

## Pengaruh komposisi media terhadap pertumbuhan dan kualitas lingkungan kultur mikro alga *Pavlova* sp.

(Media composition effects on the growth and environmental culture condition of micro algae  
*Pavlova* sp.)

Johanes L. Iwamony<sup>1\*</sup>, Maureen M. Pattinasarany<sup>1</sup>, Shelly M. Pattipeiluhu<sup>1</sup>, Endang Jamal<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Ambon, Maluku  
97233, Indonesia

\*Corresponding author: [vaneskakisina05@gmail.com](mailto:vaneskakisina05@gmail.com)  
(Received 3 Maret 2024; Accepted 7 Mei 2024)

### ABSTRAK

Manipulasi komposisi media kultur merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produksi kultur mikroalga. Penelitian ini bertujuan membandingkan pertumbuhan dan kualitas lingkungan kultur *Pavlova* sp. pada komposisi media berbeda. *Pavlova* sp. dikultur selama 9 hari pada komposisi media: A, B and C. Pengukuran kepadatan sel *Pavlova* sp. dilakukan setiap hari, sedangkan konsentrasi amonia, nitrat, fosfat serta kepadatan total *Vibrio* dan total bakteri umum dilakukan pada hari ke-3, ke-6 dan ke-9 selama masa kultur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan sel *Pavlova* sp. tertinggi dijumpai pada media C ( $5,08 \times 10^6$  sel/ml) lebih tinggi daripada media B ( $4,58 \times 10^6$  sel/ml) dan media A ( $4,46 \times 10^6$  sel/ml), namun tidak berbeda nyata secara statistik ( $P=0.83 >0.05$ ). Konsentrasi fosfat dan konsentrasi nitrat menurun pada ketiga media, namun konsentrasi amonia meningkat. Kepadatan total bakteri umum dan bakteri *Vibrio* sp. pada media C lebih rendah dibandingkan media A dan B. Temuan ini mengindikasikan bahwa komposisi media C menunjang pertumbuhan dan lingkungan kultur *Pavlova* sp. pada skala semi masal.

**Kata kunci:** amonia, bakteri, kepadatan, media kultur, mikroalga

### ABSTRACT

To optimise the production of microalgae culture, manipulation of media culture composition is one of the efforts. This study aimed to compare the growth of microalgae *Pavlova* sp. and the environmental culture conditions between different media compositions. *Pavlova* sp. was cultured for nine days using three different media compositions: A, B, and C. Cell density was counted daily. The concentration of ammonia, nitrate, and phosphate, as well as total *Vibrio* and total bacteria, were measured during the culture period on the 3rd, 6th, and 9<sup>th</sup> day. The result showed that the highest cell density was found in C media ( $5,08 \times 10^6$  cells/ml) followed by B media ( $4,58 \times 10^6$  cells/ml) and A media ( $4,46 \times 10^6$  cells/ml), but statistically, there was not significantly different growth rate between those media ( $P=0.83 >0.05$ ). Phosphate and nitrate concentrations decreased in all media, but ammonia increased. The total count of bacteria and *Vibrio* sp. on C media was lower than on A and B media. This finding indicated that the composition of C media was more suitable for the growth and culture environmental condition of *Pavlova* sp. culture at a semi-massal scale.

**Keyword:** ammonia, bacteria, density, media culture, microalgae



## PENDAHULUAN

Mikroalga adalah organisme uniseluler mikroskopik yang memiliki beragam ukuran, bentuk dan jenis, memiliki pigmen fotosintetik, bersifat fotoautotrof dan ditemukan di lingkungan perairan (Rahayu & Susilo, 2021). Mikroalga memiliki fungsi ekologis yang sangat penting, antara lain sebagai produsen primer dalam rantai makanan, sebagai pakan hidup dalam budidaya, sebagai penyerap bahan pencemar dan sebagai transfer polutan dalam rantai makanan (Jamal & Luturmas, 2016; Herlinah, 2010).

