

BAB II

DASAR TEORI

2.1. KAJIAN PUSTAKA

Pada penelitian Ratna Komala, Ade Suryanda, Diana Dia Lismana yang berjudul “*Development of Paludarium as Biology Learning Media on The Subject of Ecosystem at Senior High School.*” Perkembangan ilmu pengetahuan sejalan dengan perkembangan kreativitas manusia. Kreativitas yang sedang berkembang saat ini salah satunya yaitu seni mendesain lanskap dalam wadah kaca, contohnya yaitu seni lanskap pada pembuatan paludarium. Paludarium merupakan salah satu seni desain lanskap dalam sebuah wadah (*Arrium*) dengan memvisualisasikan ekosistem darat, air, udara sehingga terlihat layaknya di alam nyata. Paludarium yang didalamnya tidak terlepas dari unsur alam maka terdapat kemungkinan paludarium dapat dikembangkan sebagai media pembelajaran ekosistem[7]. Pada penelitian ini paludarium digunakan untuk menambah keindahan di sudut ruangan dan memunculkan nuansa asri dalam ruangan sehingga pemanfaatan paludarium tidak sebatas media pembelajaran ekosistem pada bidang akademik tetapi dapat dinikmati setiap kalangan.

Penelitian Komang Kurniawan Widiartha, Anak Agung Gde Ekayana yang berjudul “Penentuan Jenis Ikan Air Tawar pada Lahan Budidaya Menggunakan *Fuzzy Logic* Berbasis *Interface Microcontroller*” peneliti menggunakan metode *Fuzzy Logic Mamdani* untuk membantu pemilihan keputusan lahan pada ikan air tawar dikarenakan masih kurang pemahaman dalam pemahaman dan pelaksanaan budidaya perikanan akan karakteristik lahan yang akan diolah dan jenis ikan yang akan dibudidayakan serta sulitnya memperoleh data yang benar tentang karakteristik lahan sehingga peneliti merancang bangun sistem *fuzzy* penentuan jenis ikan air tawar pada lahan budidaya berdasarkan parameter parameter yang sudah dirancang seperti pH, suhu, oksigen dan kadar garam, dengan *interface microcontroller*[8]. Pada penelitian ini mengimplementasikan metode *Fuzzy Logic Mamdani* sebagai penentu

keputusan dalam *smart paludarium* dengan menggunakan parameter *input* temperature dan kelembapan untuk menghasilkan *Output* berapa banyak air yang akan diembunkan sehingga dapat membantu menjaga kelembapan pada media tanam pada smart paludarium, tidak hanya dalam penentuan jenis ikan air tawar pada lahan budidaya, penerapan *Fuzzy Logic* dapat mengatasi persoalan yang bersifat abu-abu seperti pada penelitian ini.

Penelitian Dina Rahmawati, Fera Herawati¹, Geby Saputra dan Hendro yang berjudul “Karakterisasi Sensor Kelembapan Tanah (YL-69) Untuk Otomatisasi Penyiraman Tanaman Berbasis Arduino Uno”. Penelitian ini membahas tentang karakteristik sensor kelembapan tanah YL-69 untuk menyiram tanaman. Sensor kelembapan tanah YL-69 mengimplementasikan prinsip kerja sensor resistif. Sensor ini terdiri dari dua elektrode (probe) yang nantinya akan membaca kadar air di daerah sekitarnya, sehingga arus melewati dari satu elektrode ke elektrode yang lain. Arus dilewatkan pada elektroda didalam tanah sehingga pengukuran nilai resistansi tanah menentukan kelembapannya. Jika tanah memiliki kadar air yang lebih banyak, *Output* sensor akan berkurang dan dengan demikian arus akan lebih mudah melewati probe sensor. Semakin dalam probe sensor YL-69 ditancapkan ke tanah maka nilai ADC yang terukur semakin menurun, artinya bahwa semakin banyak kontak antara tanah atau air dengan kedua elektroda sensor, maka semakin sensitif sensor tersebut digunakan[9]. kelebihan dari sensor ini diantaranya murah, stabil dan presisi. Penelitian ini menggunakan sensor kelembapan tanah (YL-69) sebagai salah satu *input* pada *smart paludarium* karena memiliki kelebihan yaitu presisi, stabil dan murah.

