

## **KOMUNIKASI SINGKAT: PEMANFAATAN LIMBAH SAYUR SEBAGAI SUMBER KARBON DALAM MEDIA KULTUR *Daphnia* sp. [Short Communication: Utilization of Vegetables Waste as Carbon Source in Cultivation Medium for *Daphnia* sp.]**

**Reni Anggraini, Andri Kurniawan<sup>✉\*</sup> dan Ahmad Fahrul Syarif**

Jurusan Akuakultur Universitas Bangka Belitung, Jl. Balunijuk, Merawang,  
Provinsi Kepulauan Bangka Belitung  
email : andri\_pangkal@yahoo.co.id

### **ABSTRACT**

*Daphnia* sp. is one of the most important natural feeds in freshwater fish farming sector. *Daphnia* contain considerably high protein, easy to be cultivated, short harvest time, the size is appropriate to the fish's mouth size, its movement can stimulate fish larvae to eat it, does not pollute the aquatic environment or larval rearing media and can be enriched with certain ingredients. Carbon is a source of energy for the growth of *Daphnia* directly or through microorganisms that become feed for *Daphnia*. This study aimed to analyze the effect of providing vegetable waste as a carbon source on the abundance of *Daphnia* and determine the best type of vegetable waste for the cultivation of *Daphnia*. The research method was an experimental method using 3 (three) different vegetables, namely spinach, mustard greens, and cabbage. The study was conducted using a completely randomized design with 4 (four) treatments in the form of different vegetables and control and the test sample was repeated 3 (three) times. The growth of *Daphnia* was observed for 16 days of cultivation time. The results showed that the provision of vegetables affected the population growth of *Daphnia*. Spinach (P3) was the treatment with the highest growth value, which average growth was 96,67 ind of *Daphnia* with a specific growth rate of 0.055%. The temperature in *Daphnia* culture media generally ranged from 25–27°C, while the pH in *Daphnia* culture media showed a value of 7.4–9.5. The results of PCA analysis showed that water temperature was a variable that was strongly correlated with the growth of *Daphnia*.

**Key words:** *Daphnia* sp., Decomposition, Vegetable Waste, Carbon Source, Growth Medium

### **ABSTRAK**

*Daphnia* sp. adalah salah satu pakan alami yang sangat penting di dalam sektor budidaya ikan air tawar. *Daphnia* mengandung protein yang cukup tinggi, mudah dibudidayakan, waktu panen cepat, ukurannya sesuai dengan bukaan mulut ikan, gerakannya dapat merangsang larva ikan untuk memangsanya, tidak mencemari lingkungan perairan ataupun media pemeliharaan larva dan dapat diperkaya dengan bahan-bahan tertentu. Karbon merupakan sumber energi bagi pertumbuhan *Daphnia* secara langsung maupun melalui mikroorganisme yang menjadi pakan bagi *Daphnia* tersebut. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pemberian limbah sayuran sebagai sumber karbon terhadap kelimpahan populasi *Daphnia* dan menentukan jenis limbah sayuran terbaik untuk kegiatan budidaya *Daphnia*. Metode penelitian yang digunakan, yaitu metode eksperimental dengan menggunakan 3 (tiga) sayuran yang berbeda, yaitu bayam, sawi hijau, dan kubis. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 (empat) perlakuan berupa sayuran berbeda dan kontrol yang dilakukan pengulangan sampel uji sebanyak 3 (tiga) kali. Pertumbuhan *Daphnia* diamati selama 16 hari masa pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian sayuran berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi *Daphnia*. Sayuran bayam (P3) merupakan perlakuan dengan nilai pertumbuhan tertinggi, yaitu berjumlah rata-rata pertumbuhan individu sebanyak 96,67 ind *Daphnia* dengan laju pertumbuhan spesifik sebesar 0,055%. Suhu pada media budidaya *Daphnia* secara umum berkisar antara 25–27°C, sedangkan pH pada media budidaya *Daphnia* menunjukkan nilai 7,4–9,5. Hasil analisis PCA menunjukkan bahwa suhu air merupakan variabel yang berkorelasi kuat dengan pertumbuhan *Daphnia*.

**Kata kunci:** *Daphnia* sp., Dekomposisi, Limbah sayuran, Sumber Karbon, Media Tumbuh

### **PENDAHULUAN**

Pakan alami merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan usaha budidaya ikan (Akbar *et al.*, 2017). Salah satu pakan alami yang banyak digunakan dalam kegiatan pembenihan ikan air tawar adalah *Daphnia* sp. (Agustin *et al.*, 2017). *Daphnia* merupakan sejenis udang-udangan yang memiliki habitat di air tawar (Surtikanti *et al.*, 2017). *Daphnia* adalah salah satu jenis zooplankton yang dimanfaatkan sebagai pakan alami karena mengandung protein yang cukup tinggi (Mufidah *et al.*, 2009). Menurut (Darmawan, 2014), *Daphnia* sebagai sumber pakan alami memiliki beberapa keuntungan yaitu kandungan nutrisi tinggi berupa protein (42,65%), lemak (8%), serat (2,58%), dan abu (4%), ukurannya sesuai dengan ukuran mulut larva, pergerakannya lambat sehingga mudah

ditangkap oleh larva ikan, mudah dibudidayakan, waktu panen cepat, dapat diperkaya dengan bahan-bahan tertentu, dan menunjukkan tingkat pencemaran terhadap media pemeliharaan larva lebih rendah dibandingkan pakan buatan (Wardoyo *et al.*, 2017).

Ketersediaan *Daphnia* hingga saat ini sebagian besar masih diperoleh dari tangkapan di alam yang mengakibatkan terbatasnya jumlah *Daphnia* (Akbar *et al.*, 2017). Budidaya *Daphnia* diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan dan mengatasi keterbatasan ketersediaan dari tangkapan di alam. Kultur *Daphnia* dapat dilakukan dengan bahan organik sebagai pakannya (Agustin *et al.*, 2017). Bahan organik memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan *Daphnia*. Menurut (Akbar *et al.*, 2017), bahan organik merupakan sumber nutrisi dan dapat dimanfaatkan langsung oleh *Daphnia*

\*Kontributor Utama

\*Diterima: 21 Oktober 2021 - Diperbaiki: 6 Juli 2022- Disetujui: 6 Juli 2022

dalam menumbuhkan fitoplankton, bakteri dan infusoria sebagai pakan Daphnia.