*Pavlova* sp. merupakan salah satu jenis mikroalga yang umumnya digunakan sebagai pakan alami pada kegiatan budidaya perairan, yakni sebagai pakan rotifer dan larva organisme laut seperti moluska, kepiting dan ikan. *Pavlova* sp. mudah dicerna dan mengandung nutrisi tinggi. *Pavlova* sp. memiliki kandungan protein 51,60%; karbohidrat 22-24% dan lemak 19,56%. Selain itu *Pavlova* sp. kaya dengan asam lemak EPA (*Eicosapentanoic acid*) dan DHA (*Docosahexaenoic Acid*) (Riedel, 2008). Hal ini menjadikan *Pavlova* sp. merupakan makanan berkualitas tinggi untuk zooplankton herbivor (Graham & Wilcox, 2000).

Seiring dengan berkembangnya teknologi dalam bidang budidaya, maka berbagai penelitian dalam pengembangan produksi mikroalga untuk penyediaan pakan alami telah banyak dilakukan. Keberhasilan kultur mikroalga seringkali masih mengalami kendala, diantaranya jumlah kepadatan sel yang rendah, umur kultur yang pendek karena cepat mikroalga mengalami mortalitas, kualitas sel yang rendah, seperti kandungan nutrisi, pigmentasi, dinding sel keropos, sel mengalami penggumpalan (Haryanti dkk. 2010). Berbagai penelitian yang telah dilakukan meliputi teknik kultur dalam berbagai skala produksi, optimasi kondisi lingkungan kultur, optimasi kepadatan awal kultur dan optimasi nutrisi (Reinehr & Costa, 2006; Vonshak & Tomaselli, 2000; Jamal & Luturmas, 2016).

Nutrien merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap fisiologis, aktivitas metabolisme dan pertumbuhan mikroalga selain suhu, salinitas, pH, CO<sub>2</sub>, dan cahaya (Voltolina dkk., 2007; Marwa dkk., 2013; Jamal & Luturmas, 2016). Jenis alga berbeda memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda (Jamal & Luturmas, 2016; Jamal dkk. 2011). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pola dan laju pertumbuhan *Pavlova* sp. serta kondisi lingkungan kultur, meliputi: konsentrasi ammonia, nitrat, fosfat serta kepadatan total bakteri umum dan total bakteri *Vibrio* pada komposisi media berbeda.

## METODE PENELITIAN

### Sumber dan Pemeliharaan Mikroalga

Mikroalga *Pavlova* sp. berasal dari Laboratorium Pakan Alami Balai Perikanan Budidaya Laut Ambon. Semua peralatan kultur dicuci dengan detergen, didisinfeksi dengan kaporit, dibilas dengan akuades dan dikeringkan tisu sebelum digunakan pada penelitian. Kultur *Pavlova* sp. dilakukan secara semi massal (outdoor) dengan sumber pencahayaan dari sinar matahari.

## Desain Percobaan dan Pengumpulan Data

Kultur semi massal mikroalga *Pavlova* sp. dilakukan selama 9 hari menggunakan formulasi komposisi media berbeda. Komposisi media A, B dan C dicampur dengan air laut bervolume 80 L ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi media kultur yang digunakan selama kultur semi masal *Pavlova* sp.

Komponen Media	Volume Media mL/80 L air laut		
	A	B	C
FeCl <sub>3</sub>	25	25	25
KNO <sub>3</sub>	60	50	45
NaHO <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	55	45	40
EDTA	30	40	35
Vitamin	50	45	25

Kepadatan awal inokulum rata-rata pada media A ( $73 \times 10^4$  sel/ml); media B ( $73 \times 10^4$  sel/ml) dan media C ( $73 \times 10^4$  sel/ml). Pengambilan sampel air (3 x 10 mL) per unit perlakuan untuk menghitung kepadatan sel dilakukan setiap pagi (jam 09.00). Perhitungan kepadatan sel menggunakan mikroskop Motic BA310 tipe binocular dengan perbesaran 40x. Laju pertumbuhan spesifik ( $\mu$ ) dihitung menurut Jia et al. (2015). Nt : kepadatan sel akhir, N0: kepadatan sel awal, dan  $\Delta t$  : waktu dari N0 ke Nt.

$$\mu = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{\Delta t}$$

Parameter kualitas air terukur selama penelitian, meliputi: suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinitas (ppt), oksigen terlarut (DO)(mg/L), pH, intensitas cahaya (Lux) ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata $\pm$ SD suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut (DO) dan intensitas cahaya terukur selama periode penelitian (n=3) di dalam media kultur.

