbasis *Internet of Thing* (IoT); Mengetahui tingkat keasaman (*pH*) air, menggambarkan jumlah zat terlarut dalam *part permillion* (*ppm*) atau *Electrical Conductivity* (EC) pada nutrisi dan dapat dipantau melalui *smartpHone* ataupun *personal computer*; Merancang sistem kontroling pemberian pemberian nutrisi dan ketinggian air pada bak penampungan; Merancang sistem untuk mendeteksi buah paprika yang sudah matang atau siap panen dengan dukungan teknologi *Internet of Thing* (IoT).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Rancangan lot Hidroponik



Gambar 1 Flow Diagram.

*Drip system* merupakan salah satu sistem hidroponik yang mempergunakan teknik penghematan air serta pupuk dengan melakukan penetesan larutan secara perlahan langsung pada akar tanaman. *Drip system* dikatakan juga sistem *Fertigasi* dikarenakan pengairan serta proses diberikannya nutrisi dilaksanakan dengan bersamaan. Pada sistem alat ini, pompa penyiraman akan hidup apabila semua syarat *sensor* sudah terpenuhi.

Budidaya hidroponik optimal pada suhu 25 - 30°C, pertumbuhan tidak akan terjadi pada suhu 10°C dan 35°C. Penyiraman paprika hidroponik dilaksanakan antara jam 07.00-17.00 dengan frekuensi diberikan setiap 2 jam. Jumlah larutan yang dibutuhkan tanaman muda 100 ml setiap pemberian, pada fase berbunga 150 ml dan berbuah 200-300 ml.

Dengan *pH* air berkisar 5.0-6.5, nilai EC 1.8-2.2, dan nilai *ppm* 1260-1540.

### 2.2 Perancangan Mekanik Hidroponik

Gambar 2 berikut akan menjelaskan perancangan desain alat yang akan diujikan. Dapat dilihat dari perancangan mekanik ini memiliki tujuan untuk memberi gambaran umum tentang alat yang diujikan.



Gambar 2 Perancangan Desain Simulasi Alat

### 2.3 Mekanisme Pengujian

Mekanisme pengujian dari penelitian ini dilakukan dengan pengujian *Hardware*. Pada pengujian *hardware* dilakukan beberapa pengujian diantaranya adalah pengujian terhadap kamera, *sensor ultrasonik* (SRF05), *sensor pH* air (*pH* 4502C), *sensor* suhu air (Dallas DS18B20), dan *sensor* TDS/EC. Dari pengujian ini akan didapatkan data yang berisi hasil pembacaan *sensor* dan akan dibandingkan dengan hasil pengukuran alat ukur manual.

1. Pengujian suhu air dilakukan dengan meletakkan *sensor* Dallas DS18B20 kedalam bak penampungan dan mencelupkan *thermometer* suhu secara bersamaan, kemudian *sensor* akan melakukan pembacaan suhu air pada bak penampungan begitu juga dengan *thermometer* suhu. Data yang didapatkan akan dibandingkan agar *sensor* Dallas DS18B20 dapat dikatakan berfungsi dengan baik.
2. Pengujian *pH* air dilakukan dengan meletakkan *sensor pH* 4502C kedalam bak penampungan dan mencelupkan *pH* meter digital secara bersamaan, kemudian *sensor* akan melakukan pembacaan *pH* air pada bak penampungan begitu juga dengan *pH* meter digital. Data yang didapatkan akan dibandingkan agar *sensor pH* 4502C dapat dikatakan berfungsi dengan baik.

3. Pengujian nilai nutrisi pada bak penampungan dilakukan dengan meletakkan *sensor* TDS/EC kedalam bak penampungan dan mencelupkan TDS/EC digital secara bersamaan, kemudian *sensor* akan melakukan pembacaan nilai nutrisi pada bak penampungan begitu juga dengan TDS/EC digital. Data yang didapatkan akan dibandingkan agar *sensor* TDS/EC dapat dikatakan berfungsi dengan baik.
4. Pengujian tinggi level air pada bak penampungan dilakukan dengan meletakkan *sensor* SRF05 pada bagian atas bak penampungan dan mencelupkan penggaris hingga ke dasar bak bersamaan, kemudian *sensor* akan melakukan pembacaan tinggi level air pada bak penampungan begitu juga dengan penggaris tersebut. Data yang didapatkan akan dibandingkan agar *sensor* SRF05 dapat dikatakan berfungsi dengan baik.
5. Pengujian kamera dilakukan dengan meletakkan kamera *webcam* didepan hidroponik tanaman paprika, kemudian apabila ada permintaan pengambilan gambar dari pemilik hidroponik. Kamera *webcam* akan mengambil gambar, lalu gambar akan diidentifikasi apakah buah paprika tersebut teridentifikasi matang atau tidak.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Realisasi Hasil