Daphnia adalah sejenis zooplankton yang hidup di air tawar. Daphnia menjadi salah satu pakan alami ikan yang dibutuhkan di dalam sektor budidaya sehingga dapat dikatakan pemberian pakan ikan berpengaruh pada perkembangan komoditas perikanan. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan Daphnia seperti penggunaan pupuk dari kotoran ayam (Yunda *et al.*, 2016; Nailulmuna *et al.*, 2017), fermentasi biji kedelai (Prastya *et al.*, 2016), serta batang pisang, kubis, dan eceng gondok (Putri, 2019).

Sayuran merupakan salah satu bahan organik yang dapat dijadikan pupuk (Syafriadiman *et al.*, 2016). Hasil dari proses dekomposisi atau penguraian sayuran akan menghasilkan pupuk organik. Tujuan dari dekomposisi adalah untuk menguraikan makromolekul pada zat organik yang ada di dalam sayuran menjadi mikromolekul, salah satunya adalah karbon (Saraswati *et al.*, 2006). Karbon tersebut dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk hidup dan mikroorganisme yang tumbuh dimanfaatkan sebagai pakan oleh Daphnia.

Limbah sayuran seperti kubis, sawi, dan bayam merupakan sumber bahan organik yang banyak ditemukan di pasar dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Limbah sayuran terkadang dibuang ke lingkungan (Syafriadiman *et al.*, 2016) sehingga dapat mencemari lingkungan tersebut (Sulistyaningsih, 2020). Pemanfaatan limbah sayuran seperti kubis, sawi, dan bayam sebagai media tumbuh Daphnia perlu dilakukan sebagai alternatif optimalisasi limbah menjadi produk *zero waste*. Limbah kubis memiliki kalori (25 kal), karbohidrat (5,3 gram), protein (1,7 gram), serat (0,9 gram), lemak (0,2 gram), kalsium (64 mg), vitamin A (75 mg), vitamin B1 (0,1 mg), dan vitamin C (62 mg) (Utama dan Mulyanto, 2009). Limbah sawi memiliki kalori (22 kal), karbohidrat (4 gram), protein (2,3 gram), serat (0,7 gram), lemak (0,4 gram), kalsium (220 mg), vitamin A (1.940,0 mg), vitamin B1 (0,09 mg), dan vitamin C (102 mg) (Alifah *et al.*, 2019). Limbah bayam memiliki kalori (36 kal), karbohidrat (6,5 gram), protein (3,5 gram), serat (2,7 gram), lemak (0,5 gram), kalsium (267 mg), vitamin A (6.090 mg), vitamin B1 (0,80 mg), dan vitamin C (80 mg) (Santoso *et al.*, 2018). Limbah tersebut dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi Daphnia.

Dekomposisi bahan organik seperti sayuran dapat menghasilkan karbon yang digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energinya. Mikroorganisme yang memanfaatkan karbon tersebut antara lain *Pseudomonas spp.*,

*Achromobacter spp.*, *Bacillus spp.*, *Flavobacterium spp.*, *Clostridium spp.*, *Streptomyces spp.*, *Planctomycetes* (Saraswati *et al.*, 2006) dan plankton (Pamungkas *et al.*, 2017). Mikroorganisme-mikroorganisme tersebut dimanfaatkan langsung oleh Daphnia sebagai sumber pakannya.

Berdasarkan uraian di atas, maka diperlukan penelitian tentang pengaruh penambahan limbah sayuran sebagai sumber nutrisi pada kultur Daphnia sebagai salah satu faktor penunjang pada kegiatan budidaya Daphnia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian setiap jenis limbah sayuran yang berbeda sebagai sumber karbon di dalam media budidaya terhadap kelimpahan populasi Daphnia.

## BAHAN DAN CARA KERJA

### Materi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Januari hingga Maret 2021 yang bertempat di Laboratorium Akuakultur dan Hatchery, Program Studi Akuakultur, Universitas Bangka Belitung Belitung. Penelitian dilakukan di ruangan semi terbuka (*semi indoor*) sehingga kondisi lingkungan dan wadah budidaya berada pada kondisi yang sama dengan mikroklimat lingkungan di luar ruangan.

Peralatan yang digunakan di dalam penelitian adalah ember, selang, gayung, sikat, toples berkapasitas 5 L, aerator, cangkir, serokan, baskom, pisau, *handcounter*, botol sampel, mikroskop, timbangan digital, termometer, dan pH meter. Bahan yang digunakan di dalam penelitian adalah *Daphnia sp.*, air, sabun, limbah kubis, limbah sawi hijau, dan limbah bayam.

### Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 (empat) perlakuan dan 3 (tiga) ulangan sehingga terdapat sebanyak 12 satuan percobaan. Setiap ulangan terdapat *Daphnia sp.* sebanyak 20 ind/L dengan 50 g/L pada setiap sayuran. Penentuan dosis yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas:

- Kontrol (K) : Perlakuan tanpa limbah sayuran dengan *Daphnia sp.* sebanyak 40 ind/2L air
- Perlakuan P1 : Perlakuan limbah sayuran kubis 100 g/2L air dengan *Daphnia sp.* sebanyak 40 ind/2L air
- Perlakuan P2 : Perlakuan dengan limbah sayuran sawi hijau 100 g/2L air dengan *Daphnia sp.* sebanyak 40 ind/L
- Perlakuan P3 : Perlakuan dengan limbah sayuran bayam 100 g/2L dengan *Daphnia sp.* sebanyak 40 ind/L

Penelitian diawali dengan persiapan peralatan dan bahan penelitian. Toples sebagai wadah kultur dibersihkan dan kemudian dimasukkan air bersih sebanyak 2 L yang kemudian diberikan aerasi. Limbah sayuran yang digunakan adalah sayuran kubis, sawi hijau dan bayam yang didekomposisi melalui perendaman di media air sebanyak 2 L tersebut. Setiap toples diisi limbah sayuran sebanyak 100 g/2 L untuk kemudian direndam atau didekomposisi selama 3 hari.

