

PENGARUH SUHU TERHADAP KEPADATAN *Thalassiosira* sp. YANG DIKULTUR PADA SKALA LABORATORIUM

Effect of Temperature on The Density of *Thalassiosera* sp. Cultured on The Laboratory Scale

Ernawati^{1*}, Irawati², Hikmah Romadanti Ameth², Irma Yunitasari²

1 Program Studi Teknik Budidaya Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong
Jl. Kapitan Patimura, Tj.Kasuari, Kelurahan Suprau, Kota Sorong, Papua Barat

2 Program Studi Teknik Budidaya Perikanan Politeknik Kelautan dan Perikanan Maluku
Waiheru, Kec.Baguala, Kota Ambon, Maluku

*Korespondensi email : ernawati@polikpsorong.ac.id

(Received 20 Desember 2022; Accepted 25 Januari 2023)

ABSTRAK

Thalassiosira sp. merupakan salah satu jenis pakan alami berupa fitoplankton yang hidupnya di perairan laut. Keberadaan pakan tersebut menunjang usaha produksi benih ikan maupun udang. Jenis diatom ini dapat dibudidayakan pada kisaran suhu yang luas sehingga menunjang ketersediaan pakan alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh suhu yang berbeda terhadap kepadatan *Thalassiosira* sp. yang dikultur pada skala laboratorium. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental yang dirancang menggunakan Metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan penelitian tersebut diantaranya penggunaan suhu 18, 21, 23 dan 25 °C. Berdasarkan hasil analisis statistik diperoleh bahwa kepadatan *Thalassiosira* sp. yang dikultur di dalam media suhu yang berbeda memperlihatkan perbedaan nyata antar perlakuan. Hasil analisis lanjut Uji Tuckey diperoleh pengaruh yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$). Penelitian tersebut menghasilkan kepadatan tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu di dalam media kultur 21°C yaitu sebesar 531.775 sel/mL. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa salah satu faktor pembatas dalam perkembangbiakan mikroalga adalah suhu.

Kata Kunci: Kultur, Laboratorium, Pakan, Suhu, *Thalassiosira* sp.

ABSTRACT

Thalassiosira sp. is one type of natural food in the form of phytoplankton that lives in sea waters. The existence of the feed supports the production of fish and shrimp seeds. This type of diatom can be cultivated in a wide temperature range to help the availability of natural feed. This study aims to examine the effect of different temperatures on the density of *Thalassiosira* sp. cultured on a laboratory scale. The study used an experimental method with a completely randomized design (CRD) consisting of four treatments and three replications. The research treatments included temperatures of 18, 21, 23, and 25 °C. Based on the results of statistical

analysis, it was found that the density of *Thalassiosira* sp. cultured in different temperature media showed significant differences between treatments. The results of further study of the Tuckey test obtained a significant effect between treatments ($p < 0.05$). This research resulted in the highest density obtained at the temperature treatment in the culture medium of 21°C, which was 531,775 cells/mL. Based on the results of this study, one of the limiting factors in microalgae reproduction is temperature.

Keywords: Culture, Laboratory, Feed, Temperature, *Thalassiosira* sp.

PENDAHULUAN

Meningkatnya hasil produksi benih ikan atau udang didukung oleh keberhasilan suatu usaha pembenihan. Pembenihan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan melalui usaha pemijahan untuk menghasilkan benih. Telur yang telah menetas menjadi larva sangat rentan terhadap perubahan lingkungan sehingga membutuhkan sumber energi dari luar yaitu pakan yang tepat. Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi menjadikan ketersediaan pakan buatan melimpah, namun sepenuhnya belum bisa menggantikan pakan alami khususnya pada kegiatan pembenihan. Salah satu jenis pakan alami yang banyak digunakan pada industri perikanan yaitu *Thalassiosira* sp. *Thalassiosira* sp. merupakan salah satu jenis pakan alami jenis fitoplankton yang banyak digunakan sebagai pakan larva udang (Wahyudi *et al.*, 2022). Barajas *et al.*, (2006) menyatakan bahwa *Thalassiosira* merupakan jenis diatom dari kelas *Bacillariophyta* yang banyak ditemukan di perairan laut dengan kondisi pH yang tinggi yaitu 8,0 dan 9,4.

