

Efektivitas Metode Otomatisasi *Sonic Bloom* dalam Sistem Hidroponik Berbasis IoT

Seli Suhesti¹, Aji Gautama Putrada², Rizka Reza Pahlevi³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹selisuhesti@student.telkomuniversity.ac.id, ²ajigps@telkomuniversity.ac.id,

³rizkarezap@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Salah satu solusi untuk ketahanan pangan adalah menanam dengan metode hidroponik, untuk meningkatkan produktivitas dan membantu hidroponik tumbuh lebih cepat serta memudahkan dalam memantau pertumbuhan hidroponik, *sonic bloom* dan *Internet of Things (IoT)* adalah dua teknologi yang dapat digunakan. Namun, pada penelitian sebelumnya, kedua sistem tersebut belum saling berhubungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi kedua sistem tersebut, sehingga menciptakan metode otomatisasi *sonic bloom* dalam sistem hidroponik berbasis IoT. Untuk menguji metode yang diusulkan, sistem ini diimplementasikan dengan bok choy sebagai tanaman hidroponik menggunakan teknik DFT. *Sonic bloom* disematkan pada sistem IoT dengan modul DF player mini, modul RTC, dan *speaker*. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan parameter pertumbuhan dan parameter tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *sonic bloom* menghasilkan *fresh weight* 0,44 – 0,56 g dan *dry weight* 0,21 – 0,33 g. Hasil tersebut lebih unggul daripada sistem tanpa *sonic bloom*, dimana *fresh weight* 0,17 – 0,25 g dan *dry weight* 0,08 – 0,13 g. Dapat disimpulkan bahwa sistem *sonic bloom* berbasis IoT efektif dalam meningkatkan laju pertumbuhan dan laju produksi hidroponik.

Kata kunci : *Sonic Bloom*, IoT, Hidroponik

Abstract

One of the solutions for food security is planting using hydroponic method and to increase productivity and help hydroponic grow faster and facilitate in monitoring hydroponic growth, *sonic bloom* and *Internet of Things (IoT)* are two technologies that can be used. However, in previous studies, the two systems have not been interconnected. The aim of this study is to evaluate the effectiveness of the combination of the two systems mentioned, hence creating an automated *sonic bloom* method in an IoT-based hydroponic system. To test the proposed method, this system is implemented with bok choy as the hydroponic plant using the DFT technique. The automated *sonic bloom* is embedded to the IoT system with DF player mini module, RTC module, and speakers. The evaluation is done by comparing growth parameters and the crop parameters. The results show that the sistem with *sonic bloom* produces *fresh weight* of 0,44 – 0,56 g and *dry weight* of 0,21 – 0,33 g. The mentioned results are superior to the sistem without *sonic bloom*, where *fresh weight* is 0,17 – 0,25 g and *dry weight* is 0,08 – 0,13 g. It can be concluded that the IoT-based *sonic bloom* sistem is effective in increasing the growth rate and hydroponic production rate.

Keywords : *Sonic Bloom*, IoT, Hydroponic

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan salah satu sektor yang dibutuhkan oleh masyarakat Indonesia untuk menyediakan ketersediaan pangan yang cukup [1]. Pada masyarakat perkotaan, bercocok tanam sangat sulit karena tidak ada lahan pertanian untuk bercocok tanam. Penurunan luas lahan pertanian terjadi karena banyaknya bangunan, industri, infrastruktur, pemukiman, dan kawasan non pertanian lainnya [1][2]. Kurangnya lahan untuk bercocok tanam dapat menjadi salah satu permasalahan dalam ketahanan pangan. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan menanam tanaman menggunakan metode hidroponik [3][4].

Untuk meningkatkan produktivitas tanaman hidroponik dapat digunakan teknologi *sonic bloom*. *Sonic bloom* menggunakan gelombang suara frekuensi tinggi yang dikombinasikan dengan pemberian nutrisi [5]. Gelombang suara ini akan merangsang pembukaan stomata dan mempengaruhi penyerapan pergerakan karbon dioksida di sekitar daun [6][7]. Salah satu penerapan teknologi *sonic bloom* adalah dengan menggunakan musik. Teknologi *sonic bloom* dengan memanfaatkan musik merupakan hal baru dengan berfokus pada karakteristik suara yang dapat diterima tanaman. Pada penelitian sebelumnya, hidroponik juga telah diimplementasikan dengan dukungan *Internet of Things (IoT)*. IoT adalah teknologi yang terhubung dengan sensor dan perangkat pintar lainnya yang berfungsi sebagai fasilitator komunikasi dan pertukaran informasi [10]. IoT dapat digunakan untuk mengontrol pertumbuhan tanaman hidroponik [11] seperti kontrol

suhu, kelembaban, ketinggian air dan kontrol aliran air. Namun, teknologi *sonic bloom* dan IoT hidroponik belum saling terhubung. Dengan IoT, aktivasi suara *sonic bloom* dapat dilakukan secara otomatis. Hal ini dapat memudahkan pengguna dalam mengontrol dan memantau jadwal suara dari *sonic bloom*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan sistem hidroponik dengan menerapkan *sonic bloom* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang diusulkan dan mengevaluasi efektivitasnya terhadap pertumbuhan hidroponik. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan beberapa parameter pada saat tumbuh dan saat tanaman telah dipanen. Parameter yang diukur pada saat pertumbuhan adalah tinggi tanaman, panjang daun, dan lebar daun. Parameter yang diukur setelah tanaman dipanen adalah *fresh weight* dan *dry weight*.

