

OPTIMALISASI PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY (*Brassica Rapa Chinensis L.*) PADA SISTEM HIDROPONIK DENGAN METODE *SONIC BLOOM*

*Optimization of Pakcoy (*Brassica rapa Chinensis L.*) Plant Growth in a Hydroponic System using Sonic Bloom Method*

Yulisti Izni Amu¹⁾, Dedie Tooy²⁾, Denny Saroinsong²⁾

Email korespondensi: dtooy@unsrat.ac.id

Email: amuyulisti@gmail.com, denny.saroinsong@unsrat.ac.id

¹⁾Mahasiswa Prodi Teknik Pertanian, ²⁾Dosen Prodi Teknik Pertanian
Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Unsrat Manado

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian gelombang suara Sonic Bloom terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa Chinensis L.*) pada sistem hidroponik *Deep Water Culture* (DWC). Perlakuan yang diberikan berupa musik klasik, musik rock, dan tanpa perlakuan suara (kontrol). Penelitian ini dilaksanakan di greenhouse Desa Tontalete, Kecamatan Kema, Kabupaten Minahasa Utara. Perlakuan suara diberikan dua kali sehari, yaitu pagi dan sore masing-masing selama dua jam. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat segar tanaman. Selain itu, faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, pH larutan nutrisi, konsentrasi nutrisi (ppm), serta intensitas dan frekuensi suara juga diukur untuk mendukung analisis hasil penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian musik berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy dibandingkan dengan tanpa perlakuan suara. Perlakuan musik klasik memberikan hasil terbaik dengan rata-rata tinggi tanaman 14,8 cm, jumlah daun 10,3 helai, dan berat segar 67,8 gram. Musik klasik dengan frekuensi sekitar 538 Hz dan intensitas 44 dB terbukti lebih efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman dibandingkan musik rock yang memiliki frekuensi lebih tinggi.
Kata kunci: Hidroponik, Pakcoy, *Sonic Bloom*

ABSTRACT

Research aimed to determine the effect of Sonic Bloom sound waves on the growth of bok choy (*Brassica rapa Chinensis L.*) in a Deep Water Culture (DWC) hydroponic system. The treatments included classical music, rock music, and no sound treatment (control). The research was conducted in a greenhouse in Tontalete Village, Kema District, North Minahasa Regency. The sound treatment was administered twice daily, in the morning and afternoon, for two hours each. Observed parameters included plant height, number of leaves, and fresh weight. Additionally, environmental factors such as temperature, humidity, nutrient solution pH, nutrient concentration (ppm), and sound intensity and frequency were also measured to support the analysis of the research results. Results showed that music had a positive effect on bok choy growth compared to no sound treatment. The classical music treatment produced the best results, with an average plant height of 14.8 cm, 10.3 leaves, and 67.8 grams fresh weight. Classical music with a frequency of around 538 Hz and an intensity of 44 dB has been shown to

be more effective in supporting plant growth than rock music which has a higher frequency.

Keywords: Hidroponic, Pakcoy, Sonic Bloom.

PENDAHULUAN

Indonesia menghadapi tantangan besar dalam sektor pertanian akibat menyusutnya lahan produktif dan perubahan kondisi lingkungan. Hidroponik telah muncul sebagai salah satu solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan ini, terutama di daerah dengan keterbatasan lahan dan lingkungan yang kurang mendukung. Hidroponik adalah metode budidaya yang menggunakan air sebagai medium pengganti tanah, sehingga pemanfaatan lahan sempit dapat dilakukan secara optimal (Roidah, 2014). Pakcoy (*Brassica rapa Chinensis L.*) merupakan salah satu jenis sayuran daun yang sering dibudidayakan menggunakan Metode Hidroponik. Pakcoy yang juga dikenal sebagai sawi sendok, berasal dari Tiongkok (Tazril, 2024).