Thalassiosira sp. memiliki kandungan nutrisi diantaranya protein 28%, lipid 22% dan karbohidrat 23% dari bobot kering (Costard *et al.*, 2012; Vega *et al.*, 2004). Mikroalga ini memiliki kandungan asam lemak jenuh diantaranya asam kaprat 0,30 mg/g, asam palmitate 0,23 mg/g, asam stearate 0,50 mg/g dan asam lemak tak jenuh berupa asam oleat 0,52 mg/g (Dewi, 2017). Keberhasilan pertumbuhan jenis mikroalga ini didukung oleh faktor eksternal seperti suhu dan pH (Endrawati & Riniatsih, 2013), nutrisi dalam media kultur (Hismayasari *et al.*, 2021), cahaya dan lama pencahayaan (Prasetyo *et al.*, 2022). Namun, suhu merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme mikroalga. Suhu berperan dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme.

Kultur *Thalassiosira* sp. telah dilakukan untuk meningkatkan produktivitas dalam menunjang penggunaannya sebagai pakan hidup ikan dan udang. Uji coba kultur mikroalga tersebut dengan perlakuan parameter lingkungan yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya diantaranya Stramski *et al.*, (2002) tentang pengaruh suhu, nitrogen dan cahaya pada sifat optik *Thalassiosira pseudonana*. Yung *et al.*, (2017) tentang pengaruh suhu dan salinitas terhadap sifat fisikokimia diatom laut *Thalassiosira pseudonana*. Vella *et al.*, (2019) tentang kultur *Thalassiosira weissflogii* di luar ruangan untuk menilai laju pertumbuhan terhadap respon fluktuatif suhu dan cahaya serta produktivitas biomassa. Foster (2021) tentang pengaruh suhu dan ekspresi gen *Thalassiosira pseudonana*. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan adanya hubungan antara faktor lingkungan dan keberlangsungan pertumbuhan *Thalassiosira* sp. sehingga menjadi acuan penulis dalam melakukan penelitian ini. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh suhu yang berbeda terhadap kepadatan *Thalassiosira* sp. yang dikultur pada skala laboratorium. Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu menghasilkan output sebagai sumber informasi kepada pembudidaya ikan dan udang.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan mulai Januari sampai Maret 2022 bertempat di Laboratorium Alga PT. Indobenur Utama Makassar Kecamatan Galesong Utara, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan.

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat berupa box plastik volume 5 liter, mikro pipet, ac, mikroskop, kaca mikroskop slide, hand counter, gelas ukur 10 ml, lampu neon, selang dan batu aerasi, pipet tetes, sikat, pipa, blower, haemocytometer, thermometer, pH meter, DO meter. Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya *Thalassiosira* sp., air laut steril, air tawar, alcohol, silikat, Vitamin B12 dan AGP.

Rancangan Penelitian

Metode penelitian menggunakan eksperimental yang didesain dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan penelitian mengacu pada Endrawati & Riniatsih, (2013) yang telah dimodifikasi menggunakan mikroalga jenis *Thalassiosira* sp. Adapun desain penelitian tersebut diantaranya :

Perlakuan A : Kultur *Thalassiosira* sp. pada Suhu 18°C

Perlakuan B : Kultur *Thalassiosira* sp. pada Suhu 21°C

Perlakuan C : Kultur *Thalassiosira* sp. pada Suhu 23°C

Perlakuan D : Kultur *Thalassiosira* sp. pada Suhu 25°C

Prosedur Penelitian

Box plastik yang digunakan sebagai wadah kultur disterilkan sebelum digunakan dengan cara dicuci dengan menggunakan deterjen dan disikat hingga bersih. Selanjutnya dibilas menggunakan air tawar hingga tidak ada busa dan dikeringkan. Sterilisasi air media kultur mengacu pada Erlangga *et al.*, (2021) yang telah dimodifikasi. Proses tersebut dilakukan dengan cara air laut yang akan digunakan dimasukkan ke dalam bak penampungan melalui proses penyaringan. Kemudian dilakukan proses *chlorinasi* dengan menggunakan chlorin selama 1 jam. Proses untuk menetralkan air dilakukan dengan penambahan larutan tiosulfat sebanyak 1 ppm. Hal tersebut bertujuan untuk menghilangkan sisa chlorin yang selanjutnya air laut siap untuk digunakan.

