

Skripsi

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KADAR NUTRISI
HIDROPONIK PADA TANAMAN SELADA (*LACTUCA SATIVA L.*)
BERBASIS INTERNET OF THINGS**

**WIDYA ASTUTI
H021191068**



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KADAR NUTRISI
HIDROPONIK PADA TANAMAN SELADA (*LACTUCA SATIVA L.*)
BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Program Studi Fisika Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

**WIDYA ASTUTI
H021191068**

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KADAR NUTRISI
HIDROPONIK PADA TANAMAN SELADA (*LACTUCA SATIVA L.*)
BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Disusun dan diajukan oleh:

WIDYA ASTUTI
H021191068

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
Pada Juni 2023

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Arifin, M.T
NIP. 19670520 199403 1 002

Pembimbing Pertama

Prof. Dr. Buqkar Abdullah, M.Eng.Sc.
NIP. 19550105 197802 1 001

Ketua Program Studi,

Prof. Dr. Arifin, M.T
NIP. 19670520 199403 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Widya Astuti
NIM : H021191068
Program Studi : Fisika
Jenjang : S1

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya tulisan saya yang berjudul:

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN KADAR NUTRISI HIDROPONIK PADA TANAMAN SELADA (*LACTUCA SATIVA* L.) BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Adalah karya tulis berdasarkan hasil pemikiran dan penelitian saya, bukan merupakan hasil pengambil alihan tulisan maupun pemikiran orang lain. Jika terdapat karya orang lain dalam skripsi ini, maka akan dicantumkan sumber yang benar dan jelas. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, jika dikemudian hari terdapat ketidakbenaran dan penyimpangan dalam pernyataan ini, maka saya berhak menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juni 2023

Yang Menyatakan



Widya Astuti
H021191068

ABSTRAK

Pada kondisi nutrisi hidroponik yang selalu mengalami perubahan tiap waktu dapat menjadi penyebab tanaman hidroponik tumbuh dengan tidak optimal. Setiap tanaman hidroponik memiliki kriteria jumlah pupuk nutrisi hidroponik yang berbeda-beda, salah satunya tanaman selada yang memiliki kriteria jumlah nutrisi 560-840 ppm dengan nilai pH 6,0-7,0. Maka, perlunya pemantauan kadar nutrisi hidroponik secara berkala untuk mengatur jumlah kadar nutrisi pupuk saat penyiraman tanaman. Penelitian ini dilakukan untuk memantau kadar nutrisi tanaman selada hidroponik secara *realtime* menggunakan aplikasi Ubidots. Pemantauan yang dilakukan meliputi pengukuran suhu, pH, dan TDS (*Total Dissolved Solids*). Hasil dari pemantauan dapat dilihat melalui LCD dan aplikasi Ubidots dengan menambahkan notifikasi peringatan ketika nilai suhu, pH dan TDS tidak sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Pada sistem pemantauan hidroponik dilakukan kalibrasi pada masing-masing sensor dengan nilai rata-rata akurasi sensor suhu DS18B20 sebesar 99,53%, sensor pH-4502C memiliki akurasi sebesar 99,18% dan sensor TDS memiliki akurasi sebesar 99,29%. Pengujian sistem pemantauan yang dilakukan selama tiga hari pada tanaman selada berumur 26 Hari Setelah Tanam (HST) bekerja dengan baik, dengan menampilkan nilai masing-masing sensor pada LCD dan aplikasi Ubidots. Serta notifikasi peringatan yang dapat muncul ketika nilai suhu, pH, dan TDS tidak sesuai kriteria berkerja dengan baik, dengan mengirimkan notifikasi melalui email.