Penelitian Agung Brahmantika. berjudul “Sistem Otomatisasi Budidaya Tumbuhan *Aquascape* Berbasis Arduino UNO”. Penelitian ini membahas tentang cara pengontrolan suhu, tingkat kekeruhan dan pencahayaan tumbuhan *Aquascape* secara otomatis. Alat ini bertujuan untuk membantu para scaper dalam berbudidaya tumbuhan *Aquascape*, serta dapat meningkatkan produktivitas tumbuhan. suhu ideal air untuk *Aquascape* yaitu 22°C - 25°C, dan membutuhkan sinar matahari selama 12 jam agar bisa tumbuh optimal. Serta tingkat kejernihan air yang disarankan berdasarkan standar kekeruhan air yaitu 5-25 NTU. Sistem pengontrolan suhu air pada *Aquascape*

menggunakan sensor suhu DS18B20, sensor ini sangat presisi, karena apabila tegangan referensi 5 Volt, maka akan mengakibatkan perubahan suhu, ia dapat merasakan perubahan terkecil pada rentang suhu -10 sampai +85 derajat Celcius, sensor ini memiliki akurasi +/-0.5 derajat, RTC DS3231 sebagai pengatur durasi cahaya pada *Aquascape* serta sensor Turbidity merupakan sensor untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air pada *Aquascape*. LCD 16x2 akan menampilkan data berupa suhu dan tingkat kekeruhan air. Software pada alat ini menggunakan software Arduino IDE[10]. Penelitian ini menggunakan sensor suhu DS18B20 sebagai salah satu *inputan* pada *smart paludarium* dikarenakan dapat merasakan perubahan terkecil pada rentang suhu -10 sampai +85 derajat Celcius, sensor ini memiliki akurasi +/-0.5 derajat dan tahan terhadap air (*water resist*), sehingga memudahkan dalam pengukuran suhu pada *smart paludarium*.

Penelitian yang dilakukan oleh Feri Andriawan yang berjudul “Penjadwal Pakan Ikan Koi Otomatis Pada Kolam Menggunakan Rtc Ds3231”, peneliti menggunakan Rtc Ds3231 untuk mengatur penjadwalan pemberian makanan pada ikan koi karena pemberian pakan yang tidak teratur akan mempengaruhi pertumbuhan dan warna yang dihasilkan oleh ikan koi. RTC DS3231 merupakan modul yang digunakan untuk mengakses data informasi kalender dan jam. Format jam dapat diatur dalam 24 jam dan 12 jam dan setiap akhir bulan, tanggal dapat disesuaikan secara otomatis. Untuk berkomunikasi dengan clock/RAM DS3231 menggunakan 2 saluran yakni saluran SCL (Serial Clock), saluran SDA (Serial I/O data)[11]. Penelitian ini menggunakan Rtc Ds3231 sebagai pengatur lamanya *Mistmaker* menyala untuk menjaga kelembapan media tanam pada paludarium.

Penelitian yang dilakukan oleh Yuni Asto Purbasari, Arief Noor Akhmadi yang berjudul “Keanekaragaman *Bryophyta* di Dusun Sumbercandik Kabupaten Jember”. Pada penelitian ini Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan teknik purposive sampling dan metode garis berpetak. Hasil penelitian tumbuhan lumut yang ditemukan berjumlah 14 spesies, 12 genus, 11 famili dan 8 ordo dengan 9 divisi *Bryophyta* dan 5 divisi *Marchantiophyta*. Tumbuhan yang mendominasi yaitu *Fissidens schmidii* dengan nilai INP 52,60%. Adapun faktor abiotik yang

mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan lumut diantaranya dengan masing- masing rata-rata suhu 30,8 °C, kelembapan 57,13%, pH 6,4 dan Intensitas cahaya 79540 lux[12]. Penelitian ini mengacu pada data suhu dan kelembapan yang sesuai untuk tanaman lumut yang diteliti oleh Yuni Asto Purbasari, Arief Noor Akhmadi dengan judul penelitian” Keanekaragaman *Bryophyta* di Dusun Sumbercandik Kabupaten Jember”.