Parameter Kualitas Air	Rata-rata $\pm$ SD		
	Media A	Media B	Media C
Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	29,67	29,67	29,67
Salinitas (ppt)	35,70 $\pm$ 3.26	35,84 $\pm$ 3.34	35,77 $\pm$ 3.24
pH	8,78 $\pm$ 0.53	8.75 $\pm$ 0.62	8.73 $\pm$ 0.60
DO (mg/l)	6.78 $\pm$ 1.39	6.83 $\pm$ 1.28	6.65 $\pm$ 1.30
Intensitas Cahaya (Lux)	3.227	3.216	3.173

Pengukuran konsentrasi ortofospat (mg/L), ammonia (mg/L), nitrat (mg/L) dan kepadatan bakteri umum (CFU/ml) dan total bakteri *Vibrio* (CFU/mL) per unit perlakuan dilakukan pada hari ke-3, ke-6 dan ke-9 periode kultur.

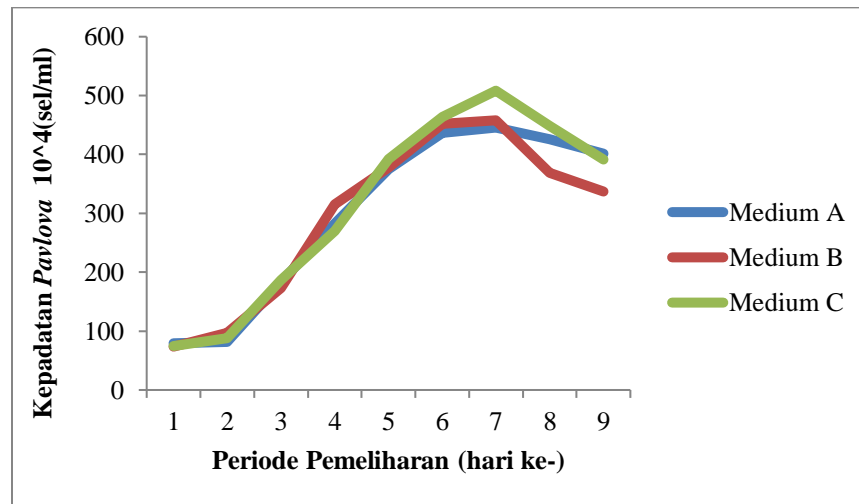
## Data Analisis

Data kepadatan sel per hari, konsentrasi nitrat, ammonia, fosfat, kepadatan total bakteri umum dan total bakteri *Vibrio* dianalisis secara deskriptif dan divisualisasikan menggunakan grafik dan tabel. Perbandingan laju pertumbuhan *Pavlova* sp. antar tiga komposisi media berbeda dianalisis menggunakan analisis keragaman satu arah (*oneway Anova*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