Inokulen *Thalassiosira* sp. sebanyak 10 ml dikultur ke dalam wadah berupa box plastik bulat yang memiliki volume air 5 liter dan dilengkapi peralatan aerasi serta air laut yang telah ditreatment dengan salinitas 29-30 ppt. wadah kultur dilengkapi air laut sebanyak 3 L. Media kultur ditambahkan unsur makro dan mikro nutrient melalui pupuk analisis berupa NaNO₃, Silikat, Vitamin B12 dan AGP sebagai pelengkap. Proses kultur dilakukan selama ±12 (dua belas) hari di dalam ruangan yang memiliki suhu 18°C, 21°C, 23°C dan 25°C. Selanjutnya dilakukan perhitungan kepadatan sel dengan cara mengambil sampel 1 ml menggunakan mikropipet dan kemudian diletakkan pada *haemocytometer* untuk diamati di bawah mikroskop. Proses perhitungan menggunakan *hand counter*.

Parameter Penelitian

Kepadatan sel *Thalassiosira* sp. dihitung setelah akhir pemeliharaan yaitu pada hari ke-12 (dua belas) dengan menggunakan rumus Suminto & Hirayama, (1996), menggunakan kotak kecil 400 haemocytometer yang berukuran 1 mm² dengan kedalaman 0,1 mm. Rumus yang digunakan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Volume kotak 400 haemocytometer} &= 1 \text{ mm}^2 \times 0,1 \text{ mm} \\ &= 0,1 \text{ mm}^3 = 0,0001 \text{ mL} \end{aligned}$$

Volume 400 kotak Haemocytometer 0,0001 ml, sehingga rumus kepadatan yang digunakan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Kepadatan sel (P)} &= \frac{\text{jumlah sel pada kotak 400 Haemocytometer}}{\text{volume Haemocytometer}} \\ &= \frac{N}{10^{-4}} \text{ sel/mL} \\ &= N \times 10^4 \text{ sel/mL} \end{aligned}$$

Keterangan:

P = kepadatan sel (sel/mL)

N = jumlah sel yang terhitung pada 400 kotak kecil *Haemocytometer*

Analisis Data

Penelitian ini dianalisis secara statistik untuk mengetahui tingkat kepadatan sel setiap perlakuan. Selanjutnya data yang diperoleh dianalisis ragam untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap kepadatan *Thalassiosira* sp. dan jika menunjukkan perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji Tuckey untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Analisis data kepadatan sel dan kualitas air seperti salinitas, pH dan DO menggunakan software SPSS 22.

HASIL

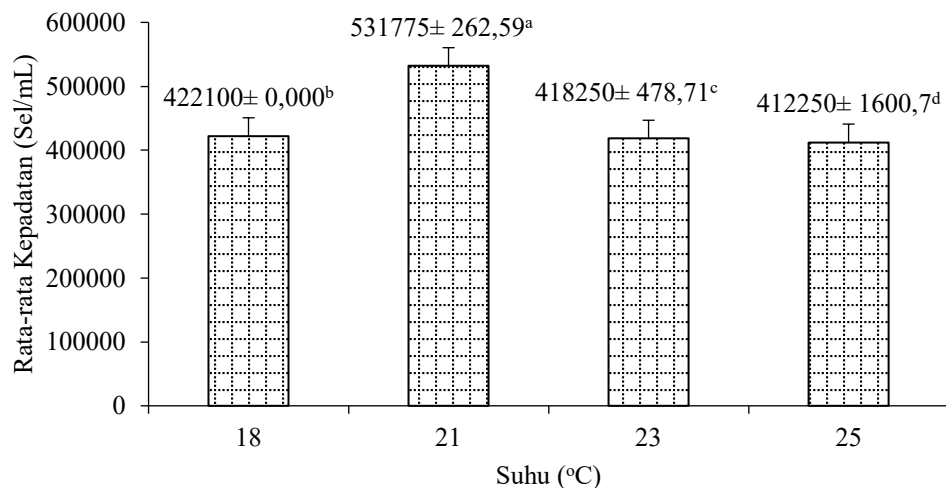
Thalassiosira sp. merupakan salah satu jenis diatom yang banyak digunakan sebagai pakan alami pada larva ikan dan udang di laut. Keberhasilan penyediaan pakan alami jenis ini didukung oleh lingkungan yang sesuai. Kegiatan yang dilakukan dalam pengembangannya dilakukan kultur baik skala laboratorium maupun skala massal. Mikroalga jenis ini mudah beradaptasi terhadap lingkungan yang fluktuatif. Namun demikian, tetap memiliki batas toleransi dalam menunjang pertumbuhannya. Hasil analisis ragam (ANOVA) pengaruh suhu terhadap kepadatan *Thalassiosira* sp. yang dikultur pada skala laboratorium memperlihatkan pengaruh nyata antar perlakuan dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$. Hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Ragam (Anova) Pengaruh suhu yang berbeda terhadap kepadatan *Thalassiosira* sp. yang dikultur pada skala Laboratorium