2.2. DASAR TEORI

Dasar teori dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

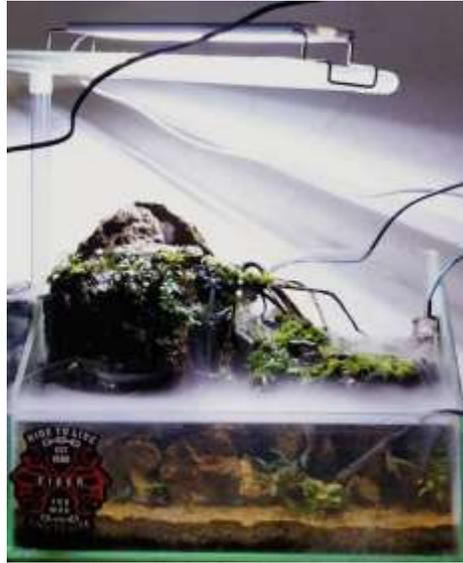
2.2.1. Paludarium.

Paludarium merupakan konsep menghadirkan ekosistem darat, udara dan air[1]. Media pada paludarium sendiri biasanya berupa kaca. Perkembangan paludarium pada beberapa tahun terakhir di memiliki prospek yang menjanjikan[2]. Paludarium juga termasuk dalam produk *interior alternative* dikarenakan paludarium sendiri menghadirkan beberapa bentuk mini bentang alam , seperti bukit , hutan , danau dan lainnya yang menambah kesan asri dan indah pada sudut ruangan[1]. Parameter yang harus dijaga agar tanaman yang ada pada paludarium tetap sehat yaitu pada pencahayaan Pada penelitian ini selalu mengandalkan sumber pencahayaan dari lampu untuk membantu fotosintesis tanaman pada paludarium. Sinar matahari tidak cocok karena kandungan sinar infra merah dan spektrum warnanya terlalu tinggi. Durasi pencahayaan perlu diatur untuk menyesuaikan kebutuhan tanaman dan besarnya kadar sinar. Agar penampilannya optimal, durasi penyinaran maksimum 12 jam per hari dan minimum 5 jam per hari yang dibagi ke dalam dua waktu penyinaran. 6 jam pertama lampu dinyalakan, 3 jam berikutnya lampu dimatikan, dan 6 jam berikutnya lampu dinyalakan Kembali. Agar tanaman memperoleh cahaya yang sesuai penggunaan rumus untuk pencahayaan juga dibutuhkan. Dikarenakan satuan untuk daya listrik adalah watt sehingga jumlah led yang digunakan disesuaikan dengan hasil dari rumus pencahayaan. Tanaman pada penelitian ini membutuhkan sedikit kadar cahaya akan menggunakan pencahayaan *low light* atau pencahayaan rendah. *Low light* cocok digunakan untuk tanaman yang tidak membutuhkan kadar pencahayaan yang banyak

seperti pada tanaman anubias, kadaka, bucephalandra dan tipe moss / lumut. Cara menghitungnya yaitu:

$$Watt = \frac{\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}}{5.000} \dots\dots\dots (2.1)$$

Parameter selanjutnya yaitu suhu untuk suhu menyesuaikan jenis tanaman yang akan ditanam pada paludarium pada penelitian ini rentang suhu yaitu 1-30 drajat *Celsius* seperti pada sub bab 3.2.2. parameter yang lain yaitu kelembapan media media tanam agar kebutuhan air pada media tanam dapat terpenuhi sehingga tanaman dapat bertahan hidup seperti yang tertera pada sub bab 3.2.2 untuk rentang kelembapan media tanam. Kebutuhan nutrisi juga memiliki peran penting pada pertumbuhan paludarium penggunaan media tanam yang pas dan pemberian pupuk cair secara berkala dapat membantu tanaman agar hidup. Media tanam pada paludarium pada penelitian ini menggunakan Aqua Terra yang memiliki resistensi air tinggi dan penyalur air yang baik. Penelitian ini menggunakan batu basir atau biasa disebut sandstone Batupasir didominasi oleh mineral *feldspar*, kuarsa monokristalin, bentuk menyudut tanggung-membundar tanggung, pepadaman tidak bergelombang, tidak terdapat inklusi; serta fragmen batuan dengan tekstur porfiritik cenderung afanitik, dan beberapa batupasir mengandung gelas vulkanik menunjukkan bahwa material berasal dari vulkanik[13]. Penggunaan pasir malang sebagai rumah bakteri yang nantinya akan menjaga kandungan makanan bagi tumbuhan serta bisa digunakan sebagai sumber makan bagi ikan kemudian penggunaan pupuk dasar berfungsi untuk memberikan nutrisi pada tanaman serta sebagai pelengkap digunakan pasir silika untuk mempercantik dasar paludarium.[14].



