

Hubungan Kelimpahan Fitoplankton dengan Pertumbuhan Tiram Mutiara (*Pinctada Maxima*)

Elty Sunbanu^{1*}, Priyo Santoso², Jusuf Roniena Manilapai³

¹⁻³Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan,

Universitas Nusa Cendana, Indonesia

Email: sunbanuelty@gmail.com¹, priyosantoso@staf.undana.ac.id², jusuf.manilapai@staf.undana.ac.id³

*Korespondensi penulis: sunbanuelty@gmail.com

Abstract. This study aims to determine the level of phytoplankton abundance in the pearl oyster (*Pinctada maxima*) cultivation area in the waters of Tanjung Lelendo and analyze the relationship between phytoplankton abundance and pearl oyster growth. The research was carried out in the cultivation area of PT. Timor Otsuki Mutiara (PT. TOM), Kupang Regency, East Nusa Tenggara, with a purposive sampling method at eight observation points. Phytoplankton samples were collected from 50 litres of seawater using plankton nets, preserved with a Lugol solution, then identified and counted with the Sedgwick Rafter Counting Cell (SRCC) under a light microscope. Data analysis was performed using simple linear regression and Pearson correlation. The results showed that phytoplankton abundance ranged from 15,400–17,336 cells/L, with the highest value at point 8 and the lowest at point 1. Variations in abundance are thought to be influenced by environmental factors such as nutrient availability, light intensity, temperature, salinity, pH, and current. Regression and correlation analysis showed a negative relationship between phytoplankton abundance and the growth length ($r = -0.550$) and weight ($r = -0.506$) of pearl oysters. This indicates that an increase in phytoplankton abundance during the study is likely to be followed by a decrease in pearl oyster growth.

Keywords: Abundance Of Phytoplankton; Growth; Pearl Oysters; Tanjung Lelendo; Water Quality.

Abstrak Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelimpahan fitoplankton pada kawasan budidaya tiram mutiara (*Pinctada maxima*) di perairan Tanjung Lelendo serta menganalisis hubungan antara kelimpahan fitoplankton dengan pertumbuhan tiram mutiara. Penelitian dilaksanakan di kawasan budidaya PT. Timor Otsuki Mutiara (PT. TOM), Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur, dengan metode *purposive sampling* pada delapan titik pengamatan. Sampel fitoplankton dikumpulkan dari 50 liter air laut menggunakan *plankton net*, diawetkan dengan larutan Lugol, kemudian diidentifikasi dan dihitung dengan *Sedgwick Rafter Counting Cell* (SRCC) di bawah mikroskop cahaya. Analisis data dilakukan menggunakan regresi linear sederhana dan korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 15.400–17.336 sel/L, dengan nilai tertinggi pada titik 8 dan terendah pada titik 1. Variasi kelimpahan diduga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti ketersediaan nutrisi, intensitas cahaya, suhu, salinitas, pH, dan arus. Analisis regresi dan korelasi menunjukkan hubungan negatif antara kelimpahan fitoplankton dengan pertumbuhan panjang ($r = -0,550$) maupun berat ($r = -0,506$) tiram mutiara. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan kelimpahan fitoplankton selama penelitian cenderung diikuti oleh penurunan pertumbuhan tiram mutiara.

Kata Kunci: Kelimpahan Fitoplankton; Kualitas Perairan; Pertumbuhan; Tanjung Lelendo; Tiram Mutiara.

1. LATAR BELAKANG

Tiram mutiara merupakan salah satu sumberdaya laut yang memiliki harga jual yang menggiurkan serta memiliki prospek yang sangat cerah di pasaran. Karena memiliki peluang bisnis dan nilai ekonomi yang tinggi, ditambah semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, menyebabkan jumlah pembudidaya atau produsen tiram mutiara semakin meningkat. (Hamzah dan Setyono 2009; Hamzah, 2008).

Indonesia yang luas keseluruhan wilayahnya dikelilingi oleh laut memiliki potensi sumber daya hayati laut yang berlimpah, tetapi hingga kini pengelolaan dan pemanfaatannya belum dilakukan secara optimal. Sekian banyak potensi laut Indonesia, Mutiara merupakan

salah satu potensi yang memerlukan perhatian khusus, baik pengelolaan maupun pemanfaatannya. Tiram mutiara merupakan salah satu biota laut yang hampir semua bagian dari tubuhnya mempunyai nilai jual, baik mutiara, cangkang, daging dan organisme tiram itu sendiri (benih maupun induk) (Spj *et al.*, 2007).

Lingkungan perairan yang kondusif, terutama dinamika fitoplankton, memegang peranan krusial dalam keberhasilan budidaya tiram mutiara. Sebagai produsen primer dalam jaringan makanan laut, fitoplankton menjadi sumber nutrisi utama bagi tiram sekaligus biota laut lainnya. Di samping itu, proses fotosintesis yang dilakukan mikroorganisme ini berkontribusi signifikan dalam menjaga ketersediaan oksigen terlarut di dalam air (Ridho *et al.*, 2020).