Kata Kunci: *Hidroponik, sensor suhu, Sensor pH, Sensor TDS, Ubidots.*

ABSTRACT

The condition of hydroponic nutrition, which is constantly changing at all times, can be the cause of hydroponic plants growing optimally. Each hydroponic plant has a different criterion for the quantity of hydroponic nutrient fertilizer, one of which is a salad plant that has a nutritional quantity criteria of 560-840 ppm with a pH value of 6.0–7.0. Therefore, it is necessary to monitor the levels of hydroponic nutrients periodically to regulate the amount of fertilizer used during the irrigation of plants. The study was conducted to monitor the nutritional levels of hydroponic salad plants in real time Ubidots app. Monitoring includes temperature, pH, and TDS (Total Dissolved Solids) measurements. The results of the monitoring can be viewed via the LCD and Ubidots apps by adding warning notifications when temperature, pH, and TDS values do not meet the specified criteria. On the hydroponic monitoring system, calibration was carried out on each sensor, with the average temperature sensor accuracy of the DS18B20 being 99.53%, the pH-4502C sensor having a precision of 99.18%, and the TDS sensor having an accuracy of 99.29%. The three-day testing of the monitoring system on the 26 Days After Plant candy plant worked well, displaying the values of each sensor on the LCD and Ubidots app. As well as warning notifications that can be sent when temperature, pH, and TDS values do not meet the criteria properly by sending notifications via email.

Keywords: hydroponics, temperature sensor, pH sensor, TDS sensor, ubidots.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah segala puji dan syukur atas kehadiran Allah Swt, karena berkat rahmat dan pertolongan-Nya penyusunan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kadar Nutrisi Hidroponik pada Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*) Berbasis *Internet Of Things*” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin bisa dirampungkan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi dan Rasul yang paling mulia yakni Rasulullah Shallallahu ‘Alaihi Wasallam, kepada para keluarga, dan sahabat beliau yang senantiasa mencintai Rasulullah.

Perjalanan panjang telah penulis lalui dalam rangka menyelesaikan penulisan skripsi. Banyak hambatan yang dihadapi dalam penyusunannya, tetapi berkat kehendak-Nyalah sehingga penulis berhasil menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa penyusun skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua, pada kesempatan kali ini, ijinakan saya mempersembahkan skripsi ini sebagai hadiah kecil untuk orang tua saya yaitu **Mama** dan **Papa**. Terima kasih telah selalu mendukung saya hingga titik ini. Saya persembahkan untuk beliau semoga Allah melimpahkan rahmat, kebahagiaan, dan kesehatan kepada **Mama** dan **Papa**.
2. Kakak penulis. Untuk **kakak** penulis terima kasih sudah jadi sponsor uang jajan dan turut membantu saya ketika saya berada pada masa sulit saat penyusunan skripsi ini.
3. Untuk Bapak **Prof. Dr. Afirin, M.T.**, selaku dosen pembimbing utama dan Bapak **Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc.**, selaku pembimbing pertama yang dengan sabar, tulus, dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran ditengah kesibukan dan prioritasnya untuk membimbing, mengarahkan, serta memotivasi penulis selama penyusunan skripsi ini.

4. Bapak **Dr. Ir. Bidayatul Arminah M.T.** dan Bapak **Eko Juarlin, S. Si, M. Si.** selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini.
5. **Bapak/Ibu Dosen pengajar** Departemen Fisika Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin yang telah membekali ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan.
6. Bapak/Ibu Staff Pegawai Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin terutama Staf Departemen Fisika: **Pak Syukur, Ibu Rana, dan Ibu Evi** yang telah membantu selama perkuliahan dan berbagai persuratan baik dalam persuratan penenelitian maupun penyusunan skripsi ini.
7. Untuk **Kak Ida** terima kasih sudah membantu dari awal penyusunan skripsi sampai akhir, senantiasa memberi saran yang membangun dan mengarahkan penulis untuk bisa menyelesaikan skripsi ini.
8. Untuk teman saya **Sri Hasniah** dan **Suci**, terimakasih telah menjadi penolong dan teman yang baik. Yang berjasa bagi peristiwa yang dialami penulis. Yang memberi semangat luar biasa kepada penulis.
9. Untuk sobat **Madona (Salsa, Jasmine, Pitti, Mutiara, Gisel, Ririn, Rati)**, terima kasih banyak telah menjadi teman yang selalu mendukung, memberi semangat, membantu dan mendoakan penulis.
10. Untuk teman-teman **Elins 2019** yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu persatu, yang telah mendukung dan berjuang bersama selama masa perkuliahan, terima kasih atas semua bantuannya.