Pertumbuhan *Daphnia* dihitung setiap 2 hari sekali selama 16 hari. Perhitungan *Daphnia* dilakukan dengan pengambilan sebanyak 50 mL air akuarium yang diaduk secara perlahan agar *Daphnia* menyebar merata. Sampel air dimasukkan ke botol sampel, lalu dituang ke cawan petri untuk kemudian dihitung menggunakan *handcounter* dengan mikroskop.

Laju pertumbuhan spesifik *Daphnia* dihitung dengan menggunakan rumus (Becker, 1994) (Nurmalasari et al., 2020), yaitu  $\mu = (\ln N_t - \ln N_0) \times 100\% : t$  dimana  $\mu$  adalah Laju pertumbuhan spesifik (%/hari);  $N_0$  adalah kepadatan awal populasi (ind/L);  $N_t$  adalah kepadatan akhir

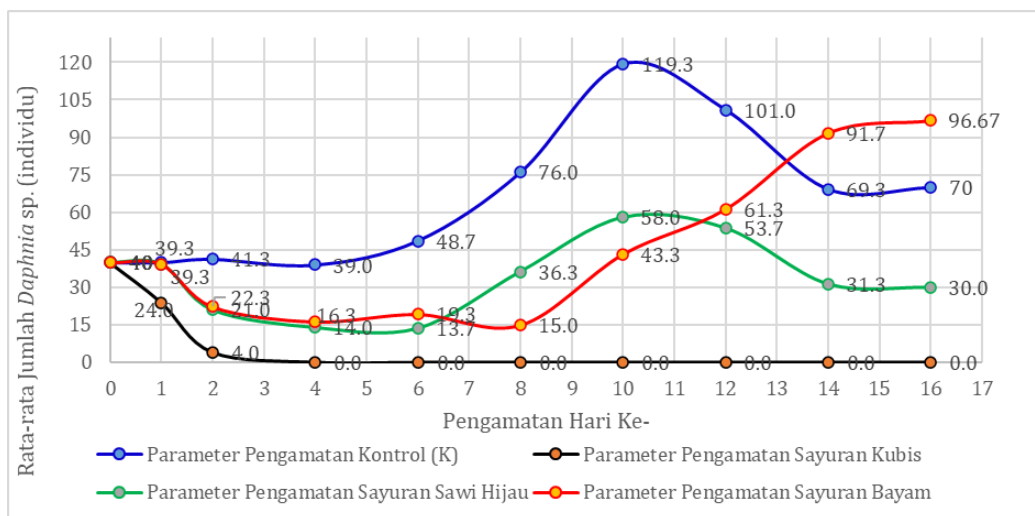
populasi fase eksponensial (ind/L); dan  $t$  adalah lama hari pengamatan.

Pengukuran kualitas air juga dilakukan untuk memantau kelayakan kualitas media pertumbuhan *Daphnia*. Parameter kualitas air yang diukur adalah suhu dan pH dikarenakan keduanya penting untuk pertumbuhan *Daphnia*. Suhu air diukur dengan termometer dan pH air diukur dengan menggunakan pH meter.

## HASIL

### Pertumbuhan *Daphnia* sp. dan Laju Pertumbuhan Spesifik

Hasil penelitian yang diamati setiap 2 hari selama 16 hari penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah rata-rata populasi *Daphnia* pada akhir pemeliharaan dari setiap perlakuan. Perlakuan sayuran bayam (P3) menunjukkan nilai rata-rata tertinggi sebesar 96,67 ind *Daphnia* dan terendah adalah perlakuan sayuran kubis (P1) dengan nilai 0 ind *Daphnia* atau mati seluruhnya pada akhir pemeliharaan (Gambar 1).



**Gambar 1.** Grafik pertumbuhan rata-rata jumlah *Daphnia* sp. (Average growth rate graphic of *Daphnia* sp.).

Grafik yang ditampilkan pada Gambar 1 secara umum menggambarkan fase pertumbuhan *Daphnia*. Hari ke-1 hingga hari ke-6 secara umum untuk perlakuan kontrol dan sawi (P2) menunjukkan fase adaptasi *Daphnia* terhadap media pertumbuhan. Pertumbuhan *Daphnia* mengalami peningkatan setelah hari ke-6 yang mengindikasikan bahwa *Daphnia* memasuki fase pertumbuhan eksponensial atau logaritmik dengan puncak pertumbuhan pada hari ke-10 dan selanjutnya mengalami fase stasioner atau pelandaian dan stagnasi pada hari

ke-14 hingga ke-16. Kondisi ini juga menunjukkan bahwa pertumbuhan *Daphnia* pada fase eksponensial relatif singkat yang berlangsung sekitar 4 hari saja. Hal tersebut dapat dihubungkan dengan ketersediaan sumber karbon dari dekomposisi sawi yang tidak cukup banyak tersedia di media tumbuh sehingga mengganggu metabolisme dan pertumbuhan *Daphnia*.

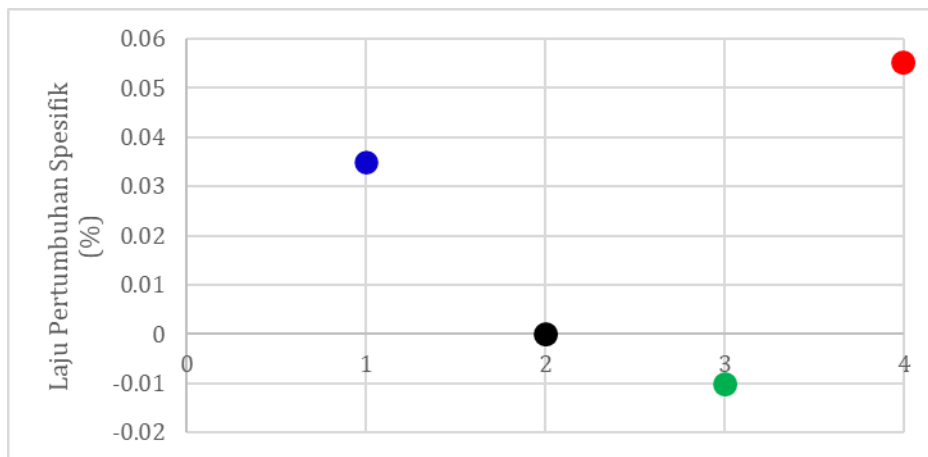
Kondisi pertumbuhan *Daphnia* dengan perlakuan bayam (P3) menunjukkan fase adaptasi yang lebih lama terjadi, yaitu hari ke-1 hingga hari

ke-8. Namun demikian, fase pertumbuhan eksponensial yang dialami *Daphnia* dengan perlakuan bayam sebagai sumber karbon menunjukkan hari yang lama, yaitu sejak hari ke-8 hingga hari ke-16. Selama 16 hari pengamatan, pertumbuhan *Daphnia* masih menunjukkan kecenderungan peningkatan sebagaimana ditunjukkan pada grafik tersebut. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa sumber karbon yang dihasilkan melalui dekomposisi bayam cukup banyak tersedia sehingga mampu dimanfaatkan dalam waktu yang relatif lama dibandingkan sawi.