Gambar 2.1 Paludarium

2.2.2. Fuzzy Logic.

Fuzzy Logic atau logika *fuzzy* dikatakan sebagai logika baru yang lama[15]. Logika *Fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai keaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), sedangkan logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keaburan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan" dan "sangat". Logika ini berhubungan dengan himpunan *fuzzy* dan teori kemungkinan. Logika *fuzzy* ini diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965[16]. *Fuzzy Logic* yang sering digunakan adalah *Fuzzy Logic* Tsukamoto, Sugeno dan Mamdani.

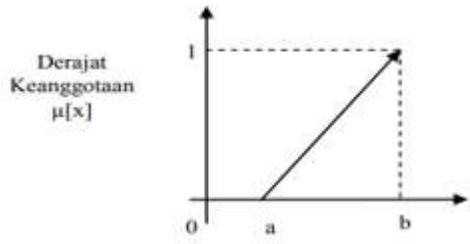
2.2.2.1 Fungsi keanggotaan

Fungsi keanggotaan fuzzy adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam derajat keanggotaannya yang nilainya berkisar antara 0 hingga 1. Beberapa fungsi keanggotaan *fuzzy*, yaitu:

1. Representasi Linear

Representasi Linear adalah pemetaan *input* ke derajat keanggotannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Pada representasi linear terdapat 2 kemungkinan, yaitu:

- a. Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke arah kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

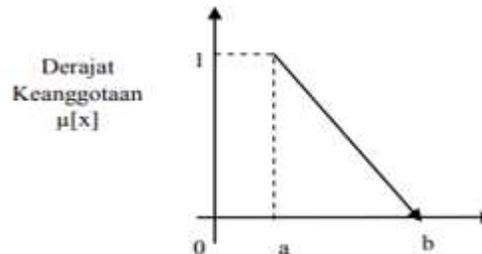


Gambar 2.2 Derajat keanggotaan Linear Naik

Fungsi keanggotaan

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \dots\dots\dots(2.2) \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

- b. Penurunan himpunan dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.

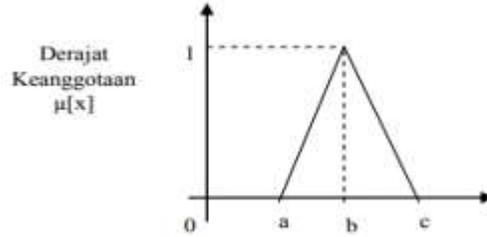


Gambar 2.3 Derajat Keanggotaan Linear Turun

Fungsi keanggotaan

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(2.3)$$

2. Representasi Kurva Segetiga Kurva segitiga pada dasarnya terbentuk dari gabungan antara 2 garis (linear).

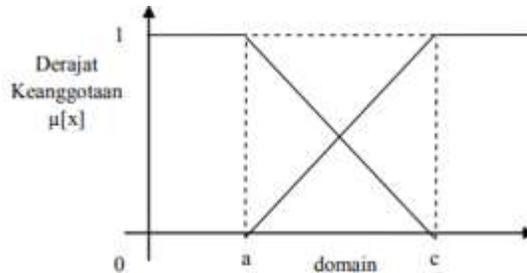


Gambar 2.4 Representasi Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan :

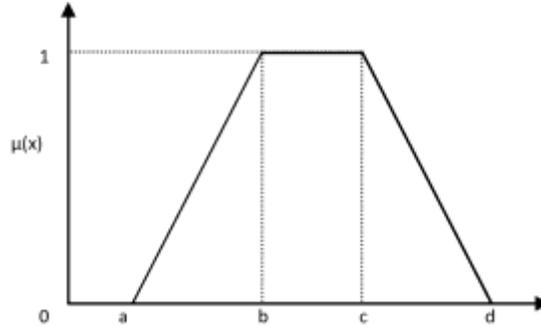
$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x < b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x < c \end{cases} \dots\dots\dots(2.4)$$

3. Representasi Kurva Bahu Daerah yang terbentuk di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk kurva segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik turun. Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Himpunan fuzzy “bahu”, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah fuzzy.