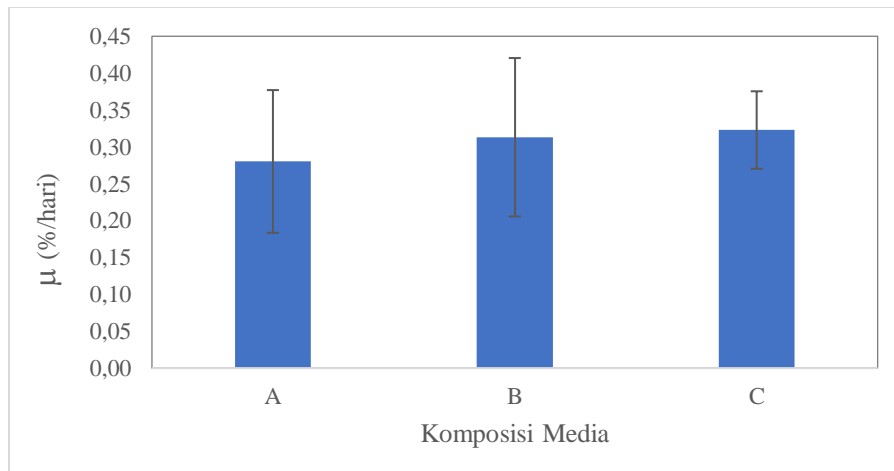
### Hasil

Pola pertumbuhan *Pavlova* sp. pada tiga komposisi media berbeda menunjukkan bahwa media A dan B lebih cepat mencapai fase *exponential* (hari ke-4) dibandingkan media C (Gambar 1). Kepadatan rata-rata tertinggi pada fase *stationer* (hari ke-7) dijumpai pada media C ( $5,08 \times 10^6$  sel/ml), lebih tinggi daripada media A ( $4,46 \times 10^6$  sel/ml) dan media B ( $4,58 \times 10^6$  sel/ml) (Gambar 1). Pada fase *decrease*, hari ke-9, terlihat kepadatan *Pavlova* sp. media B lebih rendah dibandingkan A dan C (Gambar 1).



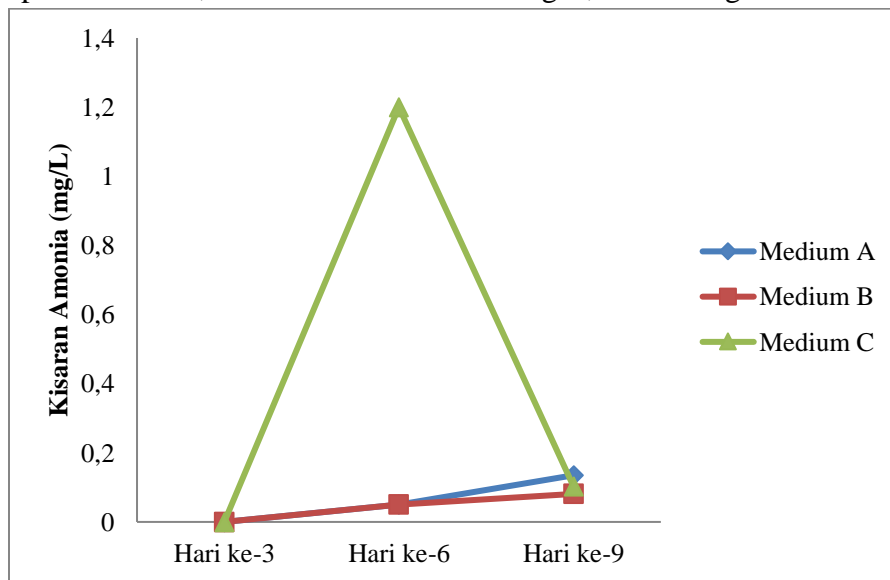
Gambar 1. Pola pertumbuhan mutlak *Pavlova* sp. pada media A, B dan C selama sembilan (9) hari kultur

Laju pertumbuhan harian *Pavlova* sp. pada kultur semi massal dengan formulasi media berbeda menunjukkan media C mencapai  $0.32 \pm 0.05$  /hari, lebih tinggi dari media B ( $0.31 \pm 0.11$  /hari) dan A ( $0.28 \pm 0.10$  /hari) (Gambar 2), namun secara statistik tidak berbeda secara nyata yang dimodifikasi terlihat berbeda nyata, ( $P = 0.83 < 0.05$ ).