Penulis memohon maaf apabila dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Wassalamualaikum warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, Juni 2023

Widya Astuti

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ixx
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Sistem Hidroponik	4
II.1.1 Sistem Hidroponik <i>Deep Flow Technique</i>	4
II.1.2 Tanaman Hidroponik Selada.....	5
II.2 Sensor.....	5
II.2.1 Sensor Suhu DS18B20	5
II.2.2 Sensor TDS	6
II.2.3 Sensor pH.....	7
II.3 <i>Liquid Crystal Display</i>	8
II.4 Mikrokontroler ESP 32.....	9
I.5 Ubidots	10

BAB III METODOLOGI	11
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
III.2 Alat dan Bahan	11
III.2.1 Alat.....	11
III.2.2 Bahan	11
III.3 Tahapan Penelitian	12
III.4 Perancangan Perangkat Keras	13
III.5 Perancangan Perangkat Lunak	15
III.6 Pengujian Sistem	17
III.7 <i>Flowchart</i> Sistem Kerja Alat.....	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
IV.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras.....	19
IV.2 Hasil Perancangan Perangkat Lunak.....	20
IV.3 Kalibrasi Sensor	22
IV.3.1 Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20.....	22
IV.3.2 Kalibrasi Sensor pH-4502C.....	23
IV.3.3 Kalibrasi Sensor TDS	26
IV.4 Pengujian Notifikasi Ubidots pada <i>Handphone</i>	29
IV.5 Pengujian Sistem Pemantauan Nutrisi Hidroponik Secara Langsung	30
BAB V PENUTUP	37
V.1 Kesimpulan.....	37
V.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem hidroponik DFT	4
Gambar 2.2	Sensor DS18B20	6
Gambar 2.3	Sensor TDS	7
Gambar 2.4	Sensor pH	8
Gambar 2.5	LCD 16×2	9
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian.....	12
Gambar 3.2	Sistem pemantauan nutrisi air hidroponik.....	13
Gambar 3.3	Rangkaian perangkat keras.....	15
Gambar 3.4	Bagan perancangan perangkat lunak.....	16
Gambar 3.5	Bagan sistem kerja alat.....	18
Gambar 4.1	Hasil perancangan perangkat keras	19
Gambar 4.2	Hasil pembuatan hidroponik DFT	20
Gambar 4.3	Tampilan <i>device</i> pada <i>website</i>	21
Gambar 4.4	Tampilan <i>dashboard</i> pada <i>website</i>	21
Gambar 4.5	Tampilan pemantauan hidroponik pada aplikasi	22
Gambar 4.6	Gafik kalibrasi sensor suhu dengan alat standar.....	23
Gambar 4.7	Grafik nilai ADC sensor pH-4502C terhadap nilai pH meter ..	25
Gambar 4.8	Grafik perbandingan sensor pH-4502C dengan pH meter.	26
Gambar 4.9	Grafik nilai ADC sensor terhadap nilai TDS meter	28
Gambar 4.10	Grafik perbandingan sensor TDS dengan TDS meter.....	29
Gambar 4.11	(a) Tampilan notifikasi (b) tampilan pesan notifikasi Ubidots..	30
Gambar 4.12	Pemantauan hidroponik pada tanaman selada berumur 14 HSS	31
Gambar 4.13	Hasil pengukuran suhu air nutrisi hidroponik	32
Gambar 4.14	Hasil pengukuran TDS air nutrisi hidroponik	33
Gambar 4.15	Hasil pengukuran pH air nutrisi hidroponik	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan ESP32 dengan Mikrokontroler Lain	9
Tabel 4.1	Nilai keluaran ADC pada sensor pH-4502C	24
Tabel 4.2	Nilai keluaran ADC pada sensor TDS.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Programan untuk menghubungkan mikrokontroler ke Ubidots	43
Lampiran 2. Tabel data kalibrasi sensor suhu.....	44
Lampiran 3. Konversi nilai ADC sensor pH-4502C kenilai digital.....	48
Lampiran 4. Tabel perbandingan nilai sensor pH-4502C dengan pH meter.	49
Lampiran 5. Perhitungan membuat larutan konsentrasi 100 – 1000 ppm ...	50
Lampiran 6. Konversi nilai ADC sensor TDS kenilai digital	51
Lampiran 7. Tabel perbandingan nilai sensor TDS dengan TDS meter	52
Lampiran 8. Tabel hasil pemantauan hidroponik.....	53