Hal yang sangat berbeda terjadi pada perlakuan kubis (P1) yang mengindikasikan bahwa kubis tidak cocok sebagai sumber karbon bagi media pertumbuhan *Daphnia*. Hal ini terlihat bahwa *Daphnia* mengalami penurunan pertumbuhan sejak hari ke-1 dan mengalami kematian massal sejak hari ke-3. Kondisi ini patut diduga bahwa dekomposisi kubis selama 3 hari sebelum dimasukkan ke dalam media tumbuh *Daphnia* be-

lum sempurna sehingga energi yang dihasilkan dari dekomposisi tersebut tidak cukup untuk mendukung metabolisme dan pertumbuhan *Daphnia*. Gambaran yang ditampilkan tersebut secara umum mengindikasikan bahwa peranan lama waktu dekomposisi substrat seperti sayuran yang digunakan di dalam media tumbuh *Daphnia* sangat berpengaruh dan berkaitan juga dengan jenis sayuran yang didekomposisi tersebut.

Berdasarkan hasil dari rata-rata jumlah pertumbuhan *Daphnia* sp. didapatkan nilai laju pertumbuhan spesifik *Daphnia* sp. per hari pengamatan. Gambar 2 menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik *Daphnia* sp. tertinggi didapatkan oleh perlakuan sayuran bayam dengan nilai 0,055%, diikuti oleh perlakuan kontrol yaitu 0,034%, kemudian perlakuan sayuran sawi hijau dengan nilai -0,01% dan rata-rata laju pertumbuhan spesifik *Daphnia* sp. terendah pada perlakuan sayuran kubis yaitu 0%.



**Gambar 2.** Grafik jumlah laju pertumbuhan spesifik *Daphnia* sp. (sayuran bayam ditandai bulatan merah, sayuran sawi hijau ditandai bulatan hijau, sayuran kubis ditandai bulatan hitam, dan kontrol ditandai bulatan biru). (The graph of the specific growth rate of *Daphnia* sp. (spinach vegetables are marked with red circles, mustard greens are marked with green circles, cabbage vegetables are marked with black circles, and control is marked with blue circles)).

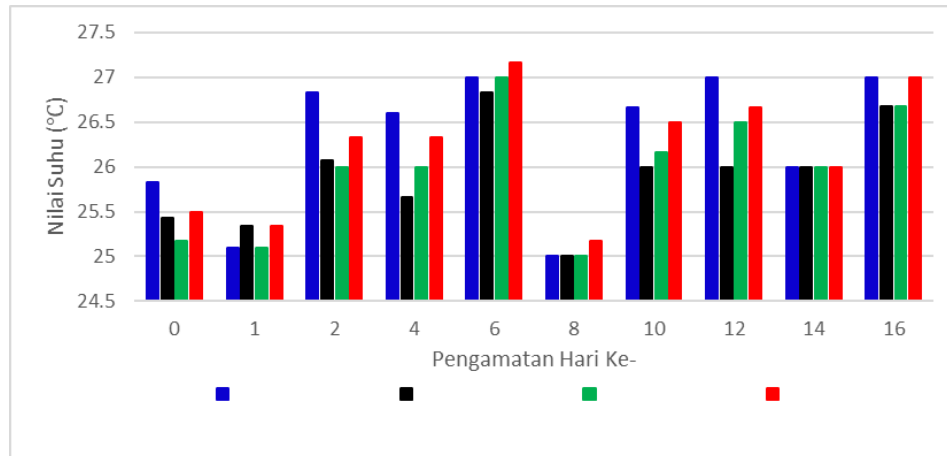
Laju pertumbuhan spesifik berhubungan dengan pertumbuhan populasi *Daphnia*. Laju pertumbuhan tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan bayam menunjukkan bahwa bayam dapat menjadi sumber karbon yang baik untuk dimanfaatkan oleh *Daphnia* sebagai sumber energi untuk aktivitas metabolisme dan pertumbuhannya. Namun demikian, suatu pertumbuhan organisme tidak hanya dipengaruhi oleh satu faktor, yaitu sumber karbon saja. Akan tetapi juga, faktor lainnya seperti sumber nitrogen yang berasal dari protein, oksigen

terlarut, suhu, pH, dan variabel lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa optimalisasi pertumbuhan yang ditunjukkan melalui kurva atau fase pertumbuhan *Daphnia* sangat diperlukan sehingga *Daphnia* dapat mengalami fase adaptasi secara lebih cepat, kemudian mengalami fase eksponensial atau logaritmik yang lebih lama sehingga jumlah populasi yang dihasilkan lebih banyak, serta mengalami fase stasioner dan kematian yang lebih cepat.

### Kualitas Air Media Budidaya

Kualitas air menjadi salah satu faktor penting bagi pertumbuhan organisme perairan. Hasil pengamatan kualitas air, khususnya suhu dan pH pada media budidaya *Daphnia* dari awal hingga akhir pemeliharaan menunjukkan data yang

bervariasi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kualitas air yang diukur dan diamati yaitu suhu dan pH. Suhu pada media budidaya *Daphnia* secara umum berkisar antara 25–27°C (Gambar 3), sedangkan pH pada media budidaya *Daphnia* menunjukkan nilai 7,4–9,5 (Gambar 4).