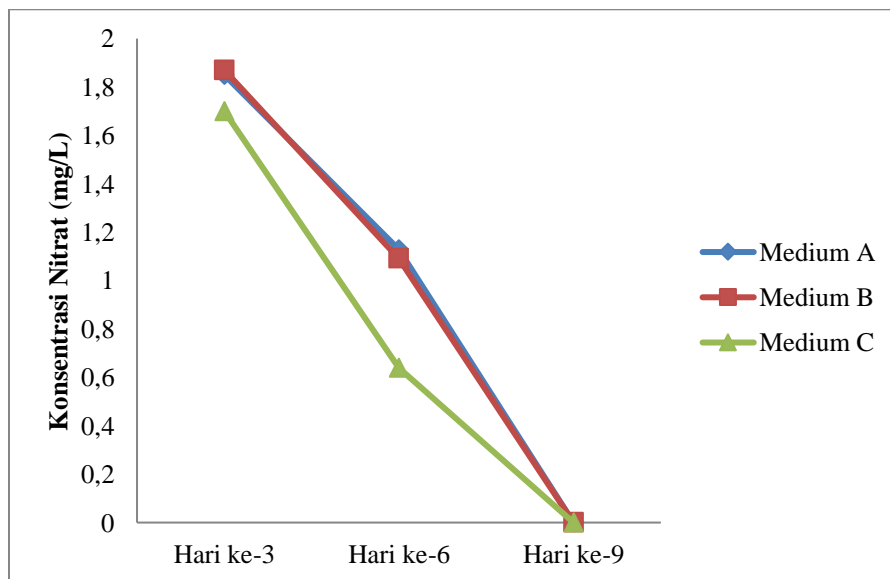


Gambar 2. Laju pertumbuhan mutlak *Pavlova* sp. pada media A, B dan C selama sembilan (9) hari kultur

Pola konsentrasi amonia selama periode kultur pada media C ( 1.2 mg/L) terlihat meningkat secara tajam pada hari ke-6 dibandingkan Konsentrasi amonia media A ( 0.05 mg/L) dan B (0.05 mg/L) (Gambar 3). meningkat secara konsisten, namun kecil (Gambar 3). Pada hari ke-9 terlihat konsentrasi amonia pada media C ( 0.103 mg/L) menurun hampir sama dengan konsentrasi media A ( 0.135 mg/L) dan B ( 0.081 mg/L). Media A dan B selama periode kultur menunjukkan peningkatan yang konsisten namun konsentrasinya kecil (Gambar 3). Sebaliknya konsentrasi nitrat terlihat menurun selama periode kultur pada ketiga media kultur (Gambar 4). Konsentrasi nitrat pada awal kultur, hari ke-3, berturut-turut pada media A, B dan C adalah 1.85 mg/L, 1,87 mg/L dan 1.7 mg/L (Gambar 4). Pada ke-9, konsentrasi nitrat pada media A, B dan C adalah > 1000 mg/L, > 1000 mg/L dan > 1000 mg/L.

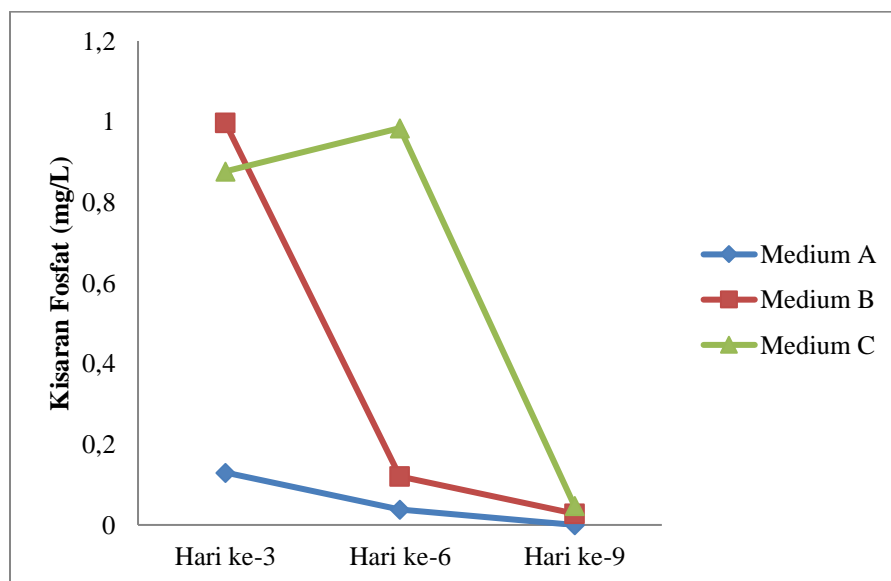


Gambar 3. Konsentrasi amonia pada media A, B, dan C selama kultur *Pavlova* sp.