Sistem IoT yang dibuat terdiri dari NodeMCU yang terhubung dengan sebuah sensor. NodeMCU mengumpulkan data dari sensor dan kemudian mengirimkannya ke *broker Queue Telemetry Transport* (MQTT) dan kemudian data akan disimpan dalam database. Pengguna dapat memantau melalui *dashboard platform Node-Red* yang sudah terhubung dengan MQTT [12]. Pada *dashboard Node-Red*, data dari sensor akan terlihat serta terdapat pengaturan waktu untuk pemutaran musik *sonic bloom*. Implementasi *sonic bloom* pada sistem IoT menggunakan modul MP3 player dan *speaker*.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua sistem yang berbeda yaitu sistem yang menerapkan *sonic bloom* dan sistem yang tidak menerapkan *sonic bloom*. Hasil pengukuran tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, *fresh weight* dan *dry weight* akan dibandingkan untuk mengetahui apakah *sonic bloom* dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Dalam pertumbuhan tanaman hidroponik ada hal-hal yang harus diperhatikan salah satunya adalah memperhatikan *fresh weight* dan *dry weight*. *Fresh weight* adalah bobot total tanaman tanpa akar yang dicatat setelah tanaman dipanen, pengujian *fresh weight* dilakukan untuk mengetahui seberapa besar penyerapan air dan nutrisi dari tanaman hidroponik. Sedangkan *dry weight* adalah berat yang dicatat setelah tanaman dikeringkan pada suhu yang lebih tinggi dari suhu udara (60 – 100°C) [9]. Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Deep Flow Technique* (DFT) [7].

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara menghubungkan teknologi *sonic bloom* dengan sistem IoT.
2. Bagaimana cara mengimplementasikan sistem *sonic bloom* berbasis IoT untuk pertumbuhan hidroponik.
3. Bagaimana cara mengevaluasi untuk mengetahui apakah sistem *sonic bloom* berbasis IoT efektif untuk pertumbuhan hidroponik.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini menggunakan sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT).
2. Tanaman hidroponik yang digunakan adalah tanaman bok choy.
3. Penerapan *sonic bloom* menggunakan DF player mini, RTC, dan *Speaker*.
4. Suara *sonic bloom* yang digunakan adalah musik gamelan Jawa Gong dan suara original dari *sonic bloom*.
5. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan beberapa parameter pada saat tumbuh dan saat tanaman telah dipanen.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk menghubungkan teknologi *sonic bloom* dengan sistem IoT.
2. Untuk mengimplementasikan sistem *sonic bloom* berbasis IoT pada pertumbuhan hidroponik.
3. Untuk menganalisis apakah apakah sistem *sonic bloom* berbasis IoT efektif untuk pertumbuhan hidroponik.

2. Studi Terkait

Sistem *monitoring* tanaman hidroponik menggunakan IoT telah banyak dibahas pada penelitian sebelumnya. Sistem IoT dapat memudahkan petani dalam mengelola tanaman hidroponik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memantau faktor-faktor seperti tingkat pH yang benar, suhu udara, kelembaban relatif, tingkat nutrisi air, dan irigasi air dan untuk memastikan tingkat keberhasilan efisiensi petani yang lebih tinggi [11]. Komponen-komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem ini adalah Raspberry pi, pompa air (Venus Aqua 033F Aquarium Top Filter) yang digunakan untuk mengontrol aliran air yang masuk ke dalam sistem. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah pengaruh *fan* dan *sprinkler* terhadap kelembaban relatif dan suhu udara.

Penelitian [13] membahas teknologi IoT untuk pertumbuhan hidroponik yang bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem hidroponik menggunakan IoT untuk memantau berbagai parameter seperti pH level air, nutrisi yang terkandung dalam air, dan kelembaban. Tujuan dari penelitian ini sama dengan penelitian [11] yang membedakan adalah sistem ini menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler. Sensor yang digunakan

dalam penelitian ini adalah sensor DHT11, sensor pH, dan rangkaian konduktivitas listrik. Data dari sistem yang dirancang dikumpulkan di *ThingSpeak* dan ditampilkan di aplikasi seluler "IoT MQTT Panel" yang akan membantu pengguna memantau dan mengontrol kondisi pabrik dengan mudah.

Penelitian [18] membahas sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) dengan menghubungkan sistem IoT. Pada penelitian ini dibuat sistem sirkulasi air pada tanaman hidroponik menggunakan metode fuzzy sugeno dengan menghubungkan sistem IoT. Penelitian ini menghasilkan dua sistem yang berbeda, yaitu sistem sirkulasi dengan IoT dan sistem sirkulasi tanpa IoT. Pembuatan kedua sistem tersebut bertujuan untuk membandingkan tanaman mana yang akan menghasilkan tanaman yang lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem sirkulasi dengan IoT mendapatkan hasil yang lebih baik daripada sistem yang tidak menggunakan IoT.