Dalam penelitian ini sudah di laksanakan *prototype* sistem pertanian hidroponik paprika dengan basis *Internet of Things* mempergunakan *sensor* TDS/EC, *sensor* ultrasonic atau SRF05, *sensor pH* 4502C, *sensor* suhu *Dallas DS18B20*, dan *sensor* kamera untuk mengetahui buah paprika yang sudah matang atau siap panen. Hasil realisasi rangkaian *prototype* secara sepenuhnya bisa dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Realisasi Rangkaian

Gambar 3 menjelaskan rangkaian yang sudah direalisasikan nomor pada gambar merupakan komponen-komponen yang sudah terpasang. Nomor 1. menunjuk pada *Sensor* TDS/EC; 2. *Sensor Dallas DS18B20*; 3. *Sensor pH 4502C*; 4. *Sensor SRF05*; 5. Pompa DC; 6. Aerator; 7. *Arduino Uno*; 8. *Relay 4 channel*; 9. Kamera *Web Cam*; 10. *Raspberry Pi*.



Gambar 4 Realisasi rancang bangun sistem hidroponik tanaman paprika dengan *drip system* berbasis *Internet of Things*.

Pada gambar 4 menjelaskan realisasi rancang bangun sistem hidroponik tanaman paprika dengan *drip system* berbasis *Internet of Things*. Pada gambar terdapat cadangan air yang di tunjukkan dengan huruf A, dan cadangan nutrisi di tunjukkan dengan huruf B. Penelitian ini memiliki tujuan melakukan pengembangan alat untuk memonitoring tanaman paprika. Parameter yang akan dimonitor yakni nilai

nutrisi, level air pada bak penyiraman, *pH* air dan suhu air, untuk dapat memberi hasil yang optimal. Pengukuran nilai nutrisi dilaksanakan dengan mempergunakan *sensor* TDS/EC, pengukuran level air dilakukan dengan menggunakan *sensor* SRF05, pengukuran *pH* air dilakukan dengan menggunakan *sensor pH* 4502C, dan pengukuran suhu menggunakan *sensor* Dallas DS18B20.

Alat ini bekerja melakukan pembacaan terhadap *sensor* suhu, *sensor pH*, *sensor* ultrasonik dan *sensor* TDS/EC, untuk mengetahui suhu air, keasaman, level air pada bak penampungan dan nilai zat yang terlarut dalam air pada hidroponik. Selanjutnya *sensor* ultrasonik akan membaca tinggi level air pada bak penampungan apakah sudah sesuai dengan nilai yang sudah ditetapkan yaitu lebih dari 70% dari bak penampungan, dilanjutkan dengan *sensor* TDS/EC jika nilai *ppm* tidak sesuai dengan nilai yang di tetapkan yaitu nilai EC1.8-2.2, dan nilai *ppm* 1260-1540, selanjutnya pompa nutrisi akan menyala untuk menyesuaikan nilai yang sudah di tetapkan. Selanjutnya jika waktu penyiaman sudah sesuai dengan waktu yang sudah di tentukan yaitu antara jam 07.00-17.00 dengan frekuensi diberikan setiap 2 jam dan akan dikirim informasi melalui telegram. Berikutnya pada sistem panen buah paprika, *sensor* kamera akan membaca nilai warna buah paprika yang di tetapkan yaitu warna merah dengan kode warna #FF0000 dan akan dikalibrasi lagi dengan nilai batas warna di format HSV. Apa bila nilai warna sudah sesuai maka kamera akan mengambil gambar dan akan mengirim data gambar dengan telegram. Hal itu akan terjadi berulang-ulang dengan otomatis.