Gambar 4. Konsentrasi nitrat pada media A, B dan C selama kultur *Pavlova* sp.

Secara umum, pola konsentrasi fosfat menurun selama periode kultur (Gambar 5). Konsentrasi fosfat pada hari ke-3, media B (0.997 mg/L) dan C (0.877 mg/L) lebih tinggi dibandingkan dengan media A (0.13 mg/L) (Gambar 5). Menariknya pada hari ke-6, konsentrasi fosfat pada media C (0.984 mg/L) meningkat (Gambar 5). Konsentrasi fosfat ketiga media kurang dari 0.2 mg/L pada hari ke-9 (Gambar 5).



Gambar 5. Konsentrasi fosfat pada media A, B, dan C selama kultur *Pavlova* sp.

Kepadatan bakteri *Vibrio* dan total bakteri selama periode kultur menunjukkan fluktuasi menurut fase pertumbuhan *Pavlova* sp. (Tabel 3). Kepadatan bakteri *Vibrio* media C (71 CFU/mL) terlihat lebih rendah pada hari ke-3 dibandingkan media A (583 CFU/mL) dan B (940 CFU/mL). Pada hari ke-6, kepadatan *Vibrio* menurun pada ketiga media < 25 CFU/mL, namun pada hari ke-9 sedikit meningkat pada media A (44 CFU/mL) dan C (27 CFU/mL), kecuali media B cenderung stabil. Kepadatan total bakteri umum pada ketiga media terlihat sama di hari ke-3, TBUD CFU/mL. Pada hari ke-6, kepadatan total bakteri umum pada media B ( $220 \times 10^4$  CFU/mL) lebih tinggi, diikuti oleh media A ( $180 \times 10^4$  CFU/mL) dan C ( $51 \times 10^4$  CFU/mL). Pada hari ke-9, kepadatan total bakteri umum ketiga media meningkat, TBUD CFU/mL.

Tabel 3. Kepadatan total bakteri umum dan total bakteri *Vibrio* pada medium A, B dan C selama kultur *Pavlova* sp.

		Periode Kultur		
		Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-9
<b>Total <i>Vibrio</i> sp.</b> (CFU/mL)	Medium A	583	< 25	44
	Medium B	940	< 25	< 25
	Medium C	71	< 25	27
Total Bakteri umum (CFU/mL)	Medium A	TBUD	$180 \times 10^4$	TBUD
	Medium B	TBUD	$220 \times 10^4$	TBUD
	Medium C	TBUD	$51 \times 10^4$	TBUD

TBUD = terlalu banyak untuk dihitung

## Pembahasan

Penelitian ini mengindikasikan bahwa komposisi media berbeda yang digunakan pada kultur semi masal pada penelitian ini tidak berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan *Pavlova*, meskipun secara faktual terlihat media C menunjukkan laju pertumbuhan dan kepadatan sel *Pavlova* sp. yang lebih tinggi dibandingkan media A dan B. Media C memiliki kepadatan total bakteri umum dan total bakteri *Vibrio* yang lebih rendah dibandingkan A dan B. Konsentrasi amonia dan fosfat pada hari ke-6 (fase stasioner) meningkat, meskipun secara umum ketiga media menunjukkan tren yang sama yakni konsentrasi nitrat dan fosfat menurun dan konsentrasi amonia meningkat selama kultur.