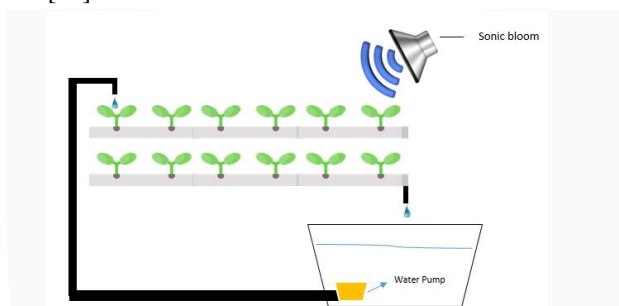
Penelitian [20] mengimplementasikan komunikasi IoT menggunakan metode *publish* dan *subscribe* pada pendekatan berbasis *cloud*. Penelitian ini mengusulkan rancangan model arsitektur yang diimplementasikan dalam bentuk topologi sistem. Topologi ini bertujuan untuk memantau dan mengontrol pemberian nutrisi pada hidroponik, topologi tersebut dapat diakses sebagai *Cloud SaaS* [20]. Menggabungkan *cloud computing* dengan sistem IoT dapat membantu mengelola pesan setiap perangkat, mengumpulkan dan mengatur data atau informasi melalui *middleware* dan melalui aplikasi.

Penelitian [7] teknologi *sonic bloom* telah digunakan untuk membantu pertumbuhan tanaman hidroponik dengan pemanfaatan musik. Tujuan penggunaan *sonic bloom* adalah untuk meningkatkan produktivitas tanaman selada. Musik yang digunakan dalam penelitian ini adalah musik jazz, musik gamelan jawa gong, dan musik *heavy metal*. Tanaman diperlakukan dengan jenis musik yang berbeda setiap satu jam setiap hari selama 23 hari. *Sonic bloom* membuat rangsangan pembukaan stomata dan mempengaruhi pergerakan karbon dioksida di sekitar tanaman sehingga dapat mempengaruhi penyerapan karbon dioksida di sekitar daun.

3. Sistem yang Dibangun

3.1 Desain Sistem Sonic Bloom Berbasis IoT

Rancangan sistem hidroponik yang diusulkan pada penelitian ini menggunakan *Deep Flow Technique* (DFT). DFT merupakan metode hidroponik yang menggunakan air sebagai media untuk mensuplai nutrisi ke tanaman melalui reservoir [14].



Gambar 1. Desain Hidroponik dan Ilustrasi *Sonic Bloom*

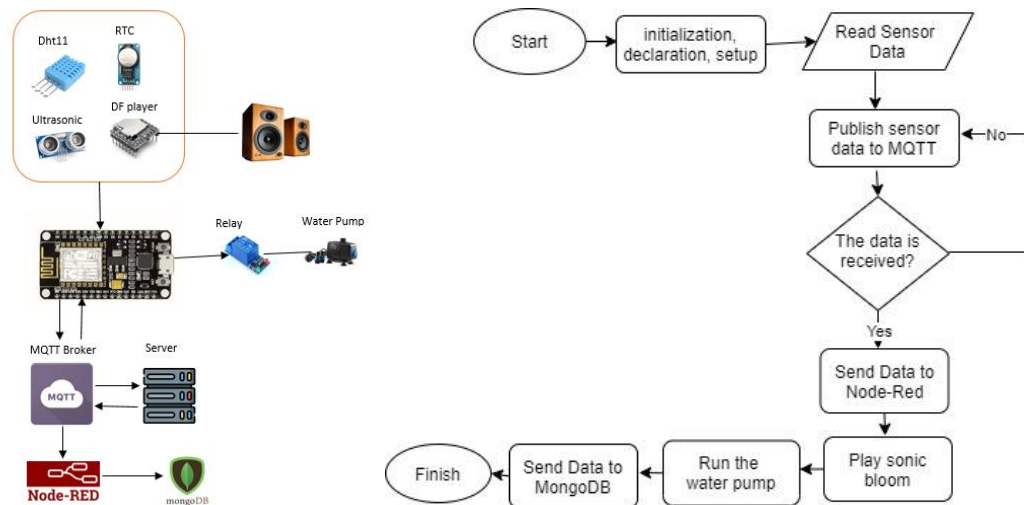
Gambar 1 menunjukkan desain sistem hidroponik menggunakan teknik DFT. *Reservoir* berguna sebagai tempat sirkulasi air dan terdapat pompa aquarium kecil sebagai sumber pengeluaran air yang dihubungkan dengan pipa. Tanaman hidroponik ditanam menggunakan pipa berukuran 107 x 30 x 40 cm. Pipa akan mengalirkan air dari reservoir kemudian air akan mengalir ke tanaman dan akan dikembalikan ke reservoir. Pipa terdiri dari dua tingkat dan setiap tingkat memiliki jumlah lubang yang sama. Terdapat *speaker* sebagai *output* suara *sonic bloom* yang dihasilkan dari sistem IoT yang dirancang.

Pada gambar 2 menunjukkan diagram blok dimana terdapat empat sensor yaitu DHT11 untuk suhu dan kelembaban, sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian air didalam pipa, sensor RTC untuk mengatur waktu pemutaran musik, dan DF player mini untuk menyimpan musik yang akan diputar untuk *sonic bloom*. DF player mini terhubung dengan *speaker* untuk mengeluarkan suara yang dihasilkan. Terdapat relay dan pompa air untuk mengatur sirkulasi air pada tanaman hidroponik. Relay akan mengatur status pompa, status pompa akan ON atau OFF tergantung pada kondisi suhu dan kelembaban yang dihasilkan dari sensor DHT11.