Gambar 2.5 Representasi Kurva Bahu Daerah

4. Representasi kurva Trapesium. Kurva Trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.

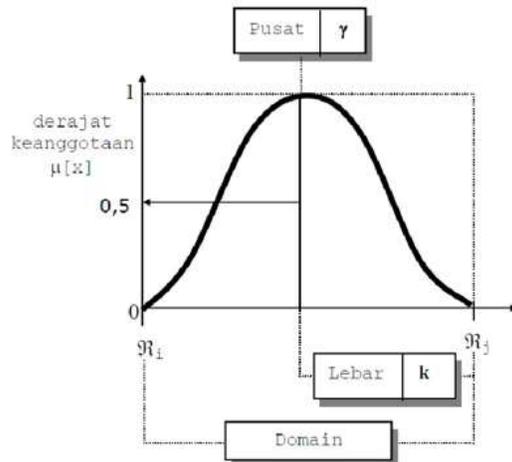


Gambar 2.6 Representasi Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \end{cases} \dots\dots\dots(2.5)$$

5. Representasi Kurva Gauss. Kurva Gauss menggunakan (γ) untuk menunjukkan nilai domain pada pusat kurva dan (k) yang menunjukkan lebar kurva.



Gambar 2.7 Representasi Kurva Gauss

Fungsi keanggotaan:

$$G(x; k; \gamma) = e^{-k(\gamma-x)^2} \dots\dots\dots (2.6)$$

2.2.2.2 Fuzzy Logic Mamdani

Pada metode Mamdani sering dikenal dengan metode Max-Min. metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *Output* diperlukan 4 tahapan yaitu pembentukan himpunan *fuzzy*, aplikasi fungsi implikasi (aturan), komposisi aturan dan penegasan (*defuzzy*)[15]. Saat melakukan evaluasi aturan dalam mesin inferensi, metode Mamdani menggunakan fungsi MAX dan komposisi antar-rule menggunakan fungsi MIN untuk menghasilkan himpunan *fuzzy* baru. Metode MIN (*Minimum*). Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai minimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikanya ke *Output* dengan menggunakan operator AND. Jika semua proporsi telah di evaluasi, maka *Output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap - tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan[15]:

$$\mu_{sf}[xi] = \min(1, \mu_{sf}[xi] + \mu_{kf}[xi]) \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan:

$\mu_{sf}[xi]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sasmpai aturan ke-i;

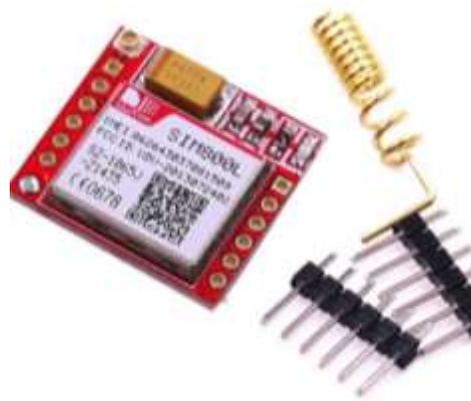
$\mu_{kf}[xi]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturaan ke-i;

Proses *Defuzzyfikasi* pada metode Mamdani menggunakan metode Centroid (*Composite Moment*) pada metode ini, solusi crips diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*)daerah *fuzzy* secara umum dirumuskan sebagai berikut[17]:

$$z^* = \frac{\int \mu(z).z dz}{\int \mu(z) dz} \dots\dots\dots (2.8)$$

2.2.3 Modul GSM SIM 800L

SIM800L adalah modul GSM/GPRS quad-band, yang bekerja pada frekuensi GSM850MHz, EGSM900MHz, DCS1800MHz dan PCS1900MHz. SIM800L memiliki fitur GPRS multi-slot kelas 12/ kelas 10 (opsional) dan mendukung skema pengkodean GPRS CS-1, CS-2, CS-3 dan CS-4. Dengan konfigurasi kecil 15.8*17.8*2.4mm, SIM800L dapat memenuhi hampir semua kebutuhan ruang dalam aplikasi pengguna, seperti ponsel pintar, PDA, dan perangkat seluler lainnya[18].