**Gambar 3.** Rata-rata suhu pada media budidaya *Daphnia* sp. (The average temperature in the cultivation media of *Daphnia* sp.).

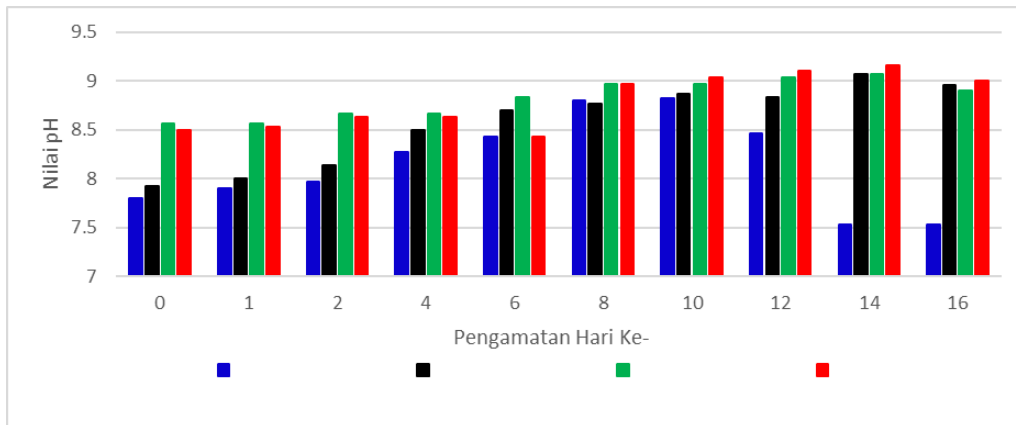
Data yang ditampilkan pada (Gambar 3) menunjukkan suhu yang berfluktuasi dan terjadi perubahan yang cukup jauh, khususnya pada hari ke-8. Suhu pada hari ke-8 mengalami penurunan dibandingkan dari ke-2 hingga ke-6 dan mengalami peningkatan pada hari ke-10 hingga hari ke-16. Perubahan suhu pada hari ke-8 ini diduga karena adanya faktor suhu dari lingkungan luar yang menyebabkan suhu media budidaya *Daphnia* berubah secara drastis. Penelitian yang dilakukan secara semi terbuka (*semi indoor*) menyebabkan kondisi perairan, khususnya suhu sangat dipengaruhi atau tergantung dengan kondisi suhu yang terjadi di lingkungan sekitarnya.

Parameter kualitas air yang juga diukur adalah nilai pH. Nilai pH ini juga penting bagi pertumbuhan organisme perairan karena mempengaruhi aktivitas metabolismenya. Sejumlah organisme perairan dapat terganggu metabolismenya pada kondisi ekstrem yang tidak

sesuai dengan rentang nilai optimum kehidupannya.

Data pada Gambar 4 menunjukkan adanya pola perubahan pH air selama pemeliharaan *Daphnia*. Kecenderungan pH air perlakuan menunjukkan peningkatan pH dengan puncak tertinggi berada pada hari ke-4 dan kemudian mengalami penurunan hingga hari ke-16. Akan tetapi pada perlakuan kontrol, nilai pH mengalami titik puncak pada hari ke-10 dan kemudian mengalami penurunan hingga hari ke-16.

Perubahan pH air yang mengalami peningkatan dapat dikarenakan proses dekomposisi bahan organik dari sayuran tersebut menunjukkan proses optimum terjadi pada hari tersebut. Sedangkan kondisi yang pH menurun dapat dikarenakan dekomposisi bahan organik, khususnya sayuran atau kelompok karbohidrat yang difermentasi dalam waktu yang lama dapat menjadi asam sehingga mempengaruhi pH air media budidaya tersebut.

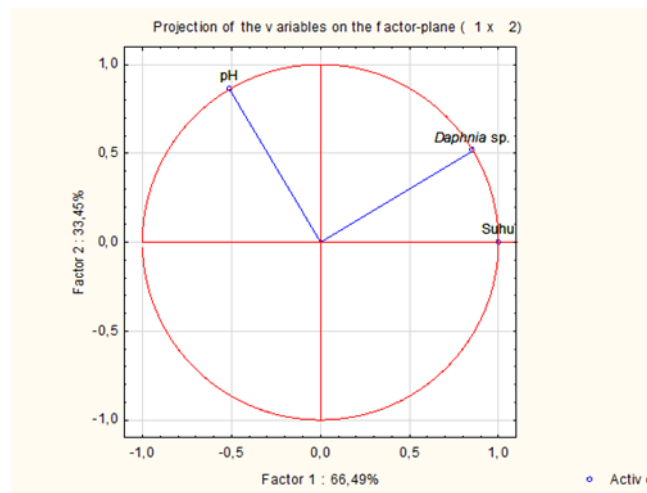


Gambar 4. Rata-rata pH pada media budidaya *Daphnia* sp. (The average pH of the *Daphnia* sp.).

**Hubungan antara Jumlah *Daphnia* sp. dengan Kualitas Air Media Budidaya**

Berdasarkan hasil penelitian, telah didapatkan nilai pertumbuhan jumlah *Daphnia* dan nilai kualitas air media budidaya (suhu dan pH) yang selanjutnya dianalisis menggunakan analisis

komponen utama (*Principal Component Analysis-PCA*). Hasil analisis menunjukkan bahwa hubungan pertumbuhan *Daphnia* dengan kualitas air yakni sumbu X memiliki keragaman variable sebesar 66,49% dan sumbu Y sebesar 33,45%. Hubungan pertumbuhan jumlah *Daphnia* dengan kualitas air media budidaya dapat dilihat pada (Gambar 5).



Gambar 5. Analisis PCA pertumbuhan jumlah *Daphnia* sp. dengan kualitas air. (PCA analysis of the growth of the number of *Daphnia* sp. with water quality).

Hasil analisis menunjukkan bahwa pertumbuhan *Daphnia* dipengaruhi oleh suhu media budidaya. Hasil nilai korelasi pertumbuhan *Daphnia* dengan kualitas air suhu pada media budidaya *Daphnia* sebesar 0,854745, sedangkan pH bernilai 0,00394. Nilai korelasi mendekati 1 menunjukkan bahwa korelasi antarvariabel semakin kuat. Hasil korelasi ini dapat memberikan

gambaran bahwa suhu menjadi indikator yang memiliki korelasi kuat dengan pertumbuhan *Daphnia*. Hal ini perlu mendapatkan perhatian di dalam penelitian lainnya sehingga diharapkan suhu pertumbuhan *Daphnia* dapat dikontrol sehingga tidak dipengaruhi secara signifikan oleh faktor lingkungan luar.