Tabel 1. Kondisi pompa air

Status Pompa	Kondisi Suhu dan Kelembaban
ON	Suhu ≥ 19 dan kelembapan ≥ 80
OFF	Suhu < 19 dan kelembapan < 80

Gambar 3 menunjukkan flowchart dari sistem *sonic bloom* berbasis IoT. Ke-empat sensor serta relay terhubung dengan NodeMCU dan mengirimkan data pada NodeMCU yang akan di *publish* pada MQTT lalu akan di kirim ke server [15]. Data yang di *publish* pada MQTT akan tampil pada *dashboard* Node-Red dimana *dashboard* tersebut digunakan untuk memonitoring data-data yang dikirimkan oleh sensor-sensor tersebut. Data yang diterima oleh Node-Red akan disimpan ke dalam *mongodb database*.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem *Sonic Bloom* Berbasis IoT

Gambar 3. Flowchart Sistem *Sonic Bloom* Berbasis IoT

3.2 Implementasi Sonic Bloom

Suara yang akan diperlakukan untuk tanaman hidroponik adalah dengan dua jenis suara yang berbeda yaitu suara dari musik gamelan jawa gong dan suara kicauan burung. Masing-masing suara diperlakukan selama dua jam setiap hari selama 21 hari masa tanam pada waktu yang berbeda tiap harinya. Untuk suara gamelan jawa gong diperlakukan pada pukul 07.10 pagi sedangkan suara kicauan burung diperlakukan pada pukul 14.10 siang. Perlakuan dilakukan setelah pemberian nutrisi pada tanaman hidroponik. Perlakuan dilakukan setelah pemberian nutrisi pada tanaman hidroponik. Intensitas suara dari masing-masing suara yaitu untuk musik gamelan nilai *range* intensitas suara sebesar 79,8 db – 81,8 db dan untuk suara kicauan burung yaitu 68,5 - 78,1 db [7].

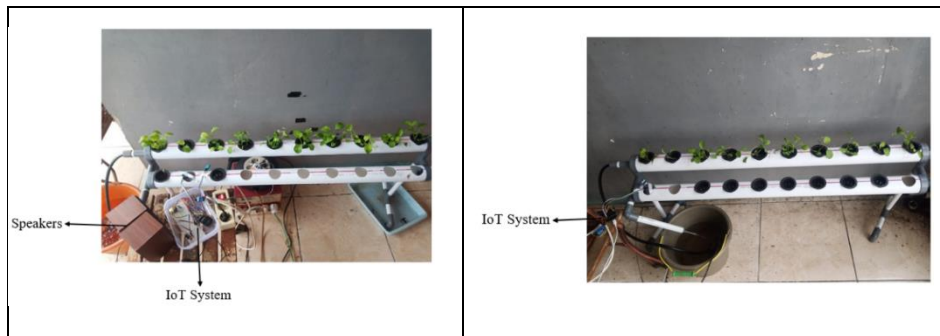
Tabel 2. Jenis Suara *Sonic Bloom*

Jenis Suara	Intensitas Suara	Durasi Musik
Gamelan jawa gong	79,8 db – 81,8 db	Dibunyikan pada pukul 07.10 selama 2 jam setiap hari
Suara Kicauan Burung	68,5 db – 78,1 db	Dibunyikan pada pukul 14.10 selama 2 jam setiap hari

3.1 Implementasi

Dalam implementasi sistem hidroponik DFT, rangkaian hidroponik dibuat dalam pipa berukuran 107 x 30 x 40 cm sebagai tempat meletakkan bok choy [18]. Pipa tersebut dilengkapi dengan wadah air sebagai tempat sirkulasi air dan pompa air aquarium untuk mengalirkan air nutrisi ke dalam pipa tempat menanam bok choy. Ada dua desain pipa yaitu untuk sistem hidroponik DFT dengan *sonic bloom* dan sistem hidroponik DFT tanpa *sonic bloom*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan antara sistem dengan *sonic bloom* dan sistem tanpa *sonic bloom*. Tujuan dari perbandingan tersebut adalah untuk mengetahui tanaman mana yang menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Tanaman hidroponik yang digunakan adalah tanaman bok choy yang berumur 14 hari setelah masa semai.

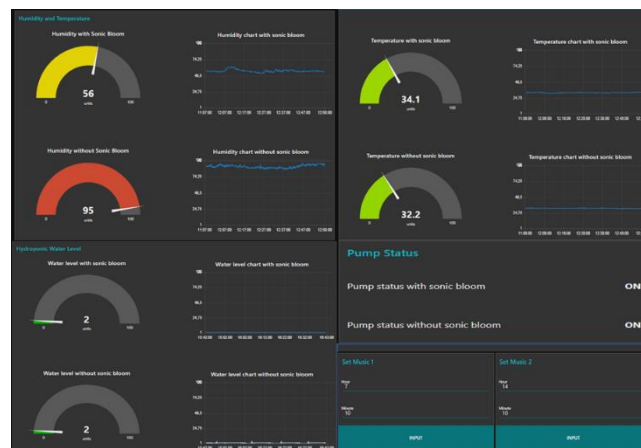
Gambar 4 menunjukkan implementasi sistem hidroponik DFT dengan *sonic bloom* dan tanpa *sonic bloom*. Pada sistem *sonic bloom* speaker ditempatkan dengan tanaman bok choy sebagai *output* suara dari *sonic bloom*. Perangkat keras pada sistem dengan *sonic bloom* terdiri dari sensor DHT11, ultrasonik, RTC, DF player mini, dan relay yang terhubung ke stopkontak, stopkontak digunakan untuk menghubungkan pompa air. Pada sistem tanpa *sonic bloom*, sistem hanya memiliki sensor DHT11, ultrasonik, dan relay untuk menyalakan pompa air.