Pertumbuhan *Pavlova* sp. tertinggi dijumpai pada media C diduga karena dukungan lingkungan kultur yang lebih baik dibandingkan media A dan B. Kondisi ini diindikasikan dengan konsentrasi nitrat dibandingkan amonia selama penelitian ini menunjukkan bahwa *Pavlova* sp. cenderung menggunakan nitrat sebagai sumber nitrogen utamanya untuk pertumbuhan. Kecenderungan ini sama dengan yang dilaporkan pada kultur *Chlorella vulgaris* pada skala laboratorium dan semi massal (Jamal & Luturmas, 2016). Sebaliknya pada kultur skala massal, mikroalga *C. vulgaris* cenderung menggunakan amonia sebagai sumber nitrogen, diduga karena kebutuhan energi asimilasi amonia lebih rendah dibandingkan nitrat (Lomas & Glibert (1999); Domingues et al., 2011). Studi ini didukung oleh Nybakken (1992) dan Suantika & Hendrawandi (2009), menyatakan bahwa sumber nitrogen utama mikroalga untuk pertumbuhan adalah nitrat. Ketika jumlah populasi mikroalga meningkat akan diikuti oleh penurunan konsentrasi nitrat di dalam media kultur (Suantika & Hendrawandi, 2009; Jamal & Luturmas, 2016).

Penurunan konsentrasi fosfat seiring lama waktu kultur sama dengan yang dilaporkan pada kultur *Chlorella vulgaris* (Jamal & Luturmas, 2016). Pertumbuhan *Pavlova* yang tinggi pada media C diduga didukung oleh ketersediaan fosfat. Konsentrasi fosfat pada media C selama periode kultur terlihat cenderung lebih tinggi dibandingkan media A dan B. Ortofosfat merupakan nutrisi kompetitif antara bakteri and alga melaporkan bahwa bakteri dapat berperan sebagai *re-mineralizer* pada kondisi nutrisi yang tinggi, akan tetapi pada kondisi nutrisi yang rendah bakteri dapat menjadi kompetitor (Amin et al., 2012; Guerrini et al., 1998).

Total kepadatan bakteri umum dan total bakteri *Vibrio* menurun pada hari ke-6 (fase stasioner) pada ketiga media diduga karena proses bakteriolisis yang dilakukan oleh mikroalga *Pavlova* sp. sehingga mampu menekan laju pertumbuhan kepadatan bakteri secara umum termasuk bakteri patogen, *Vibrio*. Pertumbuhan mikroalga dipengaruhi oleh kondisi nutrisi dan bakteri didalam lingkungan kultur (Jamal & Luturmas, 2016). Fuentes et al (2016) melaporkan bahwa nutrisi mempengaruhi hubungan antara mikroalga dan bakteri. Selanjutnya Qu et al, (2014) menyatakan bahwa pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris* pada kondisi kepadatan bakteri yang rendah. Senyawa penghambat pertumbuhan bakteri disekresikan *C. vulgaris* pada fase logaritmik Qu et al, (2014). Rasio nitrogen-fosfat dan ketersediaan fosfor inorganik dan organik pada media kultur sangat mempengaruhi metabolisme bakteri. Pada saat konsentrasi ortofosfat rendah, bakteri oportunistik seperti *Vibrio* diduga lebih efisien dalam menggunakan ortofosfat daripada bakteri umum dan sel mikroalga (Obernosterer & Herndl, 1995).