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang terus mengalami peningkatan jumlah penduduk dalam satu dekade terakhir dan sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, permintaan pasar pada sektor pangan juga semakin meningkat [1,2]. Namun, hal ini tidak diikuti dengan ketersediaan lahan untuk pertanian karena dialih fungsikan untuk bidang industri. Maka sistem budidaya hidroponik dapat menjadi salah satu solusi dalam masalah ini. Budidaya hidroponik merupakan salah satu teknik pertanian tanpa menggunakan tanah sehingga meningkatkan efisiensi lahan dan cukup mudah untuk diterapkan [3]. Media tanam hidroponik hanya menggunakan air yang mengandung nutrisi yang diperlukan oleh tanaman untuk menentukan kualitas produk yang dihasilkan [4]. Salah satu jenis sistem hidroponik yang sederhana dan mudah diaplikasikan untuk masalah ini adalah sistem hidroponik *Deep Flow Technique*.

Sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) merupakan salah satu teknik dalam sistem pembudidayaan tanaman dengan media air yang cukup mudah diterapkan. Pada Instalasi sistem hidroponik ini, nutrisi yang di butuhkan tanaman dialirkan menggunakan tenaga listrik dengan sirkulasi kecepatan aliran yang relatif kecil [5]. Prinsip kerja DFT yaitu mensirkulasi larutan nutrisi dan aerasi secara kontiniu dengan bantuan pompa selama 24 jam dan akar tanaman diletakkan dalam lapisan air dengan ketinggian 2-3 cm [6]. Salah satu jenis tanaman yang dibudidayakan dalam penelitian ini adalah selada.

Selada (*Lactuca Sativa L.*) merupakan tanaman hortikultura yang memiliki kandungan gizi dan nilai ekonomi tinggi, serta prospek yang baik untuk dikembangkan [7]. Ditinjau dari aspek klimatologis, aspek teknis, ekonomis dan bisnis, selada layak diusahakan untuk memenuhi permintaan konsumen yang cukup tinggi dan peluang pasar internasional yang cukup besar [8]. Menurut data di Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP) dan rentang

nutrisi yang baik untuk tanaman selada adalah 560-840 ppm dan rentang pH untuk tanaman selada adalah 6,0-7,0 [9]. Sehingga tanaman selada dapat menjadi solusi perekonomian dalam sektor pangan. Namun, masih banyak petani hidroponik melakukan aktivitasnya menggunakan teknologi yang sederhana dan manual [3]. Petani masih harus melakukan pengukuran dan pengkondisian nutrisi tanaman secara berkala setiap hari dengan manual [1].

Pada era digital sekarang telah dilakukan pemanfaatan teknologi dalam membantu petani hidroponik melakukan aktivitasnya. Salah satunya, penelitian mengenai sistem kontrol otomatis pada tanaman hidroponik dengan variabel pemantauan konduktivitas listrik, sensor pH, sensor suhu air, dan sensor suhu dan kelembaban udara oleh Vaibhav P. dkk (2018) [10]. Penelitian sebelumnya juga dilakukan oleh Manav M. dkk (2018) mengenai pemantauan pH, kelembaban, intensitas cahaya, suhu, ketinggian air pada tanaman hidroponik berbasis IoT *Internet of Things* (IoT) [11]. Anurag S. dkk (2021) melakukan penelitian IoT mengenai desain dan pengembangan sistem hidroponik vertikal dengan parameter pengukuran suhu, pH, *Electrical Conductivity* (EC) dan ketinggian air [12].

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran suhu air, pH air dan TDS (*Total Dissolved Solids*) pada tanaman selada hidroponik yang dapat diakses secara *realtime*. Hasil dari masing-masing pengukuran ini dapat dilihat melalui *website* dan aplikasi ubidots. Kebaruan penelitian ini dari sebelumnya adalah terdapat sensor TDS untuk mengukur kadar nutrisi hidroponik. Penelitian ini juga memiliki notifikasi peringatan ketika nilai nutrisi tidak sesuai dan menggunakan konsep hidroponik yang sederhana, murah dan mudah diaplikasikan bagi masyarakat.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem pemantauan kadar nutrisi pada hidroponik basis IoT?
2. Bagaimana mengkalibrasi sensor suhu, sensor pH, dan sensor TDS pada rancangan sistem pemantauan kadar nutrisi?
3. Bagaimana pengaruh suhu dan pH terhadap jumlah kadar nutrisi pada sistem pemantauan hidroponik basis IoT?