Gambar 4. Implementasi Sistem Hidroponik DFT dengan *Sonic Bloom* (kiri) dan Tanpa *Sonic Bloom* (kanan)

Pada *dashboard* Node-Red terdapat empat halaman sebagai *interface* dari sistem *sonic bloom* berbasis IoT. *User Interface* untuk sistem ini dapat dilihat pada gambar 5. Pada gambar bagian atas adalah halaman pertama yang menampilkan data suhu dan kelembaban. Ada dua tampilan, satu untuk sistem dengan *sonic bloom* dan satu untuk sistem tanpa *sonic bloom*. Pada gambar bagian kiri bawah adalah halaman kedua yang menampilkan informasi tentang ketinggian air di dalam pipa.

Pada gambar bagian kanan tengah terdapat halaman ketiga yang berisi informasi status pompa air, apakah pompa ON atau OFF. Serta ada dua tampilan, satu untuk sistem dengan *sonic bloom* dan satu lagi untuk sistem tanpa *sonic bloom*. Di bagian kanan bawah gambar adalah halaman terakhir untuk mengatur waktu pemutaran musik pada *sonic bloom*. Data dari sensor sistem dengan *sonic bloom* dan sistem tanpa *sonic bloom* ditampilkan di *dashboard* Node-Red. Set Musik 1 untuk suara gamelan jawa gong dan set musik 2 untuk suara kicauan burung. Pengaturan ini khusus untuk sistem dengan *sonic bloom*, sedangkan sistem tanpa *sonic bloom* tidak menggunakan musik dan suara.



Gambar 5. Interface Untuk Aplikasi Sistem *Sonic Bloom* Berbasis IoT

4. Evaluasi

4.1 Hasil Uji Efektivitas Sistem *Sonic Bloom* Berbasis IoT

Hidroponik bok choy ditanam selama 21 hari masa tanam setelah masa semai. Perawatan *sonic bloom* dilakukan bersamaan dengan pemberian nutrisi pada bok choy hidroponik. Nutrisi pada bok choy hidroponik terdiri dari campuran air dan nutrisi AB mix dengan takaran 1:1 yang dialirkan ke dalam pipa bersamaan dengan aliran air di pompa [19].

Pengukuran tanaman dilakukan dengan melalui dua parameter yaitu parameter pada saat tumbuh dan pada saat tanaman telah dipanen. Untuk parameter saat tumbuh yaitu mengukur tinggi tanaman, panjang daun, dan lebar daun. Sedangkan untuk parameter saat telah dipanen yaitu pengukuran *fresh weight* dan *dry weight*. Untuk tinggi tanaman diukur dari pangkal batang hingga ujung daun, panjang daun diukur dari pangkal daun hingga ujung daun, lebar daun diukur dari sisi kiri daun hingga sisi kanan daun. Untuk *fresh weight* dan *dry weight* diukur menggunakan timbangan dapur digital.



Gambar 6. Pengukuran tinggi tanaman

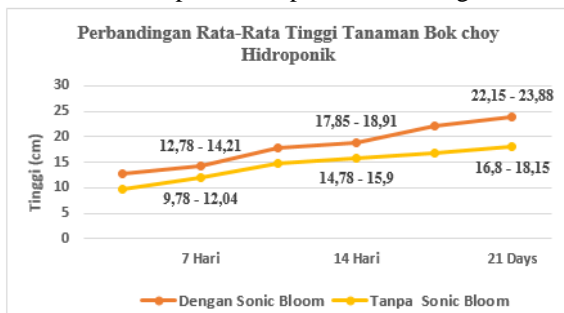


Gambar 7. Pengukuran panjang daun

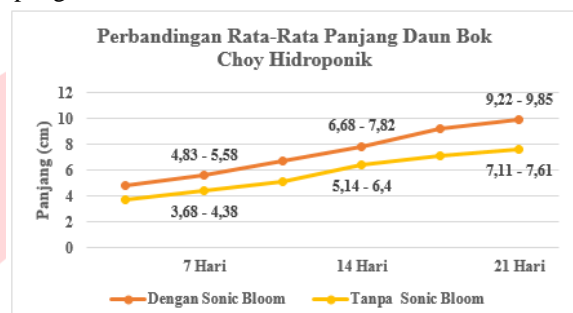


Gambar 8. Pengukuran lebar daun

Pertumbuhan bok choy hidroponik diukur melalui tinggi tanaman, panjang daun, dan lebar daun yang tumbuh perhari. Perbandingan rata-rata pertumbuhan hidroponik bok choy dengan *sonic bloom* dan tanpa *sonic bloom* dapat dilihat pada *line chart* gambar 9 sampai gambar 12.