Salah satu usaha peningkatan produktivitas yaitu dengan pendekatan pemaparan frekuensi suara pada tanaman. Suara dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman yaitu melalui rangsangan pembukaan stomata yang dapat meningkatkan efektivitas penyerapan unsur hara eksternal tanaman (Pujiwati, 2023). Pendekatan ini diwujudkan dan teknologi inovatif yang disebut metode *Sonic Bloom*. Teknologi yang memanfaatkan gelombang suara frekuensi tinggi yang di kombinasikan dengan pemberian nutrisi untuk merangsang pembukaan stomata pada daun tanaman. Proses ini meningkatkan penyerapan karbon dioksida dan nutrisi sehingga mempercepat pertumbuhan tanaman. Disebutkan juga bahwa penggunaan teknologi *sonic bloom* tidak hanya meningkatkan hasil secara kuantitas tetapi juga meningkatkan kualitas produk (Pujawati, 2023).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan gelombang suara yang terarah, seperti musik dengan frekuensi suara tertentu, dapat berkontribusi pada peningkatan produktivitas tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian gelombang suara *Sonic Bloom* terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa Chinensis L.*) pada sistem hidroponik *Deep Water Culture* (DWC). Perlakuan yang diberikan berupa musik klasik, musik rock, dan tanpa perlakuan suara (kontrol).

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September - Oktober 2025 di Desa Tontalete, Kecamatan Kema, Kabupaten Minahasa utara.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah wadah hidroponik, mistar atau penggaris untuk mengukur tinggi tanaman, timbangan digital untuk mengukur berat segar tanaman, handphone sebagai alat dokumentasi, *Thermo – hygrometer* (HTC) untuk mengukur suhu dan kelembapan, alat tulis menulis, kain flannel, *net pot* tanaman hidroponik, speaker, TDS meter dan pH meter, aplikasi pengukuran frekuensi suara (*Spectroid*), *Flash Disk*.

Bahan yang digunakan adalah bibit tanaman Pakcoy, media tanam *rockwool* dan larutan nutrisi AB Mix.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Metode Eksperimental dengan tiga perlakuan yaitu musik klasik, musik rock dan tanpa perlakuan suara (*control*).

Prosedur Penelitian

Persiapan *greenhouse*, Persiapan sistem hidroponik *Deep Water Culture* Penyemaian benih, Tahapan penanaman, Pemberian perlakuan musik, Parameter lingkungan.

Variabel pengamatan

1. Tinggi Tanaman (cm)
2. Jumlah Daun (helai)
3. Berat Segar (gram)
4. Intensitas suara (dB).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Lingkungan

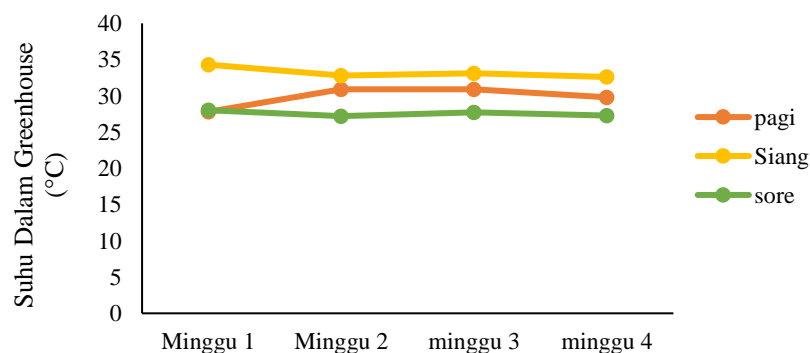
Parameter lingkungan diamati pada dua kondisi, yaitu kondisi di dalam *greenhouse*

dan di luar *greenhouse*. Parameter yang diukur meliputi suhu udara ($^{\circ}\text{C}$), kelembapan udara (% RH), pH larutan nutrisi, serta kadar nutrisi (PPM). Pengukuran suhu dan kelembapan dilakukan menggunakan *thermo-hygrometer* (HTC) yang di tempatkan dalam *greenhouse*. Pencatatan di lakukan tiga kali sehari yaitu pagi (08.00), siang (12.00), dan sore (16.00) selama empat minggu penelitian. untuk parameter pH larutan nutrisi, pengukuran dilakukan empat kali dalam satu minggu. Data pH yang di peroleh digunakan untuk melihat perubahan tingkat keasamaan larutan selama pertumbuhan tanaman. Sementara itu, pengukuran kadar nutrisi (PPM) dilakukan satu kali setiap minggu, yaitu dari minggu pertama sampai minggu keempat.