I.3 Tujuan

1. Merancang dan membuat sistem pemantauan kadar nutrisi pada hidroponik basis IoT.
2. Mengkalibrasi sensor suhu, sensor pH, dan sensor TDS pada rancangan sistem pemantauan kadar nutrisi.
3. Menganalisis pengaruh suhu dan pH terhadap jumlah kadar nutrisi pada sistem hidroponik.

BAB II

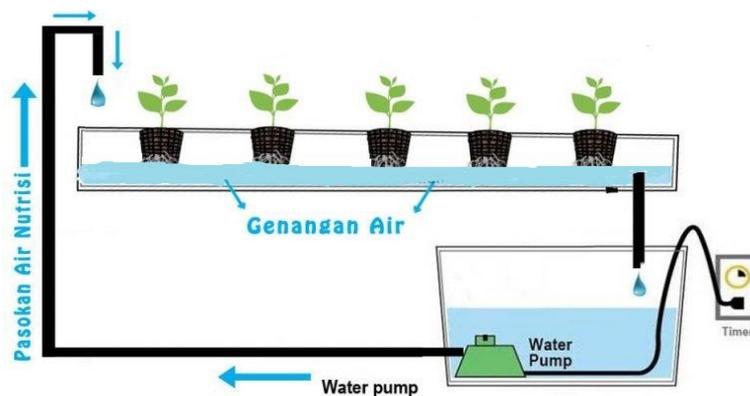
TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Sistem Hidroponik

Sistem hidroponik merupakan salah satu cara membudidayakan tanaman khususnya jenis sayuran dan buah tanpa menggunakan media tanah. Media tanam sistem hidroponik hanya menggunakan air yang mengandung nutrisi yang diperlukan oleh tanaman [13]. Salah satu parameter yang perlu diperhatikan dalam media tanam hidroponik adalah kadar pH dan kuantitas air, karena pH yang stabil dan air yang cukup dapat membuat pertumbuhan dan kualitas tanaman baik [14]. Keunggulan hidroponik adalah kadar unsur hara dan nutrisi yang dibutuhkan tanaman bisa diberikan secara akurat sesuai keinginan penanam [15].

II.1.1 Sistem Hidroponik *Deep Flow Technique*

Sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) merupakan salah satu teknik yang sederhana dan mudah diterapkan [5]. Sistem DFT menggabungkan pasokan nutrisi yang tepat dan penyerapan oksigen dari siklus air nutrisi untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman [16]. Prinsip kerja DFT yaitu mensirkulasi larutan nutrisi dan aerasi secara terus menerus selama 24 jam. Pada rangkaian aliran tertutup dan akar tanaman diletakkan dalam lapisan air dengan ketinggian 2 cm. Sertai adanya rongga udara yang menyediakan oksigen bagi tanaman dengan aerasi yang dibantu oleh mesin pompa air [17]. Proses hidroponik DFT dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem hidroponik DFT [6].

II.1.2 Tanaman Hidroponik Selada

Selada (*Lactuca sativa L.*) adalah salah satu genus *Lactuca*, yang dibudidayakan sebagai tanaman sayuran yang diperkirakan berasal dari daerah sekitar Laut Mediterania, yang meliputi Asia, Transcaucasia, Iran dan Turkistan [18]. Selada termasuk tanaman semusim, mudah diusahakan di berbagai tipe lahan dan memiliki pasar yang luas [7]. Budidaya selada secara hidroponik umumnya menggunakan larutan unsur hara berupa larutan hidroponik standar (AB mix) dengan suhu air nutrisi 25°C - 30°C. AB mix merupakan larutan unsur hara yang terdiri dari larutan hara stok A yang berisi hara makro dan stok B yang berisi hara mikro. Adapun kandungan dari pupuk majemuk AB mix adalah N: 18,1%, Ca: 14,2%, K: 25,3%, Mg: 5,3%, S: 13,6%, P: 5,1%, Fe: 0,10%, Mn: 0,05%, Cu: 0,05%, B: 0,03%, Zn: 0,07% dan Mo: 0,001% [18].