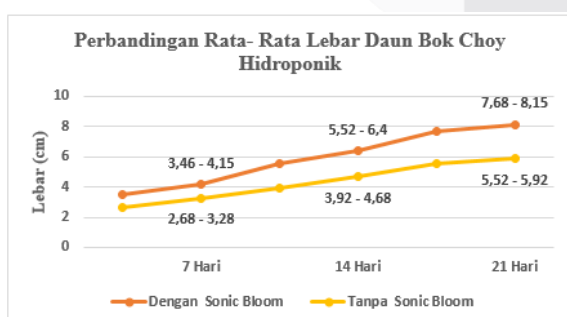
Gambar 9. Line Chart Perbandingan Rata-Rata Tinggi Tanaman pada Pertumbuhan Bok Choy



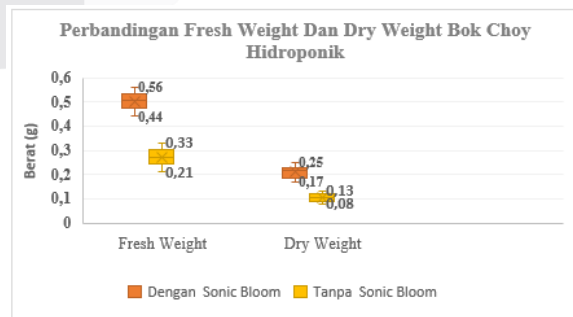
Gambar 10. Line Chart Perbandingan Rata-Rata Panjang Daun pada Pertumbuhan Bok Choy

Line chart pada gambar 9 menjelaskan perbandingan rata-rata tinggi tanaman pertumbuhan bok choy dengan sistem *sonic bloom* dan sistem tanpa *sonic bloom*. Pada hari ke-7 menghasilkan tinggi tanaman 15 – 16,5cm dengan rata-rata 12,78 – 14,21 cm. Hari ke-14 menghasilkan tinggi tanaman 20 – 21 cm dengan rata-rata 17,85 – 18,91cm. Hari ke-21 menghasilkan tinggi tanaman 23 - 26 cm dengan rata-rata 22,15 - 23,88 cm. Sedangkan tinggi tanaman untuk sistem tanpa *sonic bloom* pada hari ke 7 menghasilkan tinggi 12 – 14 cm dengan rata-rata 9,78 – 12,04 cm. Hari ke-14 menghasilkan tinggi tanaman 15,8 – 17 cm dengan rata-rata 14,78 – 15,9 cm. Hari 21 menghasilkan tinggi tanaman 17,5 – 19,2 cm dengan rata-rata 16,8 – 18,15 cm.

Line chart pada gambar 10 menjelaskan perbandingan panjang daun rata-rata pertumbuhan hidroponik bok choy sistem dengan sonic bloom dan sistem tanpa sonic bloom. Pada hari ke-7 dengan sonic bloom menghasilkan panjang daun 6,2 – 7,3 cm dengan rata-rata 4,83 – 5,58 cm. Hari ke-14 dengan sonic bloom menghasilkan panjang daun 7,5 – 8,4 cm dengan rata-rata 6,68 – 7,82 cm. Hari ke-21 dengan sonic bloom menghasilkan panjang daun 10,2 – 11 cm dengan rata-rata 9,22 – 9,85 cm. Sedangkan panjang daun untuk sistem tanpa sonic bloom pada hari ke 7 menghasilkan panjang daun 4,5 – 5,3 cm dengan rata-rata 3,68 – 4,38 cm. Hari ke-14 menghasilkan panjang daun 5,5 – 6,8 cm dengan rata-rata 5,14 – 6,4 cm. Hari 21 menghasilkan panjang daun 8 – 8,4 cm dengan rata-rata 7,11 – 7,61 cm.



Gambar 11. Line Chart Perbandingan Rata-Rata Lebar Daun pada Pertumbuhan Bok Choy



Gambar 12. Box Plot Perbandingan *Fresh Weight* dan *Dry Weight* pada Pertumbuhan Bok Choy

Line chart pada gambar 11 menjelaskan perbandingan rata-rata lebar daun tanaman hidroponik bok choy sistem dengan sonic bloom dan sistem tanpa sonic bloom. Pada hari ke 7 dengan sonic bloom menghasilkan lebar daun 4,5 – 5,2 cm dengan rata-rata 3,46 – 4,15 cm. Hari ke-14 dengan sonic bloom menghasilkan lebar daun 6,5 – 7,2 cm dengan rata-rata 5,52 – 6,4 cm. Hari 21 dengan sonic bloom

menghasilkan lebar daun 8,5 - 9 cm dengan rata-rata 7,68 – 8,15 cm. Sedangkan lebar daun untuk sistem tanpa sonic bloom pada hari ke 7 menghasilkan lebar daun 3,5 - 4 cm dengan rata-rata 2,68 – 3,28 cm. Hari ke-14 menghasilkan lebar daun 4,5 – 5,2 cm dengan rata-rata 3,92 – 4,68 cm. Hari 21 menghasilkan lebar daun 6,4 – 7 cm dengan rata-rata 5,52 – 5,92 cm.