Gambar 2.8 Modul GSM 800L

2.2.4 SMS

Short Message Service (SMS) (Wiharto, 2005) merupakan sebuah layanan yang banyak diaplikasikan pada sistem komunikasi tanpa kabel, memungkinkan dilakukannya pengiriman pesan dalam bentuk teks. SMS didukung oleh GSM (*Global System For Mobile Communication*), TDMA (*Time Division Multiple Access*), CDMA (*Code Division Multiple Access*) yang berbasis pada telepon seluler yang saat ini banyak digunakan. SMS (*Short Message Service*) adalah merupakan salah satu layanan pesan teks yang dikembangkan dan distandarisasi oleh suatu badan yang bernama ETSI (*European Telecommunication Standards Institute*) sebagian dari pengembangan GSM (*Global System for Mobile Communication*) Phase 2, yang

terdapat pada dokumentasi GSM 03.40 dan GSM 03.38. Fitur SMS ini memungkinkan perangkat Stasiun Seluler Digital (*Digital Cellular Terminal*, seperti Ponsel) untuk dapat mengirim dan menerima pesan-pesan teks dengan panjang sampai dengan 160 karakter melalui jaringan GSM.

2.2.5 Mikrokontroler Arduino UNO R3 ATMEGA 328P.

Pada perancangan dan pembuatan tugas akhir ini digunakan jenis papan arduino Uno R3. Arduino Uno adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Penggunaan mikrokontroler Arduino UNO R3 ATMEGA 328P dengan jumlah pin baik analog dan digital dengan total keseluruhan 20 pin, dapat memenuhi kebutuhan pin *input* maupun *Output* pada penelitian ini. Komunikasi Arduino UNO mempunyai sejumlah fasilitas untuk komunikasi dengan sebuah komputer, Arduino atau mikrokontroler lainnya. Atmega 328 menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah Atmega 16U2 pada channel *board* serial komunikasinya melalui USB dan muncul sebagai sebuah port *virtual* ke *software* pada komputer. *Firmware* 16U2 menggunakan *driver* USB COM standar, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. LED RX dan TX pada board akan menyala ketika data sedang ditransmit melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB pada komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Atmega328 juga mensupport komunikasi I2C (TWI) dan SPI[19].



Gambar 2.9 *Arduino UNO ATMEGA 328 R3*

2.2.6 Sensor suhu DS18B20

DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang dikeluarkan oleh Dallas Semiconductor yang menggunakan satu kabel (one wire interface) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Sensor ini dapat beroperasi pada suhu -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$. Sensor ini dapat membaca suhu dengan ketelitian 9 sampai dengan 12 bit. Dari mulai rentang -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ dengan memiliki ketelitian sebesar ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$). Prinsip kerja sensor ini menunjukkan data dari sensor berupa nilai suhu air dengan satuan $^{\circ}\text{C}$. Penelitian ini menggunakan sensor suhu DS18B20 karena tahan jika direndam di air dan *Output* sensor suhu DS18B20 adalah data digital, *high and low* (1 atau 0).



Gambar 2.10 Sensor Suhu DS18B20.

2.2.7. *Mistmaker*

Ultrasonic Mistmaker adalah alat yang dapat merubah air biasa menjadi awan kabut seperti dinginnya es yang biasa terlihat pada biang es. Alat ini bekerja menggunakan proses *ultrasonic atomization*[20]. Atomisasi ultrasonik kini paling sering dilakukan dengan menggetarkan lapisan cairan dengan kristal piezoelektrik pada frekuensi tinggi (yang biasanya pada kisaran 50 kHz sampai 3 MHz). Gelombang kapiler terbentuk pada permukaan cairan dengan panjang gelombang tergantung pada frekuensi yang diberikan, densitas cairan, dan tegangan permukaan pada batas cairan-udara. Jika cairan dipaksa untuk berosilasi dengan intensitas yang cukup, ujung