Suhu (°C)	Kepadatan (sel/mL)
18	422100 ± 0,000 ^b
21	531775 ± 262,59 ^a
23	418250 ± 478,71 ^c
25	412250 ± 1600,7 ^d

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Nilai yang tertera merupakan nilai rerata dan standart error

Hasil Anova menunjukkan pengaruh perlakuan nyata antar perlakuan ($P < 0,05$) maka dilanjutkan dengan uji Tuckey yang disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan hasil Uji Tuckey bahwa pengaruh suhu yang berbeda terhadap kepadatan *Thalassiosira* yang dikultur pada skala laboratorium memperlihatkan perbedaan nyata antar perlakuan.



Gambar 1. Hasil uji Tuckey pengaruh suhu yang berbeda terhadap kepadatan sel *Thalassiosira* sp. yang dipelihara pada skala laboratorium

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan dan nilai grafik merupakan rata-rata dan standar error

Pengukuran kualitas air dalam media kultur dilakukan untuk mengetahui peran parameter lainnya terhadap pertumbuhan kepadatan sel. Hasil pengukuran kualitas air pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis data kualitas air kultur *Thalassiosira* sp.

Perlakuan	Salinitas	pH	DO
18	29 ± 0,00	7 ± 0,00	6 ± 0,00
21	29 ± 0,00	7.5 ± 0,02	6.5 ± 0,00
23	30 ± 0,00	8 ± 0,00	7 ± 0,00
25	30 ± 0,00	8.5 ± 0,00	7.9 ± 0,00

Keterangan: Nilai yang tertera merupakan nilai rerata dan standar error

PEMBAHASAN

Hasil analisis deskriptif oneway anova memperlihatkan bahwa tingkat kepadatan sel *Thalassiosira* sp. dari hasil perlakuan secara berturut-turut mulai dari tertinggi sampai terendah yaitu perlakuan suhu 21, 18, 23 dan 25°C. Hasil analisis ragam (Anova) terhadap kepadatan *Thalassiosira* sp. yang dikultur di dalam media suhu yang berbeda memperlihatkan pengaruh nyata antar perlakuan dengan tingkat signifikansi <0,05% (Tabel 1). Kemampuan *Thalassiosira* sp. beradaptasi dan membelah di dalam media kultur dengan kondisi suhu yang berbeda meningkatkan kepadatan populasi secara signifikan. Hasil analisis deskriptif diperoleh rata-rata kepadatan sel tertinggi pada perlakuan suhu 21°C yaitu sebesar 541.775 sel/mL. Kemungkinan keseimbangan antara lingkungan seperti parameter fisika, kimia dan biologi air serta adanya kandungan nutrisi yang ditambahkan di dalam media kultur dapat terhidrolisis sehingga pertumbuhan mikroalga meningkat. Boroh *et al.*, (2019) menyatakan bahwa pertumbuhan mikroalga jenis *Chlorella* sp. dapat dipengaruhi oleh adanya ketersediaan nutrisi berupa nitrogen dan fosfat serta parameter kualitas air diantaranya suhu, salinitas, pH dan intensitas cahaya. Pada suhu 18°C menghasilkan kepadatan rata-rata 422.100 sel/mL, dimana perlakuan tersebut merupakan jumlah tertinggi ke dua. Kondisi media demikian cukup optimal dalam meningkatkan pertumbuhan mikroalga. Wu *et al.*, (2012) menyatakan bahwa