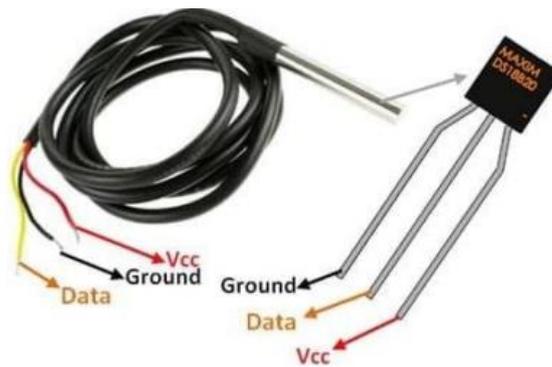
Hidroponik pada tanaman selada memerlukan kadar nutrisi dan pH yang sesuai untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Menurut data di BBP2TP, rentang nutrisi yang baik untuk tanaman selada adalah 560-840 ppm dan rentang pH untuk tanaman selada adalah 6,0-7,0 [9].

II.2 Sensor

II.2.1 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan suatu alat yang dapat mengubah panas menjadi besaran listrik. Sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu pada benda tertentu [19]. Sensor suhu dapat mengukur jumlah energi panas/dingin yang dihasilkan suatu benda. Sehingga dapat mendeteksi gejala perubahan suhu tersebut dalam bentuk keluaran digital [20]. Bentuk fisik dari sensor suhu dapat dilihat pada Gambar 2.2. Sensor suhu DS18B20 memiliki beberapa spesifikasi sebagai berikut [19]:

- Sensor dapat dikalibrasi langsung ke °C.
- Tegangan masukan 3 V sampai 5,5 V
- Dengan ketelitian 0,5 °C dari rentang -10 °C sampai 85 °C
- Rentang suhu dari -55 °C sampai 125 °C
- Beroperasi pada arus : < 60 µA

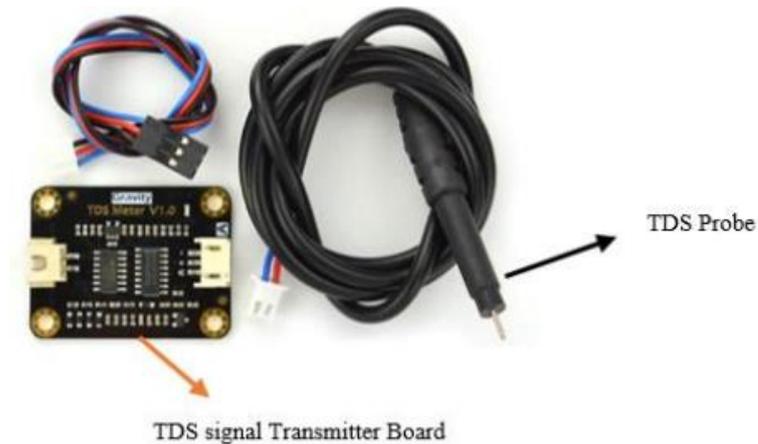


Gambar 2.2 Sensor DS18B20 [19].

II.2.2 Sensor TDS

Total Dissolved Solids (TDS) adalah jumlah padatan zat terlarut (baik zat organik maupun anorganik) yang terdapat pada sebuah larutan dan memiliki bentuk fisik seperti pada Gambar 2.3 [21]. TDS memiliki satuan yaitu PPM atau *Part Per Million* (bagian per sejuta), atau milligram perliter (mg/l) yang biasanya digunakan sebagai acuan dalam menanam secara hidroponik [21]. Sensor TDS menggunakan dua elektroda yang terpisah untuk mengukur nilai konduktivitas dan memberikan informasi kepekatan padatan zat nutrisi di dalam air [22]. Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur jumlah nutrisi yang sesuai di dalam tandon air pada tanaman hidroponik dan adapun spesifikasi sensor ini sebagai berikut [21]:

- Tegangan masukan : 3,3 – 5,5 V
- Tegangan keluaran : 0 – 2,3 V
- Beroperasi pada arus : 3 - 6 mA
- Rata-rata pengukuran : 0 - 1000 ppm
- Akurasi pengukuran : $\pm 10\%$



Gambar 2.3 Sensor TDS [19].