### 3.1 Pengujian *sensor* melalui Aplikasi Telegram

Pengujian *sensor* melalui Aplikasi Telegram ini memiliki tujuan untuk mengetahui kepastian apakah *sensor* dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan aplikasi telegram, dimana apabila pemilik hidroponik paprika ingin mengetahui informasi tentang suhu air, *pH* air, tinggi air pada bak penampungan serta nilai TDS nutrisi pemilik bisa mengetik `/get_data_sensor` pada aplikasi aplikasi telegram, apabila pemilik ingin mengetahui kondisi buah paprika maka pemilik bisa mengetik `/take_picture` pada aplikasi

aplikasi telegram, maka secara otomatis aplikasi aplikasi telegram akan memberikan gambar dan notifikasi.

```

Hai ini merupakan bot IoT yang digunakan untuk
melakukan proses monitoring dan controlling
dari hidroponik paprika. Berikut merupakan list
untuk menggunakan bot ini.

/get_data_sensor -> untuk mendapatkan informasi
terkait sensor saat ini seperti pH, TDS, Suhu dan
tinggi air.

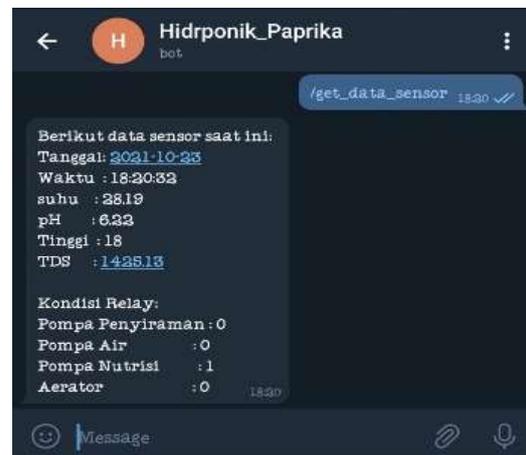
/take_picture -> untuk mengambil gambar dari
hidroponik terakhir.

/pompa_penyiraman_on -> untuk menyalakan
pompa penyiraman.
/pompa_air_on -> untuk menyalakan pompa air.
/pompa_nutrisi_on -> untuk menyalakan pompa
nutrisi.
/pompa_aerator_on -> untuk menyalakan pompa
aerator

/pompa_penyiraman_off -> untuk mematikan
pompa penyiraman.
/pompa_air_off -> untuk mematikan pompa air.
/pompa_nutrisi_off -> untuk mematikan pompa
nutrisi.
/pompa_aerator_off -> untuk mematikan pompa
aerator
    
```

Gambar 5 Daftar Perintah untuk Penggunaan Aplikasi Telegram.

Gambar 5 merupakan perintah-perintah yang ada pada aplikasi hidroponik paprika berbasis *Internet of Things* dimana aplikasi ini akan membantu pemilik untuk mengontrol hidroponik paprika. Didalam aplikasi ini pemilik hidroponik paprika dapat mengirimkan beberapa perintah untuk mengontrol sistem hidroponik.



Gambar 6 Hasil Pengujian *Sensor* yang Dikirimkan Melalui Aplikasi Telegram.

Gambar 6 memberikan gambaran berupa data *sensor* dari sistem hidroponik paprika yang meliputi suhu air, *pH* air, tinggi air dan nilai TDS di dalam bak penampungan tersebut berfungsi dengan baik. Untuk mengetahui kondisi tersebut maka dilakukan dengan cara mengetik `/get_data_sensor` pada aplikasi aplikasi

telegram yang di mana akan secara otomatis menunjukkan kondisi suhu air, *pH* air, tinggi air dan nilai TDS di dalam bak penampungan.



**Gambar 7** Hasil Pengujian Penyiraman Otomatis.

Pada gambar 7 disajikan hasil pengujian penyiraman otomatis yang telah berfungsi dengan baik. Untuk dapat melakukan penyiraman otomatis menggunakan telegram dapat dilakukan dengan cara mengetik /pompa\_penyiraman\_on pada aplikasi telegram yang di mana akan menunjukkan notifikasi penyiraman. Penyiraman dilakukan sebanyak enam kali dalam satu hari sejak pukul 7.00 sampai pukul 17.00.

### 3.3 Pengujian Deteksi Buah Paprika Yang Telah Matang



**Gambar 8** Tampilan Saat Kamera Melakukan Identifikasi Buah Paprika.

Pada pengujian ini mempergunakan tanaman buah paprika yang mempunyai buah yang berwarna merah yang sudah teridentifikasi matang. Pada pengujian deteksi tingkat kematangan dibutuhkan kalibrasi nilai HSV (Hue, Saturation, Value) untuk melakukan pendeteksian buah paprika yang telah matang. Kamera pada pengujian ini aktif yang mana kamera akan melakukan identifikasi otomatis saat sudah terdapat buah yang dilakukan identifikasi matang. Gambar 8 adalah proses yang mana sensor kamera melaksanakan

identifikasi buah paprika dari warna buah paprika itu.