Thalassiosira pseudonona yang dikultur pada suhu 12°C – 18°C mendukung populasi pertumbuhan. Media kultur yang memiliki suhu 23°C memiliki rata-rata kepadatan sebesar 418.250 sel/ml yang tidak berbeda jauh hasil dari perlakuan suhu 25°C. Namun, pada perlakuan 25°C menunjukkan jumlah rata-rata kepadatan sel lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini kemungkinan dipengaruhi adanya ketidakseimbangan faktor fisika dan kimia air dimana suhu yang tinggi menyebabkan kandungan oksigen terlarut menurun sehingga menimbulkan polutan yang menjadikan aktivitas perkembangbiakan diatom di dalam media kultur menurun. Vella *et al.*, (2019) menyatakan bahwa peningkatan suhu dapat menyebabkan produktivitas *Thalassiosira weissflogii* menurun. Meski demikian, Baek *et al.*, (2011) menyatakan bahwa *Thalassiosira* sp. merupakan salah satu diatom yang bersifat *eurythermal* dimana mampu tumbuh pada kisaran suhu 10-30°C pada media air payau. Ketahanan terhadap fluktuatif suhu merupakan karakteristik intrinsik mikroalga dalam mendukung pertumbuhan optimal (Renaud *et al.*, 2002). Analisis lanjut Uji-Tuckey terhadap hasil penelitian tersebut disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan hasil uji tuckey kepadatan sel *Thalassiosira* sp. yang dikultur pada media suhu yang berbeda pada skala laboratorium memperlihatkan perbedaan nyata antar perlakuan suhu 18, 21, 23 dan 25 °C ($p < 0,05$). Hal ini kemungkinan dipengaruhi bahwa keberadaan lapisan *musilagenous* di dalam tubuh mikroalga tersebut mampu melindungi organ sel dari berbagai kondisi perubahan lingkungan yang fluktuatif. Tingginya rata-rata kepadatan populasi pada perlakuan suhu 21°C kemungkinan jenis mikroalga tersebut mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan pada suhu rendah maupun suhu tinggi, sehingga aktivitas metabolisme sel berjalan optimal. Selain itu, kemampuan membelah diri lebih cepat yang akhirnya meningkatkan kepadatan sel di dalam media kultur. Montagnes & Franklin, (2001) menyatakan bahwa suhu 12-20°C meningkatkan pertumbuhan *Thalassiosira weissflogii* dan akan menurun jika berada di bawah dan di atas kisaran tersebut. Kultur yang dilakukan skala laboratorium merupakan tempat yang telah steril dan selalu tertutup meskipun tidak tersedia cahaya matahari secara langsung namun di dalam ruangan tersebut dilengkapi lampu neon yang berfungsi sebagai sumber cahaya dalam menunjang terjadinya proses fotosintesis. Namun, hasil akhir dari perlakuan suhu 25°C yang memperlihatkan nilai rata-rata terendah diantara ketiga perlakuan lainnya kemungkinan jumlah zat hara yang tersedia di dalam media kultur menjadi berkurang sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan sel diatom yang akhirnya menyebabkan adanya kematian. Erlangga *et al.*, (2021) menyatakan bahwa fase kematian *Thalassiosira* sp. disebabkan oleh adanya kompetisi antar individu untuk pemanfaatan ruang, cahaya, makro dan mikro nutrient.