## KESIMPULAN

Komposisi media C cenderung memiliki pertumbuhan *Pavlova* sp. yang lebih tinggi dan kualitas lingkungan yang lebih baik terutama, ketersediaan fosfat dan kepadatan total bakteri selama periode kultur dibandingkan media A dan B. Informasi ini penting bagi efisiensi pengelolaan produksi pakan alami *Pavlova*. pada kultur skala semi masal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S. A., Parker, M. S., & Armbrust, E. V. (2012). Interactions between diatoms and bacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 76(3), 667-684.
- Domingues, R. B., Barbosa, A. B., Sommer, U., & Galvao, H. M. (2011). Ammonium, nitrate and phytoplankton interactions in a freshwater tidal estuarine zone: potential effects of cultural eutrophication. *Aquatic sciences*, 73, 331-343.
- Fuentes, J. L., Garbayo, I., Cuaresma, M., Montero, Z., González-del-Valle, M., & Vílchez, C. (2016). Impact of microalgae-bacteria interactions on the production of algal biomass and associated compounds. *Marine drugs*, 14(5), 100.
- Graham, L. E. & Wilcox, L.W. (2000). *Algae*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Inc.
- Guerrini, F., Mazzotti, A., Boni, L., & Pistocchi, R. (1998). Bacterial-algal interactions in polysaccharide production. *Aquatic Microbial Ecology*, 15(3), 247-253.
- Haryanti, M. S., Mahardika, K., Pernama, I. G. N., & Fahrudin. (2010). *Kajian Bakteri Pemacu Pertumbuhan Microalgae Sebagai Sumber Pakan Alami Pada Pembelian Ikan dan Udang*. Laporan Akhir. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Herlinah. (2010). *Karakteristik berbagai spesies Chaetoceros serta analisis pemanfaatannya pada pembelian udang windu (Panaeus monodon)*. Dewan Riset Nasional Kementerian Negara Riset dan Teknologi. Jakarta.
- Jamal E., Loupatty J. W., & Soumokil A. W., 2011 Growth rate and carrageenan content of red and brown morphotypes of *Kappaphycus* sp. cultured in different light quality at low irradiance. *International Indonesia Postgraduate Seminary Proceeding*, 88- 95.
- Jamal, E., & Luturmas, A. (2016). Some eco-physiological responses of *Chlorella vulgaris* culture in different environmental conditions. *AACL Bioflux*, 9(5), 1030-1035.
- Jia, F., Kacira, M., & Ogden, K. L. (2015). Multi-wavelength based optical density sensor for autonomous monitoring of microalgae. *Sensors*, 15(9), 22234-22248.
- Lomas, M. W., & Glibert, P. M. (1999). Interactions between  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{NO}_3^-$  uptake and assimilation: comparison of diatoms and dinoflagellates at several growth temperatures. *Marine Biology*, 133, 541-551.
- Marwa, M., Raiba, R., & Tuanakotta. (2013). Pengaruh Intensitas Spectrum Cahaya Warna Merah Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. Skala Laboratorium. *Jurnal Teknologi Budidaya* 4. Balai Budidaya Laut Ambon.
- Nybakken, J. W. (1992). *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.



- Obernosterer, I., & Herndl, G. J. (1995). Phytoplankton extracellular release and bacterial growth: dependence on the inorganic N: P ratio. *Marine ecology progress series. Oldendorf*, 116(1), 247-257.
- Qu, L., Wang, R., Zhao, P., Chen, R., Zhou, W., Tang, L., & Tang, X. (2014). Interaction between *Chlorella vulgaris* and bacteria: interference and resource competition. *Acta Oceanologica Sinica*, 33, 135-140.
- Rahayu, R. I., & Susilo, H. (2021). Keanekaragaman mikroalga sebagai bioindikator pencemaran di situ cibanten kecamatan ciomas kabupaten serang banten. *Jurnal Lingkungan dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 4(2), 104-116.
- Reinehr, C. O., & Costa, J. A. V. (2006). Repeated batch cultivation of the microalga *Spirulina platensis*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22, 937-943.
- Suantika, G., & Hendrawandi, D. (2009). Efektivitas teknik kultur menggunakan sistem kultur statis, semi-kontinyu, dan kontinyu terhadap produktivitas dan kualitas kultur *Spirulina* sp. *Jurnal Matematika dan sains*, 14(2), 1-10.
- Voltolina, D., del Pilar Sánchez-Saavedra, M., & Torres-Rodríguez, L. M. (2008). Outdoor mass microalgae production in Bahia Kino, Sonora, NW Mexico. *Aquacultural engineering*, 38(2), 93-96.
- Vonshak, A., & Tomaselli, L. (2000). *Arthrospira* (*Spirulina*): systematics and ecophysiology. In. *The ecology of Cyanobacteria*, BA Whitton and M. Potts (Eds), (505-22pp).