**Gambar 9** Hasil pengiriman gambar pada aplikasi Telegram.

Pada gambar 9 adalah hasil pengiriman gambar dari Raspberry Pi menuju HP pemilik paprika. Dimana pemilik hidroponik paprika dapat menulis perintah /take\_picture pada aplikasi Telegram untuk memerintahkan kamera melakukan pengambilan gambar saat ini. Apabila ada buah paprika yang terdeteksi matang, maka notifikasi buah matang terdeteksi akan muncul pada aplikasi telegram.

## 4. KESIMPULAN

Dari dari hasil serta pembahasan yang sudah dijelaskan, maka bisa ditarik simpulan bahwa teknologi informasi dan komunikasi dapat dimanfaatkan dalam beragam aplikasi, seperti :

1. Penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi, dalam hal ini *Internet of Things*, dapat memberikan dukungan dalam bidang pertanian dalam hal sistem kontrol dan monitoring tanaman paprika. Dengan integrasi *Internet of Things* dan aplikasi Telegram, petani mendapatkan informasi monitoring dan kondisi pertanian hidroponik paprika.
2. Rancangan pertanian hidroponik paprika berbasis *Internet of Things* ini menggunakan sensor suhu air Dallas DS18B20 untuk mengetahui suhu air, sensor PH 4502C untuk mengetahui *pH* air, sensor SRF05 untuk mengetahui jarak atau ketinggian air, sensor TDS/EC untuk mengetahui nilai ppm nutrisi, dan kamera yang berfungsi untuk mengetahui kematangan buah paprika hidroponik.
3. Sistem pertanian hidroponik paprika ini dilengkapi dengan kamera. Petani dapat meminta kondisi dari hidroponik

paprika dengan mengetik /take\_picture pada aplikasi telegram. Jika kondisi buah paprika telah dideteksi matang maka petani akan memperoleh notifikasi berbentuk gambar dengan aplikasi telegram. Notifikasi serta Gambar akan dikirim dengan mikrokontroler Raspberry Pi 3 tipe B jika kondisi buah paprika di deteksi telah matang maka akan ada notifikasi "buah matang terdeteksi", begitu juga sebaliknya apabila buah matang tidak terdeteksi maka akan ada notifikasi "buah matang tidak terdeteksi" dengan aplikasi komunikasi Telegram agar bisa diterima oleh petani.

Surabaya.

<http://eprints.ubhara.ac.id/609/>.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mandiri, T. K. T. 2010. Pedoman Budidaya Secara Hidroponik. Bandung: CV. Nuansa Aulia.
- [2] Trina E. Tallei, Inneke F.M. Rumengan, Ahmad A.Adam. 2017. Hidroponik Untuk Pemula. Universitas Sam Ratulangi: Penerbit LPPM UNSRAT.
- [3] Susilawati, 2019. Dasar-Dasar Bertanam Secara Hidroponik. Bukit Besar Palembang: Universitas Sriwijaya Press. <https://repository.unsri.ac.id/26306/1/Buku%20Hidroponik%20edit.pdf>.
- [4] Khusain, Moh. 2018. Perancangan Alat Monitoring Dan Penyiraman Otomatis Tanaman Cabai Hidroponik Sistem Fertigasi Berbasis Android. Universitas 17 Agustus 1945. <http://repository.untag-sby.ac.id/826/>.
- [5] Mustikarini, E. D., Santi, R., & Inonu, I. (2019). Pemberdayaan PKK Desa Pagarawan melalui Budi Daya Tanaman Sayuran dengan Sistem Hidroponik. Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat, 5(3), 173–180. <https://doi.org/10.29244/agrokreatif.5.3.173-180>.
- [6] Roberto K. 2005. How To Hydroponics. Harvard University: Futuregarden Inc.London
- [7] Adam CR, Early MP, Brook JE, Bamford KM. 2015. Principle Of Horticulture. Routledge, London. Pp 277
- [8] Ardiyansyah, Dani 2020. Sistem Kontrol Nutrisi Untuk Tanaman Sayur Buah Hidroponik Berbasis Fuzzy Logic. Universitas Bhayangkara