Beberapa penelitian yang telah menunjukkan bahwa suhu merupakan faktor penting yang mempengaruhi fotosintesis pada mikroalga dan juga secara tidak langsung dapat mempengaruhi produksi (Chen *et al.*, 2021). Wolfstein & Stal (2002) menyatakan bahwa suhu dapat mempengaruhi ketidakseimbangan metabolisme seluler sehingga menyebabkan peningkatan ekskresi saat terjadi proses fotosintesis. Namun demikian mikroalga jenis *Thalassiosira* sp. memiliki daya tahan tinggi terhadap perubahan lingkungan. Hasil pengamatan parameter kualitas air lainnya diperoleh pH 7-8,5, salinitas 29 – 30 ppt dan DO 6,5-7,9 mg/L (Gambar 2). Kondisi kualitas air tersebut menghasilkan pertumbuhan dan kepadatan *Thalassiosira* sp. menjadi optimal. Terjadinya keseimbangan pada parameter tersebut menunjang keberlangsungan siklus pertumbuhan *Thalassiosira* sp. Hal ini seperti yang dinyatakan oleh Aprilliyanti *et al.*, (2016). Kisaran pH 8,2-8,7 menghasilkan pertumbuhan optimal pada komunitas mikroalga. Kadar salinitas 20-30 ppt menghasilkan puncak pertumbuhan *Spirulina* sp. pada hari ke 15-30 dan kisaran optimal kandungan oksigen terlarut 4-10 ppm (Sari *et al.*, 2018)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh suhu yang berbeda terhadap kepadatan *Thalassiosira* sp. yang dikultur pada skala Laboratorium diperoleh rata-rata kepadatan sel tertinggi yaitu pada perlakuan suhu 21°C dengan nilai sebesar 531.775 sel/mL dan terendah pada perlakuan 25°C sebesar 412.250 sel/mL. Pengaruh suhu terhadap kepadatan *Thalassiosira* sp. yang dikultur pada skala Laboratorium memperlihatkan keberagaman dan pengaruh yang nyata antar perlakuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong dan SUPM Waiheru Ambon yang telah memberikannya sehingga penelitian dapat menghasilkan artikel yang bermanfaat bagi pembaca. Tak lupa pula penulis haturkan terima kasih kepada pimpinan PT. Indobenur Utama Makassar yang telah memberikan kesempatan dan wadah dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilliyanti, S., Soeprbowati, T. R., & Yulianto, B. (2016). Hubungan Kemelimpahan *Chlorella* sp Dengan Kualitas Lingkungan Perairan Pada Skala Semi Masal di BBBPBAP Jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 77. <https://doi.org/10.14710/jil.14.2.77-81>
- Baek, S. H., Jung, S. W., & Shin, K. (2011). Effects of Temperature and Salinity on Growth of *Thalassiosira pseudonana* (Bacillariophyceae) Isolated from Ballast Water. *Journal of Freshwater Ecology*, 26(4), 547–552. <https://doi.org/10.1080/02705060.2011.582696>
- Barajas, F. J. M., Villegas, R. S., Clark, G. P., & Moreno, B. L. (2006). *Litopenaeus vannamei* (Boone) Post-Larval Survival Related to Age, Temperature, pH and Ammonium Concentration. *Aquaculture Research*, 37(5), 492–499. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01455.x>
- Boroh, R., Litaay, M., Umar, M. R., & Ambeng, A. (2019). Pertumbuhan *Chlorella* sp. Pada Beberapa Kombinasi Media Kultur. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 4(2), 129. <https://doi.org/10.20956/bioma.v4i2.6759>
- Chen, J., Guo, K., Thornton, D. C. O., & Wu, Y. (2021). Effect of Temperature on the Release of Transparent Exopolymer Particles (TEP) and Aggregation by Marine Diatoms (*Thalassiosira weissflogii* and *Skeletonema marinoi*). *Journal of Ocean University of China*, 20(1), 56–66. <https://doi.org/10.1007/s11802-021-4528-3>
- Costard, G. S., Machado, R. R., Barbarino, E., Martino, R. C., & Lourenco, S. O. (2012). Chemical Composition of Five Marine Microalgae That Occur on the Brazilian Coast. *Int. J. Fish. Aquacult.*, 4(10), 191–201. <https://doi.org/10.5897/IJFA11.092>
- Dewi, R. (2017). Produktivitas Minyak dan Kandungan Asam Lemak *Thalassiosira* sp. yang Dikultivasi dengan Makronutrien Pupuk. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 2(2), 221. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v2i2.1449>
- Endrawati, H., & Riniatsih, I. (2013). Kadar Total Lipid Mikroalga *Nannochloropsis oculata* yang dikultur Dengan Suhu yang Berbeda. *Buletin Oseanografi Marina*, 2(1), 25–33. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma/article/view/6923>
- Erlangga, E., Andira, A., Erniati, E., Mahdaliana, M., & Muliani, M. (2021). Peningkatan Kepadatan *Thalassiosira* sp dengan Dosis Pupuk Silikat yang Berbeda. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 8(3), 167. <https://doi.org/10.29103/aa.v8i3.5858>