Suhu $^{\circ}\text{C}$ Dalam *Greenhouse*

Tabel 1. Suhu Dalam *Greenhouse*

Minggu	Waktu pengukuran	Jam	Suhu dalam GH ($^{\circ}\text{C}$)
Minggu 1	Pagi	08.00	27,8
	Siang	12.30	34,2
	Sore	16.00	28,01
Minggu 2	pagi	08.15	30,9
	Siang	12.45	32,8
	Sore	16.10	27,2
Minggu 3	Pagi	08.30	30,9
	Siang	13.00	33,1
	Sore	16.20	27,7
Minggu 4	Pagi	08.20	29,8
	Siang	12.40	32,6
	Sore	16.20	26,6
Rata-rata			32,1



Gambar 1. Suhu Dalam *Greenhouse*

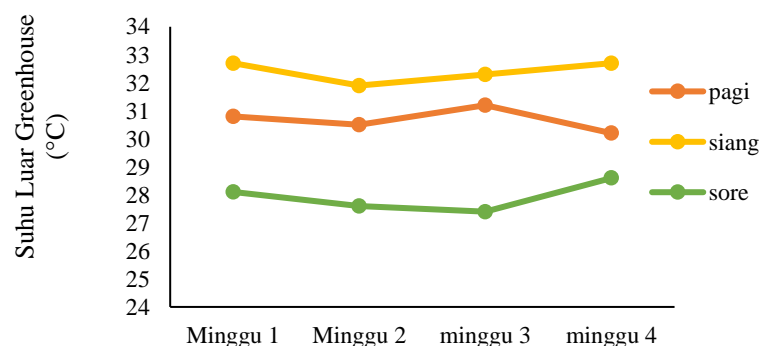
Gambar 1 menunjukkan hasil pengukuran suhu selama empat minggu, bahwa suhu dalam *greenhouse* menunjukkan perubahan yang hampir sama setiap minggunya. Suhu tertinggi selalu terjadi pada siang hari, sedangkan pada pagi dan sore hari suhunya lebih

rendah. Pada minggu pertama, suhu pagi tercatat 27,8°C, kemudian naik pada siang hari menjadi 34,2°C, dan menurun kembali pada sore hari menjadi 28,01°C. Pada minggu kedua, suhu pagi berada pada 30,9°C, siang hari 32,8°C, dan sore hari 27,2°C. Pada minggu ketiga, suhu pagi mencapai 30,9°C, lalu meningkat pada siang hari menjadi 33,1°C, dan kembali turun pada sore hari menjadi 27,7°C. Pada minggu keempat, suhu pagi berada pada 29,8°C, siang hari 32,6°C, dan sore hari 26,6°C. Jika dilihat dari seluruh data, suhu siang hari merupakan yang paling tinggi dibandingkan waktu lainnya. Sementara itu, suhu sore hari cenderung paling rendah. Rata-rata suhu keseluruhan selama penelitian yaitu 32,1°C.

Suhu °C Luar *Greenhouse*

Tabel 2. Suhu Luar *Greenhouse*

Minggu	Waktu Pengukuran	Jam	Suhu Luar <i>Greenhouse</i> (°C)
Minggu 1	pagi	08.00	30,8
	siang	12.30	32,7
	sore	16.00	28,1
Minggu 2	pagi	08.15	30,5
	Siang	12.45	31,9
	Sore	16.10	27,6
Minggu 3	pagi	08.30	31,2
	siang	13.00	32,3
	sore	16.20	27,4
Minggu 4	pagi	08.20	30,2
	siang	12.40	32,7
	Sore	16.20	28,6
Rata-rata			30,5