## PEMBAHASAN

Hasil pengamatan yang diperoleh dari penelitian menunjukkan nilai pertumbuhan tertinggi ada pada sayuran bayam (P3). Pada perlakuan sayuran bayam (P3) pertumbuhan *Daphnia* menunjukkan angka rata-rata yang baik. Pada saat awal penebaran secara umum jumlah menurun pada hari ke-1 hingga hari ke-8. Hal lain yang terlihat juga pada rentang hari tersebut adalah adanya peningkatan jumlah populasi *Daphnia* dari hari ke-4 hingga ke-6, namun mengalami penurunan pada hari ke-8. Hal ini diduga disebabkan *Daphnia* masih berada dalam fase adaptasi dengan lingkungan baru. Fase adaptasi merupakan fase awal yang penting bagi suatu individu untuk melangsungkan dan mempertahankan eksistensi kehidupannya sehingga organisme yang tidak dapat beradaptasi dapat mengalami kematian (Darmawan, 2014). Pada fase ini organisme mengalami adaptasi metabolik sel agar dapat bertahan hidup pada lingkungan yang baru dan keberlangsungan hidup di fase adaptasi ini ditentukan oleh beberapa faktor seperti kondisi lingkungan dan kondisi medium tumbunya (Wahyuningsih dan Zulaika, 2019). Hal ini dapat menyebabkan ketidakstabilan hidup individu akibat harus beradaptasi dengan lingkungan tersebut sampai organisme tersebut mampu stabil dan memasuki fase pertumbuhan eksponensial.

Pertumbuhan eksponensial *Daphnia* pada media tumbuh dengan perlakuan bayam ditunjukkan setelah hari ke-8 yang ditandai meningkatnya grafik pertumbuhan. Hal ini dapat dikarenakan ketersediaan nutrisi dan faktor lingkungan sangat mendukung pertumbuhan *Daphnia*. Fase eksponensial atau logaritmik merupakan fase pertumbuhan yang cepat dengan ditandai dengan aktifnya sel-sel organisme (Istirokhatun *et al.*, 2017).

Menurut (Fitria *et al.*, 2018), bayam memiliki kandungan bahan organik yang berpotensi sebagai media penumbuh pakan untuk *Daphnia*, salah satunya adalah karbohidrat sebanyak 6,5 g (Santoso *et al.* 2018). Karbohidrat terdekomposisi menjadi karbon yang dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk hidup dan digunakan langsung maupun secara tidak langsung oleh *Daphnia* untuk pakannya. Semakin tinggi nilai karbohidrat, maka semakin tinggi potensi terdekomposisinya menjadi senyawa karbon. Kandungan karbon yang banyak dapat dimanfaatkan mikroorganisme untuk tumbuh di media perlakuan bayam, sedangkan mikroorganisme tersebut merupakan salah satu sumber pakan bagi *Daphnia*. Pertumbuhan mikroorganisme yang tinggi menyebabkan *Daphnia* tumbuh dengan baik yang ditandai dengan rata-rata pertumbuhan dan laju pertumbuhan yang tinggi dibandingkan dengan sayuran kubis (P1) dan

sayuran sawi (P2).

Pada perlakuan sayuran sawi hijau (P2) pertumbuhan *Daphnia* pada awal penebaran hingga hari ke-6 mengalami penurunan. Faktor yang menyebabkan penurunan jumlah *Daphnia* terjadi karena *Daphnia* sedang berada dalam fase adaptasi terhadap lingkungan media budidaya. Namun *Daphnia* mengalami pertumbuhan pesat setelah hari ke-6 hingga hari ke-12 yang dapat dikatakan bahwa rentang waktu tersebut merupakan fase eksponensial *Daphnia* dalam media tumbuh sawi hijau. Pertumbuhan *Daphnia* pada perlakuan sawi hijau menunjukkan pertumbuhan melandai setelah hari ke-12 yang mengindikasikan terjadinya fase stasioner dan menuju ke fase kematian. Menurut (Darmawan, 2014), fase stasioner umumnya menggambarkan puncak pertumbuhan populasi hingga terjadinya penurunan jumlah populasi secara drastis yang diakibatkan oleh kematian massal. Fase stasioner dan fase kematian dapat terjadi ketika nutrisi di dalam media tumbuh tersebut sudah habis dan terbentuknya hasil metabolisme yang dapat mengganggu lingkungan dan kehidupan *Daphnia*.

Perlakuan bayam lebih baik dibandingkan sawi hijau. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kandungan bahan organik dari bayam, khususnya karbohidrat yang terdekomposisi sebagai sumber karbon lebih banyak dibandingkan sawi hijau, yaitu 6,5 g (Santoso *et al.*, 2018) dibanding 4,0 g (Gunawan *et al.*, 2015). Namun demikian, perlakuan bayam maupun sawi hijau lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kubis (P1). Hasil pengamatan pada perlakuan kubis menunjukkan *Daphnia* tidak mengalami pertumbuhan sejak hari ke-1. Pada perlakuan ini menunjukkan jumlah individu semakin berkurang sejak awal penebaran dan mengalami kematian massal setelah hari ke-2. Hal ini diduga disebabkan oleh jumlah pakan yang tidak cukup untuk kebutuhan *Daphnia* karena aktivitas pembusukkan sayuran kubis yang belum selesai. Kekurangan cadangan makanan di dalam media tumbuh dapat menyebabkan *Daphnia* mengalami kematian karena tidak mampu mempertahankan hidupnya (Akbar *et al.*, 2017). Aktivitas pembusukkan sayuran kubis yang belum selesai menyebabkan bahan organik yang terdekomposisi menjadi sedikit. Aktivitas pembusukkan yang belum selesai terjadi akibat tekstur kubis yang lebih keras dan membutuhkan waktu lebih lama untuk terurai dibandingkan sayur sawi dan bayam.