- Foster, J. M. (2021). *Effect of Temperature on Growth and Gene Expression in the Marine Diatom Thalassiosira Pseudonana*. (Doctoral dissertation). University of South Florida.
- Hismayasari, I. ., Ernawati, Abadi, A., & Puspitasari, A. (2021). The Growth of *Chlorella* sp. With Varying Nutrient Concentration. *Airaha*, 10(2), 295–301. *Chlorella* sp.; growth performance; natural food
- Montagnes, D. J. S., & Franklin, D. J. (2001). Effect of Temperature on Diatom Volume, Growth Rate, and Carbon and Nitrogen Content: Reconsidering Some Paradigms. In *Limnology and Oceanography*, 46(8), 2008–2018. <https://doi.org/10.4319/lo.2001.46.8.2008>
- Prasetyo, L. D., Supriyantini, E., & Sedjati, S. (2022). Pertumbuhan Mikroalga *Chaetoceros calcitrans* Pada Kultivasi dengan Intensitas Cahaya Berbeda. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(1), 59–70. <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i1.31698>
- Renaud, S. M., Thinh, L. Van, Lambrinidis, G., & Parry, D. L. (2002). Effect of Temperature on Growth, Chemical Composition and Fatty Acid Composition of Tropical Australian Microalgae Grown in Batch Cultures. *Aquaculture*, 211(1–4), 195–214. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00875-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00875-4)
- Sari, R. E. R., Kismiyati, K., & Tjahjaningsih, W. (2018). Perubahan Histopatologi Jaringan Kulit Ikan Komet (*Carassius auratus auratus*) Akibat Infestasi Argulus Japonicus Histopathological [Change of Comet Fish (*Carassius auratus auratus*) Skin Tissues Caused Argulus japonicus]. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.20473/jipk.v10i1.8202>
- Stramski, D., Sciandra, A., & Claustre, H. (2002). Effects of Temperature, Nitrogen, and Light Limitation on the Optical Properties of the Marine Diatom *Thalassiosira pseudonana*. In *Limnology and Oceanography*, 47(2), 392–403. <https://doi.org/10.4319/lo.2002.47.2.0392>
- Suminto, & Hirayama, K. (1996). Effects of Bacterial Coexistence on the Growth of a Marine Diatom *Chaetoceros gracilis*. *Fisheries Science*, 62(1), 40–43. <https://doi.org/10.2331/fishsci.62.40>
- Vega, B. O. A., Leal-lorenzo, S., & López-ruiz, J. (2004). Effect of Zeolitic Products in the Nutritive Quality of the Diatom *Thalassiosira weissflogii* Efecto de Productos Zeólitos en la Calidad Nutritiva de la Diatomea *Thalassiosira weissflogii*. *Hidrobiológica*, 14(1), 69–74.
- Vella, F. M., Sardo, A., Gallo, C., Landi, S., Fontana, A., & d’Ippolito, G. (2019). Annual Outdoor Cultivation of the Diatom *Thalassiosira weissflogii*: Productivity, Limits and Perspectives. *Algal Research*, 42(5), 101553. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2019.101553>
- Wahyudi, Chilmawati, D., Samidjan, I., & Suminto. (2022). Pengaruh Rasio Chelator dan Metal pada Media Kultur terhadap Pola Pertumbuhan dan Kandungan Protein Sel Diatom *Thalassiosira* sp. *Jurnal Sains dan Akuakultur Tropis*, 6(1), 129–137.
- Wolfstein, K., & Stal, L. J. (2002). Production of Extracellular Polymeric Substances (EPS) by Benthic Diatoms: Effect of Irradiance and Temperature. *Marine Ecology Progress Series*, 236, 13–22. <https://doi.org/10.3354/meps236013>
- Wu, Z., Zhu, Y., Huang, W., Zhang, C., Li, T., Zhang, Y., & Li, A. (2012). Evaluation of Flocculation Induced by pH Increase for Harvesting Microalgae and Reuse of Flocculated Medium. *Bioresource Technology*, 110, 496–502. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.01.101>
- Yung, M. M. N., Kwok, K. W. H., Djurišić, A. B., Giesy, J. P., & Leung, K. M. Y. (2017). Influences of Temperature and Salinity on Physicochemical Properties and Toxicity of Zinc Oxide Nanoparticles to the Marine Diatom *Thalassiosira pseudonana*. In *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03889-1>