Gambar 2. Suhu Luar *Greenhouse*

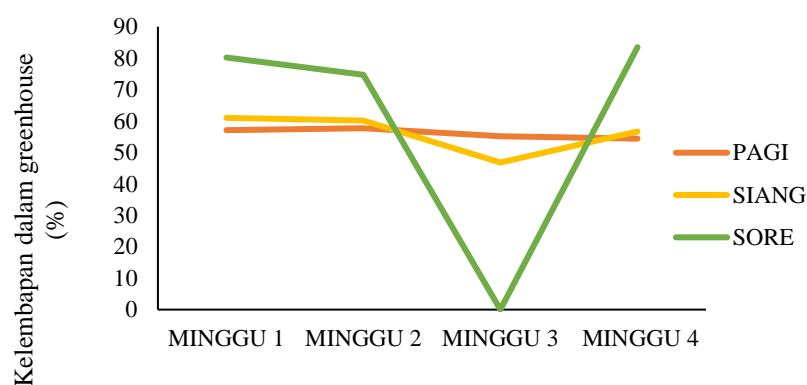
Gambar 2 menunjukkan hasil pengukuran selama empat minggu, suhu di luar *greenhouse* selalu lebih tinggi pada siang hari dibandingkan pagi dan sore. Pada minggu

pertama, suhu pagi berada pada 30,8°C, siang hari 32,7°C, dan sore 28,1°C. Pada minggu kedua, suhu pagi tercatat 30,5°C, siang 31,9°C, dan sore 27,6°C. Pada minggu ketiga, suhu pagi berada pada 31,2°C, kemudian naik menjadi 32,3°C pada siang hari, dan turun menjadi 27,4°C pada sore hari. Pada minggu keempat, suhu pagi adalah 30,2°C, suhu siang 32,7°C, dan sore 28,6°C. Secara keseluruhan, suhu luar *greenhouse* selama penelitian memiliki rata-rata 30,5°C, dengan siang hari selalu menjadi waktu yang paling panas.

Kelembaban (RH)

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kelembaban

Minggu	Waktu Pengukuran	Jam	Kelembaban dalam greenhouse (%)
Minggu 1	pagi	08.00	57,1
	siang	12.30	61,0
	sore	16.00	80,2
Minggu 2	pagi	08.15	57,7
	siang	12.45	60,1
	sore	16.10	74,7
Minggu 3	pagi	08.30	55,2
	siang	13.00	46,8
	sore	16.20	83,5
Minggu 4	pagi	08.20	54,4
	siang	12.40	56,7
	sore	16.20	83,5
Rata-rata			64,2



Gambar 3. Kelembaban Dalam *Greenhouse*

Gambar 3 menunjukkan hasil pengukuran selama empat minggu penelitian, kelembaban udara di dalam *greenhouse* menunjukkan perubahan yang hampir sama setiap harinya. Secara umum, kelembaban lebih rendah pada siang hari dan kembali

lebih tinggi pada sore hari. Pada minggu pertama, kelembaban tercatat 57,1% pada pagi hari, kemudian naik sedikit menjadi 61,0% pada siang hari, dan mencapai nilai tertinggi pada 80,2% pada sore hari. Pada minggu kedua, kelembaban juga terlihat stabil, yaitu 57,7% (pagi), 60,1% (siang), dan 74,7% (sore). Pada minggu ketiga, kelembaban pagi hari berada pada 55,2%, kemudian turun menjadi 46,8% pada siang hari, yang merupakan nilai terendah selama penelitian. Namun pada sore hari, kelembaban kembali naik cukup tinggi yaitu 83,5%. Pola yang hampir sama juga terlihat pada minggu keempat, dengan nilai 54,4% (pagi), 56,7% (siang), dan 83,5% (sore). Secara keseluruhan, rata-rata kelembaban selama penelitian berada pada 64,2%, yang menunjukkan bahwa kondisi dalam *greenhouse* cenderung lembab masih sesuai untuk pertumbuhan tanaman Pakcoy.