II.2.3 Sensor pH

Power of hydrogen adalah singkatan dari pH yang memiliki arti ukuran kekuatan suatu asam. pH dapat didefinisikan sebagai nilai konsentrasi total ion Hidrogen (H^+) dalam larutan keasaman dan kebasaan [23,24]. Prinsip kerja utama sensor pH adalah terletak pada sensor *probe* berupa elektroda kaca dengan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan [25]. Sensor pH dapat mengukur secara akurat dengan mengukur perbedaan potensial antara dua elektroda pembentuk probe sensor, elektroda referensi (perak/perak klorida) dan elektroda kaca yang sensitiv terhadap ion hidrogen [21]. Gambar 2.4 menunjukkan bentuk sensor pH yang digunakan.

Salah satu jenis modul pH yang digunakan adalah pH modul DIY *More pH-4502C*. Spesifikasi dari modul ini sebagai berikut [19]:

- Memiliki tegangan : $\pm 0,2 - 5$ V (AC/DC)
- Beroperasi pada arus : 5 - 10 mA
- Rentang pH yang dapat dideteksi : 0 - 14
- Suhu yang dapat terdeteksi : 0 - 60 °C
- Daya : 0,5 Watt
- Keluaran : Pin analog
- Ukuran modul : 42 mm \times 32 mm \times 20 mm

Salah satu jenis elektroda yang digunakan untuk mengukur pH adalah elektroda E-201. Spesifikasi dari elektroda ini adalah sebagai berikut [19]:

- Rentang pH yang dapat diukur adalah 0,00-14,00 pH
- Tingkat akurasi 98,5%,
- Respon waktu < 1 menit,
- Suhu untuk operasional 0-60 °C
- Salah satu konektor yang digunakan untuk mengukur pH adalah port BNC dengan panjang kabel 0,8 m



Gambar 2.4 Sensor pH [19].

II.3 *Liquid Crystal Display*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah komponen yang menggunakan kristal cair yang mempunyai fungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf atau grafik [20]. LCD memiliki banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul. Oleh karena itu, hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring [25]. LCD yang digunakan dalam penelitian ini adalah LCD 16×2 yang artinya LCD terdiri dari 16 kolom dan 2 baris seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 LCD 16×2 [26].

II.4 Mikrokontroler ESP 32

ESP32 adalah nama dari mikrokontroler yang dirancang oleh perusahaan yang berbasis di Shanghai, China yakni *Espressif Systems*. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi IoT [27]. ESP32 memiliki beberapa kelebihan daripada Arduino, ESP8266. Berikut perbedaan spesifikasi dari Arduino, ESP8266 dan ESP32 seperti pada Tabel 2.1 [28].

Tabel 2.1 Perbedaan ESP32 dengan Mikrokontroler Lain

Perbedaan	Arduino Uno	ESP8266	ESP32
Tegangan	5V	3,3V	3,3V
CPU	ATmega328 – 16MHz	Xtensa <i>single core</i> L106 – 60MHz	Xtensa <i>dual core</i> LX6 – 160MHz
Arsitektur	8 bit	32 bit	32 bit
Flash Memory	32 kB	16 MB	16 MB
SRAM	2 kB	160 Kb	512 kB
GPIO Pin (ADC/DAC)	14	17	36
Bluetooth	Tidak ada	Tidak ada	Ada
WiFi	Tidak ada	Ada	Ada
SPI/I2C/UART	1/1/1	2/1/2	4/2/2

I.5 Ubidots

Ubidots adalah sebuah *platform* yang mampu menjalankan konsep IoT. Aplikasi ini dikembangkan di Boston, Amerika Serikat, dengan tujuan dapat melakukan pengambilan data dari berbagai masukan dan juga bisa mengatur sebuah aksi pada keluaran yang diinginkan. Ubidots juga dilengkapi sebuah fitur yang dapat menyimpan hasil data pada database sehingga memungkinkan user mendapatkan data terdahulu sebagai pembandingan untuk data yang baru saja didapatkan [29].