Salah satu parameter yang harus diperhitungkan dalam pertumbuhan tanaman hidroponik adalah pengukuran *fresh weight* dan *dry weight*. Pengukuran *fresh weight* dilakukan dengan cara memisahkan akar dan tajuk pada tanaman kemudian diukur menggunakan timbangan dapur digital [16]. Setelah melakukan pengukuran *fresh weight* langkah selanjutnya adalah mengukur *dry weight* dengan cara memasukkan bok choy ke dalam oven selama ± 5 menit sampai bok choy kering kemudian ditimbang menggunakan timbangan dapur digital [17].

Bagan *box plot* pada gambar 12 menjelaskan perbandingan *fresh weight* dan *dry weight* bok choy hidroponik dengan sistem *sonic bloom* dan sistem tanpa *sonic bloom*. Sistem dengan *sonic bloom* menghasilkan *fresh weight* 0,44 – 0,56 g dan *dry weight* 0,21 – 0,33 g. Sistem tanpa *sonic bloom* memiliki *fresh weight* 0,17 – 0,25 g dan *dry weight* 0,08 – 0,13 g.

4.2 Analisis Hasil Pengujian

Analisis hasil pengujian dibahas setelah melakukan uji coba pada bok choy hidroponik menggunakan dua sistem yang berbeda, yaitu sistem menggunakan *sonic bloom* dan sistem tanpa *sonic bloom*. *Sonic bloom* dikombinasikan dengan sistem IoT untuk memudahkan pemantauan pertumbuhan tanaman bok choy hidroponik dan juga dapat mengatur waktu pemutaran suara *sonic bloom* menggunakan sensor RTC. Implementasi *sonic bloom* dengan sistem IoT menggunakan DF player mini sebagai sumber suara dari *sonic bloom* yang dihubungkan dengan *speaker* sebagai *output* dari suara *sonic bloom*. Pada proses pengerjaan penelitian ini DHT11 dan ultrasonik ditempatkan di atas pipa hidroponik serta relay dihubungkan dengan stopkontak untuk mengatur proses pengapian pompa air. Pada penelitian [11] peneliti membuat sistem IoT untuk memonitoring tanaman hidroponik, dan pada penelitian ini adalah mengimplementasikan otomatisasi *sonic bloom* yang dihubungkan dengan sistem IoT. Selain itu, pada penelitian ini berhasil membuktikan efektivitas sistem hidroponik berbasis IoT.

Suara yang digunakan untuk *sonic bloom* pada penelitian ini adalah musik gamelan jawa gong dengan intensitas suara 79,8 db – 81,8 db dan suara kicauan burung dengan intensitas suara 68,5 db - 78,1 db yang diputar selama dua jam pada waktu yang berbeda [7]. Penerapan *sonic bloom* pada penelitian ini menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan sistem tanpa *sonic bloom*. Hasil yang ditunjukkan pada penelitian ini sesuai dengan hasil pada penelitian [7] yang juga menggunakan *sonic bloom* dengan musik gamelan jawa gong dan diperoleh hasil pertumbuhan yang paling baik, suara kicauan burung sering digunakan oleh para petani untuk membantu dalam pertumbuhan tanaman melalui suara. Selain itu, dalam penelitian [5][7] menunjukkan bahwa *sonic bloom* dapat membantu pertumbuhan tanaman agar tumbuh lebih cepat. Pada penelitian ini menerapkan *sonic bloom* dengan sistem IoT dan terciptanya sistem hidroponik berbasis IoT menggunakan metode *sonic bloom* sehingga membuat otomatisasi dari *sonic bloom*. Hal ini dapat memudahkan pengguna dalam mengatur jadwal untuk pemutaran suara *sonic bloom*.

5. Kesimpulan

Sistem *sonic bloom* berbasis IoT yang menggunakan musik gamelan jawa gong dengan intensitas suara 79,8 db – 81,8 db dan suara kicauan burung dengan intensitas suara 68,5 db - 78,1 db telah berhasil diimplementasikan. Setelah 21 hari masa tanam, bok choy yang ditanam dengan sistem *sonic bloom* memiliki tinggi tanaman dengan rata-rata akhir 22,15 – 23,88 cm, panjang daun dengan rata-rata akhir 9,22 – 9,85 cm, dan lebar daun dengan rata-rata akhir 7,68 – 8,15 cm, *fresh weight* yang dihasilkan adalah 0,44 – 0,56 g, dan *dry weight* yang dihasilkan adalah 0,21 – 0,33 g. Sedangkan sistem tanpa *sonic bloom* menghasilkan tinggi tanaman dengan rata-rata akhir 16,8 – 18,15 cm, panjang daun dengan rata-rata akhir 7,11 – 7,61 cm dan lebar daun dengan rata-rata akhir 5,52 – 5,92 cm, *fresh weight* yang dihasilkan sebesar 0,17 – 0,25 g dan *dry weight* yang dihasilkan sebesar 0,08 – 0,13 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman pada sistem IoT yang menggunakan *sonic bloom* efektif dalam meningkatkan laju pertumbuhan dan laju produksi tanaman hidroponik.

Referensi

- [1] Herman and N. Surantha, "Intelligent monitoring and controlling sistem for hydroponics precision agriculture," 2019 7th Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICoICT 2019, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/ICoICT.2019.8835377.
- [2] A. Mulyani, S. Ritung, and I. Las, "Potensi dan Ketersediaan Sumberdaya Lahan untuk Mendukung Ketahanan Pangan," *J. Penelit. dan Pengemb. Pertan.*, vol. 30, no. 2, pp. 73–80, 2016, doi: 10.21082/jp3.v30n2.2011.p73-80.