Pengamatan Larutan Nutrisi (pH dan ppm)

Tabel 4. Pengukuran Data pH Larutan Nutrisi

Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4
6,56	6,26	6,3	6,4
6,38	6,4	6,1	5,5
6,62	5,7	6,4	6,8
6,32	3,3	6,2	6,1
Rata-rata 6,47	Rata-rata 5,42	Rata-rata 6,2	Rata-rata 6,2

Berdasarkan hasil pengukuran, nilai pH larutan nutrisi pada setiap minggu menunjukkan kisaran pH yang masih sesuai untuk pertumbuhan tanaman pakcoy. Pada minggu pertama, pH berada di sekitar 6,3–6,5 dan tetap stabil pada minggu kedua hingga minggu keempat dengan kisaran pH antara 6,1–6,8. Nilai pH ini termasuk kategori ideal karena tanaman pakcoy umumnya tumbuh baik pada kisaran pH 5,5–6,5. Perubahan kecil yang terjadi setiap minggu masih tergolong normal dan tidak menunjukkan adanya penurunan atau kenaikan drastis yang dapat mengganggu penyerapan unsur hara oleh tanaman. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Huda *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa pH optimal untuk pertumbuhan pakcoy berada pada kisaran 6,5. Meskipun pada penelitian ini pH sempat mencapai 6,8 nilai tersebut masih berada dekat dengan kisaran optimal sehingga tidak menghambat penyerapan unsur hara dan tetap mendukung pertumbuhan tanaman.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Huda *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa pH optimal untuk pertumbuhan pakcoy berada pada kisaran 6,5. Meskipun pada

penelitian ini pH sempat mencapai 6,8 nilai tersebut masih berada dekat dengan kisaran optimal sehingga tidak menghambat penyerapan unsur hara dan tetap mendukung pertumbuhan tanaman.

Tabel 5. Konsentrasi Nutrisi (ppm) Tiap Minggu

Minggu	Konsentrasi Nutrisi (ppm)
1	700
2	800
3	900
4	1000 -1200

Konsentrasi nutrisi (ppm) juga mengalami perubahan setiap minggu sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman. Pada minggu pertama, ppm yang digunakan sebesar 700 ppm sebagai konsentrasi awal untuk fase pertumbuhan muda. Pada minggu kedua, konsentrasi nutrisi ditingkatkan menjadi 800 ppm. Penambahan ini dilakukan karena tanaman mulai memasuki fase pertumbuhan yang lebih aktif dan membutuhkan lebih banyak unsur hara. Memasuki minggu ketiga, ppm kembali dinaikkan menjadi 900 ppm. Kenaikan ini bertujuan untuk menyesuaikan kebutuhan tanaman yang semakin besar. Pada minggu keempat, konsentrasi nutrisi dinaikkan lagi menjadi 1000–1200 ppm, yang merupakan kisaran ppm umum digunakan untuk tanaman pakcoy menjelang panen. Perubahan ppm yang meningkat setiap minggu menggambarkan penyesuaian nutrisi sesuai perkembangan tanaman, dan seluruh nilai yang digunakan masih dalam batas aman untuk sistem hidroponik. Hasil Penelitian Megasari *et al.* (2023) melaporkan bahwa konsentrasi nutrisi 500-1500 ppm memberikan respons pertumbuhan yang berbeda pada tanaman pakcoy dengan kisaran optimal berada sekitar 1000 ppm.

Tinggi Tanaman Pakcoy

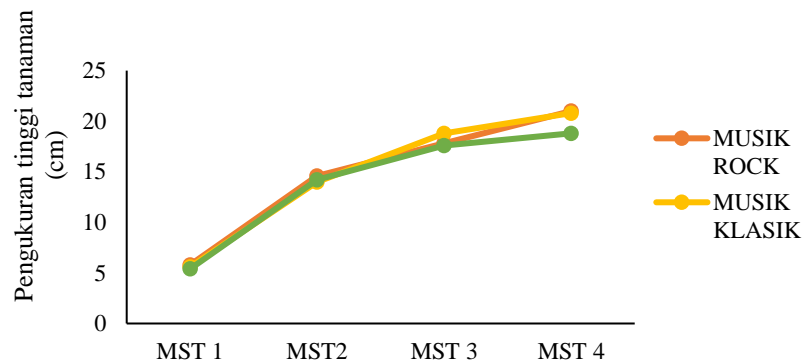
Tabel 6. Pengukuran Tinggi Tanaman

Perlakuan	HST 1 (Cm)	HST 2 (Cm)	HST 3 (Cm)	HST 4 (Cm)	Rata-rata
Musik Klasik	5,6	14	18,8	20,8	14,8
Musik Rock	5.8	14,6	17,8	21	14,8
Tanpa Musik	5.4	14.2	17,6	18,8	14