Secara umum, penggunaan limbah sayuran saja sebagai sumber karbon dan sumber nutrisi tunggal bagi *Daphnia* dipandang kurang efektif karena pertumbuhan *Daphnia* tidak maksimal. Hal ini dapat dibandingkan dengan penggunaan pemanfaatan sumber nitrogen dari kotoran ternak.



Pada penelitian (Utarini *et al.*, 2012) menggunakan kotoran ternak ayam dan puyuh sebagai sumber nitrogen, hasil penelitian menunjukkan kepadatan *Daphnia* tertinggi sebesar 18.460 ind/l dengan laju pertumbuhan populasi 45,25%. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan *Daphnia* dengan menggunakan bahan sebagai sumber nitrogen lebih baik dibandingkan dengan bahan dengan sumber karbon saja. (Saraswati *et al.*, 2006; Pamungkas *et al.*, 2017) menjelaskan bahwa protein yang terdapat di dalam media tumbuh *Daphnia* sangat mempengaruhi pertumbuhannya dikarenakan protein tersebut dapat digunakan juga untuk pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri dan plankton, dan selanjutnya mikroorganisme tersebut dimanfaatkan *Daphnia* sebagai pakannya.

Pertumbuhan *Daphnia* selaras dengan pertumbuhan mikroorganisme. Pertumbuhan mikroorganisme selama proses dekomposisi selain dipengaruhi oleh sumber pakannya juga dipengaruhi oleh kualitas air suhu dan pH. Suhu pada media budidaya saat penelitian berkisar antara 25°C – 27°C. Menurut beberapa penelitian suhu ini dapat digunakan dalam budidaya *Daphnia*, seperti pada penelitian (Suci *et al.*, 2016) menyatakan, kelayakan suhu pada budidaya *Daphnia*, yaitu berkisar antara 22–32°C. Kualitas air lainnya yaitu pH, pada penelitian pH media budidaya *Daphnia* berkisar antara 7,4 sampai dengan 9,5. Menurut (Ninggar, 2016) kisaran pH untuk hidup *Daphnia*, yaitu 5,6 sampai 9,4, artinya kisaran pH saat penelitian masih dalam kategori baik untuk *Daphnia*. Mikroorganisme yang dapat tumbuh pada kisaran suhu dan pH penelitian tersebut yaitu bakteri *Clostridium* spp (Pratama *et al.*, 2014), *Pseudomonas* spp (Suriani *et al.*, 2013) dan infusoria (Fitria *et al.*, 2018).

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari metode PCA atau analisis komponen utama, diantara suhu dan pH, variabel yang berkorelasi kuat dengan *Daphnia* adalah suhu. Suhu merupakan salah satu faktor penting dalam perkembangan mikroorganisme (Sukmawati *et al.*, 2018). Menurut (Suriani *et al.*, 2013) dalam penelitiannya menjelaskan suhu sangat mempengaruhi kecepatan tumbuh mikroba, dimana laju pertumbuhannya meningkat seiring dengan peningkatan suhu. Setiap mikroba memiliki suhu minimum, maksimum dan optimum untuk pertumbuhannya. Jika suhu lingkungan lebih kecil dari suhu minimum atau lebih besar dari suhu maksimum pertumbuhannya maka aktivitas enzim akan terhenti. Jika pertumbuhan mikroorganisme terhambat, maka pertumbuhan *Daphnia* juga dapat terhambat.

## KESIMPULAN

Pemberian sayuran sebagai sumber karbon pada kultur *Daphnia* berkontribusi terhadap pertumbuhan *Daphnia*. Sayuran bayam menunjukkan fungsi sebagai sumber karbon terbaik yang menghasilkan jumlah *Daphnia* tertinggi dibandingkan sayuran sawi hijau dan sayuran kubis selama 16 hari penelitian. Meskipun demikian, pemberian sumber karbon saja di dalam media tumbuh *Daphnia* tidak cukup untuk meningkatkan produktivitas *Daphnia* sehingga diperlukan penambahan sumber nutrisi lainnya seperti protein yang menjadi sumber nitrogen bagi pertumbuhan sel *Daphnia*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, S.R., Pinandoyo, P. dan Herawati, V.E., 2017. Pengaruh waktu fermentasi limbah bahan organik (kotoran burung puyuh, roti afkir dan ampas tahu) sebagai pupuk untuk pertumbuhan dan kandungan lemak *Daphnia* sp. *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 6 (1), pp. 653–668.
- Akbar, M.G.N., Herman, H. dan Ibnu, D.B., 2017. Pengaruh perbedaan pupuk organik terhadap laju kematian populasi *Daphnia* sp. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(2), pp. 176–182.
- Alifah, S., Nurfida, A. dan Hermawan, A., 2019. Pengolahan sawi hijau menjadi mie hijau yang memiliki nilai ekonomis tinggi di Desa Sukamanis Kecamatan Kadudampit Kabupaten Sukabumi. *Journal of Empowerment Community*, 1(2), pp. 52–58. <https://doi.org/10.36423/jec.v1i2.364>.
- Darmawan, J., 2014. Pertumbuhan populasi *Daphnia* sp. pada media budidaya dengan penambahan air buangan budidaya ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822). *Berita Biologi*, 13(1), pp. 57–63. <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v13i1.654>.
- Fitria, S., Cut, N.D. dan Nurfadillah., 2018. Pengaruh pemberian ekstrak bayam dengan dosis yang berbeda terhadap laju pertumbuhan dan kepadatan populasi Infusoria. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 3(1), pp. 157–162.
- Gunawan, R., Kusmiadi, R. dan Prasetyono, E., 2015. Studi pemanfaatan sampah organik sayuran sawi (*Brassica juncea* L.) dan limbah rajungan (*Portunus pelagicus*) untuk pembuatan kompos organik cair. *Jurnal Pertanian dan Lingkungan*, 8(1), pp. 37–47.
- Istirokhatun, T., Aulia, M. dan Utomo, S., 2017. Potensi *Chlorella* sp. untuk menyisihkan COD dan nitrat dalam limbah cair tahu. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 14(2), pp. 88–96.