- [3] M. V. Shewale and D. S. Chaudhari, "Internet of Things Based Plant Monitoring Sistem for Hydroponics Agriculture," vol. 5, no. 8, pp. 242–249, 2018.
- [4] S. Charumathi, R. M. Kaviya, J. Kumariyarasi, R. Manisha, and P. Dhivya, "Optimization and Control of Hydroponics Agriculture using IOT," *Asian J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 96–98, 2017, [Online]. Available: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2941105.
- [5] I. Pujiwati, B. Guritno, N. Aini, and S. P. Sakti, "Examining Use of Sonic Bloom Technology on the Stomata Opening of Drought-Stressed Soybean," *Biosci. Biotechnol. Res. Asia*, vol. 15, no. 4, pp. 861–869, 2018, doi: 10.13005/bbra/2695.
- [6] Mulyadi, "Pengaruh Teknologi Pemupukan Bersama Gelombang Suara (Sonic Bloom) Terhadap Perkecambah dan Pertumbuhan Semai Acacia Mangium Willd". " *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*". Vol. 11(1):65-75, 2005.
- [7] J. Prasetyo and I. B. Lazuardi, "Pemaparan Teknologi Sonic Bloom Dengan Pemanfaatan Jenis Musik Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Selada Krop (Lactuca Sativa L)," *J. Keteknikan Trop. dan Biosist.*, vol. 5, no. 2, pp. 189–199, 2017.
- [8] P. Huang, L. de-Bashan, T. Crocker, J. W. Kloepper, and Y. Bashan, "Evidence that fresh weight measurement is imprecise for reporting the effect of plant growth-promoting (rhizo)bacteria on growth promotion of crop plants," *Biol. Fertil. Soils*, vol. 53, no. 2, pp. 199–208, 2017, doi: 10.1007/s00374-016-1160-2.
- [9] S. Goddek and T. Vermeulen, "Comparison of Lactuca sativa growth performance in conventional and RAS-based hydroponic systems," *Aquac. Int.*, vol. 26, no. 6, pp. 1377–1386, 2018, doi: 10.1007/s10499-018-0293-8.
- [10] A. Komninos, G. Georgiadis, and A. Koskeris, "Internet of things applications on monitoring hydroponics through wireless sensor networks," *Information, Intell. Syst. Appl.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5
- [11] C. J. G. Aliac and E. Maravillas, "IOT hydroponics management sistem," *2018 IEEE 10th Int. Conf. Humanoid, Nanotechnology, Inf. Technol. Commun. Control. Environ. Manag. HNICEM 2018*, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/HNICEM.2018.8666372.
- [12] S. Chanthakit and C. Rattanapoka, "Mqtt based air quality monitoring sistem using node MCU and noded-red," *Proceeding 2018 7th ICT Int. Student Proj. Conf. ICT-ISPC 2018*, pp. 3–7, 2018, doi: 10.1109/ICT-ISPC.2018.8523891.
- [13] R. Vidhya and K. Valarmathi, "Automatic Monitoring of Hydroponics Sistem Using IoT," *Lect. Notes Data Eng. Commun. Technol.*, vol. 35, no. June, pp. 641–648, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-32150-5_62.
- [14] S. Pramono, A. Nuruddin, and M. H. Ibrahim, "Design of a hydroponic monitoring sistem with deep flow technique (DFT)," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2217, no. April, 2020, doi: 10.1063/5.0000733.
- [15] M. Poongothai, A. L., and R. Priyadharshini, "Implementation of IoT based Smart Laboratory," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 182, no. 15, pp. 31–34, 2018, doi: 10.5120/ijca2018917853.
- [16] T. B. H. Zulkifli *et al.*, "Analisis Pertumbuhan , Asimilasi Bersih Dan Produksi Terung Dan Pupuk Npk Growth.," *Agrotek Trop.*, vol. 8, no. 2, pp. 295–310, 2020.
- [17] Prasetyo. J," Efek Paparan Suara dengan Variasi Jenis dan Pressure Level Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Sawi Hijau (Brassica juncea)". (Tesis). Teknik Mesin Pertanian dan Pangan. Institut Pertanian Bogor. 2014.
- [18] U. Nurhasan, A. Prasetyo, G. Lazuardi, E. Rohadi, and H. Pradibta, "Implementation IoT in Sistem Monitoring Hydroponic Plant Water Circulation and Control," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 4.44, p. 122, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i4.44.26965.
- [19] B. Hermanto, D. Habibie, A. F. Lubis, and R. A. Syahputra, "Analysis of Pakcoy Mustard (Brassica rapa) Growth using Hydroponic Sistem with AB Mix Nutrition," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1819, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1819/1/012059.
- [20] M. A. Triawan, H. Hindersah, D. Yolanda, and F. Hadiatna, "Internet of Things using publish and subscribe method cloud-based application to NFT-based hydroponic sistem," *Proc. 2016 6th Int. Conf. Syst. Eng. Technol. ICSET 2016*, pp. 98–104, 2017, doi: 10.1109/FIT.2016.7857546.