Berdasarkan hasil penelitian tanaman Pakcoy yang diberi perlakuan musik klasik menunjukkan peningkatan tinggi tanaman setiap minggu pengamatan. Peningkatan terjadi pada minggu keempat dengan rata-rata tinggi tanaman sebesar 20,8 cm. Hal ini menunjukkan bahwa musik klasik berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tinggi

tanaman pakcoy. Getaran suara musik diduga mampu merangsang aktivitas fotosintesis sehingga pertumbuhan vegetatif tanaman lebih cepat.

Hasil rata-rata tinggi tanaman Pakcoy pada setiap perlakuan juga ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4. Untuk memperjelas perbandingan pertumbuhan tanaman selama masa pengamatan.



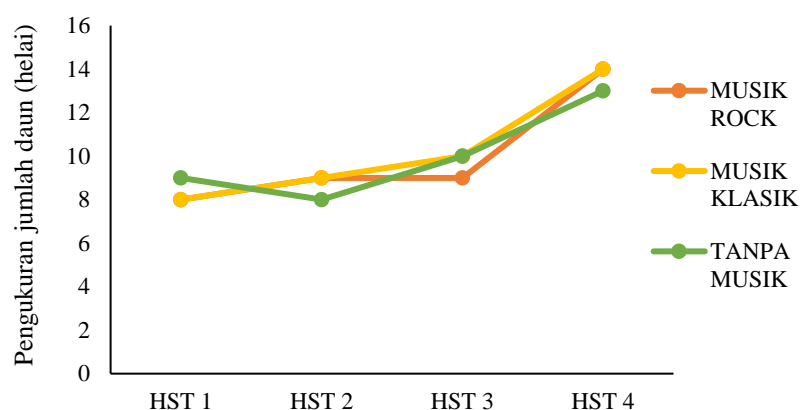
Gambar 4. Tinggi Tanaman Pakcoy

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Hartono *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa perlakuan *sonic bloom* dengan musik klasik memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman sawi hijau. Musik klasik menghasilkan pertumbuhan tertinggi dibandingkan perlakuan musik rock dan tanpa suara.

Jumlah Daun

Tabel 7. Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Pakcoy

Perlakuan	HST 1	HST 2	HST 3	HST 4	Rata-rata
Musik klasik	8	9	10	14	10,3
Musik Rock	8	9	9	14	10
Tanpa musik	8	9	10	13	10



Gambar 5. Jumlah Daun Pakcoy

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, jumlah daun tanaman Pakcoy mengalami peningkatan pada setiap minggu pengamatan. Jumlah daun terbanyak diperoleh pada perlakuan musik klasik diikuti oleh musik rock, sedangkan tanpa suara menunjukkan jumlah daun paling sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa musik klasik dapat merangsang pembentukan daun lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya.

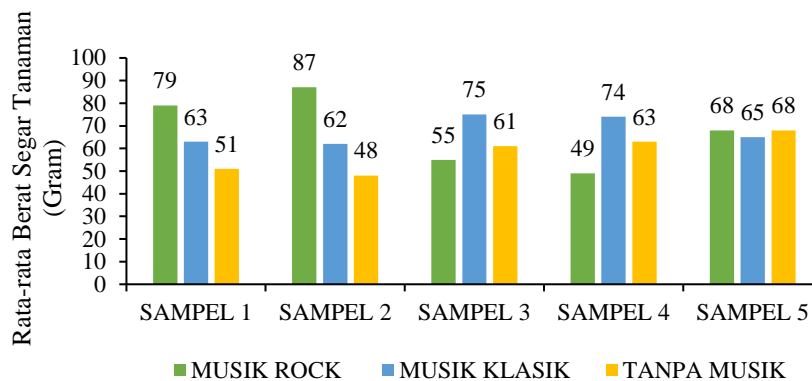
Berat Segar Tanaman

Hasil pengamatan berat segar tanaman Pakcoy pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 8 berikut. Data ini menunjukkan rata-rata hasil panen tanaman setelah diberi perlakuan suara yang berbeda.