- <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v14i2.88-96>.
- Mufidah, N.B.W., Rahardja, B.S. dan Satyantini, H.S., 2009. Pengkayaan *Daphnia* sp. dengan viterna terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(1), pp. 59–65. <https://doi.org/10.20473/jipk.v1i1.11699>.
- Nailulmuna, Z., Pinandoyo, P. dan Herawati, V.E., 2017. Pengaruh pemberian fermentasi kotoran ayam roti afkir dan ampas tahu dalam media kultur massal terhadap pertumbuhan dan kandungan nutrisi *Daphnia* sp. Pena Akuatika: *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 16(1), pp. 47–57. <https://doi.org/10.31941/penaakuatika.v16i1.523>.
- Ninggar, M.W., 2016. Pengaruh pemberian dosis pupuk dari air endapan campuran kotoran ayam dan dedak terhadap penambahan populasi *Daphnia magna*. [Skripsi]. Program Studi Pendidikan Biologi. Universitas Sanata Dharma.
- Nurmalasari, N., Rusyani, E., Chandra, I., Anwar, S. dan Fitriyanti, R., 2020. Laju pertumbuhan spesifik *Diaphanosoma* sp. dengan pakan *Chaetoceros* sp., *Nannochloropsis* sp., *Porphyridium* sp., dan *Tetraselmis* sp. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 15(1), pp. 21–27. <https://doi.org/10.31851/jipbp.v15i1.4382>.
- Pamungkas, E.C., Hutabarat, J. dan Herawati, V. E., 2017. Pengaruh waktu fermentasi bahan organik (kotoran ayam, ampas tahu dan roti afkir) sebagai pupuk untuk pertumbuhan dan kandungan protein *Daphnia* sp. Pena Akuatika: *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 16(1), pp. 71–93.
- Prastya, W., Dewiyanti, I. dan Ridwan, T., 2016. Pengaruh pemberian dosis hasil fermentasi tepung biji kedelai dengan ragi terhadap pertumbuhan populasi *Daphnia magna*. [Doctoral dissertation]. Syiah Kuala University.
- Pratama, I.B., Yoswaty, D. and Efriyeldi, E., 2014. Analysis of bacteria *Clostridium perfringens* on Tembakul (*Periophthalmodon schlosseri*) in the coastal Waters of the District of West Dumai. [Doctoral Dissertation]. Riau University.
- Putri, R.T.M., 2019. Pertumbuhan populasi *Daphnia magna* pada media batang pisang, kubis dan eceng gondok dengan padat tebar berbeda. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau Pekanbaru.
- Santoso S.I., Siti, S., Heni, R., Agus, S. dan Suryani, N., 2018. Potensi usaha mi bayam sebagai diversifikasi produk mi sehat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 7(3), pp. 127–131. <https://doi.org/10.17728/jatp.2690>.
- Saraswati, R., Edi, S. dan Erny, Y., 2006. Organisme perombak bahan organik. In (Simanungkalit et al., 2006). Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. pp. 211–230.
- Suci, F., Murwani, S., Tugiyono, T. dan Widiastuti, E.L., 2016. Kombinasi kotoran ternak (ayam, kambing, dan kuda) sebagai media kultur pertumbuhan *Daphnia* sp. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati* (J-BEKH), 3(1), pp. 45–55. <https://doi.org/10.23960/jbekh.v3i1.71>.
- Sukmawati, S., Ratna, R. dan Fahrizal, A., 2018. Analisis cemaran mikroba pada daging ayam broiler di Kota Makassar. *Scripta Biologica*, 5 (1), pp. 51–53. <https://doi.org/10.20884/1.sb.2018.5.1.799>.
- Sulistyaningsih, C.R., 2020. Pemanfaatan limbah sayuran, buah, dan kotoran hewan menjadi Pupuk Organik Cair (POC) di kelompok tani Rukun Makaryo, Mojogedang Karanganyar. *Jurnal Surya Masyarakat*, 3(1), pp. 22–31. <https://doi.org/10.26714/jsm.3.1.2020.22-31>.
- Suriani, S., Soemarno. dan Suharjo., 2013. Pengaruh suhu dan pH terhadap laju pertumbuhan lima isolat bakteri anggota genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari ekosistem sungai tercemar deterjen di sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *J-PAL*, 3(2), pp. 58–62.
- Surtikanti, H.K., Juansah, R. dan Frisda, D., 2017. Optimalisasi kultur *Daphnia* yang berperan sebagai hewan uji dalam ekotoksikologi. *Jurnal Biodjati*, 2(2), pp. 83–88. <https://doi.org/10.15575/biodjati.v2i2.1571>.
- Syafradiman, Saberina, H.S. dan Niken, A.P., 2016. Pengaruh kombinasi pupuk organik (sampah sayuran), urea dan TSP terhadap kelimpahan zooplankton dalam media rawa gambut. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 21(2), pp. 46–54. <https://doi.org/10.31258/jpk.21.2.46-54>.
- Utama, C.S. dan Mulyanto, A., 2009. Potensi limbah pasar sayur menjadi starter fermentasi. *Jurnal Kesehatan*, 2(1), pp. 6–13.
- Utarini, D.R., Carmudi. dan Kusbiyanto., 2012. Pertumbuhan populasi *Daphnia* sp. pada media kombinasi kotoran puyuh dan ayam dengan padat tebar awal berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sumber Daya Pedesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan II*. Universitas Jenderal Soedirman.
- Wahyuningsih, N. dan Zulaika, E., 2019. Perbandingan pertumbuhan bakteri selulolitik pada media nutrient broth dan carboxy methyl cellulose. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 7(2), pp.

36–38.

<https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36283>.

- Wardoyo, S.E., Sugiarti, L. dan Setyawan, T., 2017. Kajian banyaknya pupuk kandang terhadap perkembangan daphnia (*Daphnia* sp.) di rumah kaca. *Jurnal Sains Natural*, 1(1), pp. 33–39. <https://doi.org/10.31938/jsn.v1i1.10>.
- Yunda, P.D., Murwani, S. dan Widiastuti, E.L., 2016. Peningkatan pertumbuhan *Daphnia* sp. menggunakan media kotoran ayam yang dicampur dedak padi dengan konsentrasi berbeda. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati (J-BEKH)*, 3(1), pp. 35–44. <https://doi.org/10.23960/jbekh.v3i1.70>.