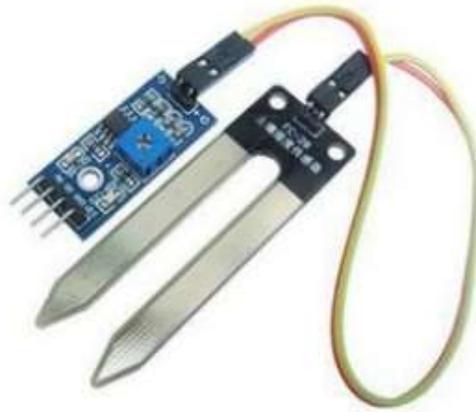
gelombang kapiler mulai berubah menjadi tetesan dan atomisasi tercapai. Ukuran tetesan ini tidak tergantung pada amplitude yang diberikan. Fitur ini dapat berguna dalam merancang sebuah sistem di mana sifat kabut dapat disesuaikan secara independen[21]. Penelitian ini menggunakan *Mistmaker* untuk membantu melembabkan media tanam pada paludarium yang dihubungkan dengan *relay* sebagai saklar otomatis untuk membantu dalam durasi *Mistmaker* menyala.



Gambar 2.11 *Mistmaker*

2.2.8. Sensor kelembapan tanah YL-69

Sensor kelembapan YL-69 merupakan dua buah elektroda yang mengimplementasikan prinsip kerja sensor resistif, yang dapat membaca kelembapan di daerah sekitarnya. Kemampuan suatu bahan untuk menghambat arus listrik dinamakan resistansi. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai resistansi pada tanah adalah kandungan airnya. Air akan membantu menghantarkan arus. Semakin besar kandungan air pada tanah, maka nilai resistansinya semakin kecil dan kelembapan tanahnya semakin besar. Begitupun sebaliknya. *Output* untuk sensor kelembapan tanah YL-69 adalah analog dimana sensor kelembapan tanah menghasilkan sebuah *Output* tegangan berdasarkan informasi hambatan yang mana dengan hasil pengukuran tersebut dapat ditentukan level kelembapan tanah [9].



Gambar 2.12 Sensor kelembapan tanah YL-69

2.2.9. Tanaman *Bucephalandra*

Tanaman *Bucephalandra* merupakan tanaman endemic yang berrarti hanya ada pada suatu daerah tertentu. Tanaman *Bucephalandra* biasa di pulau Kalimantan dan dijumpai dialiran – aliran sungai kecil atau kadang juga berada di tepi sungai. Akar *Bucephalandra* memiliki kemampuan untuk menempel pada permukaan yang keras seperti pada ranting kayu atau batu. Suhu yang baik untuk *Bucephalandra* yaitu pada rentang 22 – 28 derajat *Celsius* dan saat suhu melebihi batas atas akan menyebabkan daun melting. Ph air yang ditolerir pada tanaman ini yaitu pada 5-8[9].



Gambar 2.13 Tanaman *Bucephalandra*

2.2.10. Tanaman Lumut (*Bryophyta*)

Tanaman Lumut (*Bryophyta*) ini terdiri dari kurang lebih 840 genus dan 23.000 spesies. Divisi ini tidak memiliki pembuluh floem dan xilem, bahkan tidak memiliki akar, batang dan daun sejati karena lumut termasuk dalam tumbuhan tingkat rendah. Beberapa spesies *Bryophyta* memiliki rhizoid yang digunakan untuk menyerap air serta garam mineral. Kebanyakan *Bryophyta* ini berukuran kecil dan ramping, dikarenakan tidak memiliki pembuluh pengangkut. dan Tidak adanya pembuluh ini dipercaya mempengaruhi ukuran *Bryophyta* sehingga berukuran kecil. Suhu lingkungan yang ideal untuk pertumbuhan lumut antara 10-30°C dan kelembapan yang ideal untuk pertumbuhan lumut sekitar 77-80%, sedangkan lumut dapat bertahan pada kelembapan relatif berkisar 23-100% [12].



Gambar 2.14 Tanaman Lumut (*Bryophyta*)