Tabel 8. Pengamatan Berat Segar Tanaman Pakcoy

Perlakuan	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5	Rata-rata
Musik klasik	63	62	75	74	65	67,8
Tanpa Musik	51	48	61	63	68	58,2
Musik Rock	79	87	55	49	68	67,6

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman Pakcoy yang diperdengarkan musik memiliki berat segar lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman tanpa musik. Perlakuan musik klasik menghasilkan berat segar tertinggi, diikuti oleh musik rock dan tanpa suara. Musik klasik dengan irama yang lembut dan teratur diduga dapat membantu tanaman tumbuh lebih baik sehingga menghasilkan bagian tanaman yang lebih besar dan segar.



Gambar 6. Berat Segar Tanaman

Intensitas Suara

Tabel 9. Pengukuran Intensitas Suara

Jenis Musik	Frekuensi Rata-rata (Hz)	Intensitas suara Rata-rata (dB)
Musik Klasik	538 Hz	44 dB
Musik Rock	587 Hz	47 dB

Data frekuensi dan intensitas suara pada musik klasik dan rock diperoleh oleh hasil pengukuran menggunakan Aplikasi *Spectroid* selama pemutaran musik di tempat penelitian, karena nilai frekuensi dan intensitas selalu berubah-ubah setiap kali musik diputar, maka nilai dirata-ratakan untuk memperoleh hasil yang mewakili kondisi sebenarnya. Berdasarkan hasil tersebut, musik klasik memiliki frekuensi lebih rendah (538 Hz) dan intensitas suara lebih lembut (44 dB), sedangkan musik rock memiliki frekuensi lebih tinggi (583 Hz) dan intensitas lebih kuat (47 dB).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pemberian perlakuan suara terbukti berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman Pakcoy pada sistem hidroponik. Tanaman yang diberi perlakuan musik menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan tanaman tanpa perlakuan suara.
2. Perlakuan musik klasik memberikan hasil pertumbuhan paling baik, terutama pada parameter tinggi tanaman rata-rata 14,8 cm, jumlah daun rata-rata 10,3 helai, dan berat segar tanaman rata-rata 67,8 gr.

3. Frekuensi suara sekitar 538 Hz musik klasik dengan intensitas 44 dB lebih efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman Pakcoy dibandingkan frekuensi lebih tinggi musik rock 587 Hz.

Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan percobaan dengan jenis musik yang lebih beragam, seperti musik tradisional, suara alam atau suara alami, untuk membandingkan hasil pertumbuhan tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*).
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi durasi dan waktu pemaparan suara untuk mengetahui kombinasi perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman.
3. Penelitian berikutnya juga dapat dilakukan pada sistem hidroponik yang berbeda untuk melihat pengaruh perlakuan suara terhadap hasil tanaman secara lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Huda, M.S., Suheri, H. dan Nufus, N.H. 2023. Pengaruh Perbedaan pH Larutan Hara Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy Dalam Sistem *Hidroponik Nutrient Film Technique* (NFT). *AGROTEKSOS*, 33(1):108-116.
- Hartono, I.B., A. Munar, W.A. Barus, dan D. Kurniawan. 2022. Efektivitas Penerapan Sonic Bloom dan Tanaman Refugia dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau. *Jurnal Ziraa'ah*, 47(2):279-290.
- Pujiwati, I. 2023. *Stop Impor Kedelai, Gunakan Sonic Bloom*. Yogyakarta: Deepublish.
- Roidah, I.S. 2014. Pemanfaatan Lahan dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*. 1(2): 43-50.
- Tazri, M.I. 2024. Literatur Review: Penggunaan Sistem Nutrient Film Technique (NFT) pada Tanaman Pakcoy (*Brassicca rapa L.*) yang Dilakukan secara Budidaya Hidroponik. *In Prosiding Seminar Nasional Biologi*, Vol.4, No.2: 524-533.