Mikroorganisme fotosintetik seperti fitoplankton memegang peran penting sebagai produsen primer sekaligus pakan alami utama bagi komoditas tiram mutiara (*Pinctada maxima*) (Auliyah *et al.*, 2024). Fitoplankton selain berperan dalam keseimbangan ekosistem perairan budidaya juga berfungsi sebagai pakan alami didalam usaha budidaya. Hal ini senada dengan (Abida, 2010) yang menerangkan bahwa fitoplankton berperan penting dalam rantai makanan di perairan dan dan penyedia oksigen.

2. KAJIAN TEORITIS

Tiram Mutiara (*Pinctada maxima*)

Tiram mutiara merupakan moluska bivalvia dari famili Pteridae yang mempunyai tubuh lunak dan dilindungi oleh dua keping cangkang keras. Beberapa jenis tiram mutiara yang ditemukan di Indonesia ialah *Pinctada maxima*, *P. margaritifera*, *P. fucata*, *P. chinensis*, dan *Pteria penguin*. Di antara jenis yang bernilai ekonomi, *P. maxima* dikenal memiliki ukuran cangkang paling besar (Ye *et al.*, 2022a). Bagian dalam cangkangnya dilapisi nacre atau mother of pearl yang berperan dalam pembentukan mutiara dan menghasilkan kilau khas berwarna keperakan, keemasan, atau putih (Xiang *et al.*, 2013).

Habitat *P. maxima* umumnya berada di perairan laut dangkal hingga sedang dengan dasar berpasir atau berkarang. Persebarannya banyak dijumpai di wilayah Indonesia bagian timur, termasuk Maluku, Sulawesi, Papua, dan Nusa Tenggara. Pada fase dewasa, tiram melekat pada substrat menggunakan benang byssus yang dihasilkan oleh bagian kakinya (Whalan *et al.*, 2021). Tiram ini memperoleh makanan dengan menyaring plankton dan bahan organik tersuspensi melalui insang. Gerakan silia pada insang menghasilkan aliran air yang membawa partikel makanan menuju mulut. Selain berfungsi dalam respirasi, insang juga berperan dalam penyaringan makanan dan pengaturan keseimbangan cairan tubuh (Strack, 2008).

Pertumbuhan tiram mutiara dipengaruhi oleh kualitas perairan dan ketersediaan pakan alami. Suhu yang mendukung kehidupannya berada pada kisaran 27–30°C, sedangkan suhu sekitar 28–30°C dinilai sesuai untuk pertumbuhan *P. maxima* (Laka et al., 2023; Spj et al., 2007). Salinitas yang layak berkisar antara 32–35 ppt (Hamzah & Nababan, 2009; Spj et al., 2007), sementara pH yang mendukung kehidupan tiram berada pada kisaran 7,8–8,6 (Kota, 2016). Kesesuaian parameter tersebut menentukan aktivitas metabolisme, kelangsungan hidup, dan kemampuan tiram dalam memanfaatkan makanan.

Fitoplankton dan Kelimpahannya

Fitoplankton merupakan organisme autotrof berukuran mikroskopis yang menghasilkan bahan organik melalui fotosintesis. Organisme ini berfungsi sebagai produsen primer, penyedia oksigen, dan sumber makanan bagi berbagai biota perairan (Setiawan & Mohadi, 2018). Kelompok yang umum ditemukan di laut antara lain Bacillariophyceae atau diatom, Dinophyceae atau dinoflagelata, serta kelompok alga lainnya. Diatom umumnya mendominasi perairan karena mempunyai kemampuan adaptasi yang baik terhadap perubahan kondisi lingkungan dan kecepatan arus (Rahman et al., 2022). Dinophyceae sering menjadi kelompok dominan kedua setelah diatom, meskipun kelimpahannya dipengaruhi oleh salinitas dan ketersediaan unsur hara (Cokrowati et al., 2014; Mujib & Damar, 2015).

Kelimpahan fitoplankton menunjukkan jumlah sel yang terdapat dalam satuan volume air dan biasanya dinyatakan dalam sel/L atau sel/m³. Nilai tersebut dapat digunakan untuk menggambarkan produktivitas biologis suatu perairan (Sombak et al., 2025). Perubahan jumlah dan komposisi fitoplankton juga dapat menjadi indikator kondisi lingkungan karena organisme ini sensitif terhadap perubahan suhu, cahaya, salinitas, dan konsentrasi unsur hara (Janah et al., 2024).

Kualitas Perairan dan Pertumbuhan Tiram Mutiara

Pertumbuhan fitoplankton berkaitan erat dengan kondisi fisika dan kimia perairan. Nitrat dan fosfat merupakan unsur hara utama yang dibutuhkan untuk fotosintesis, pembentukan sel, dan metabolisme fitoplankton. Kedua nutrisi tersebut dapat berasal dari penguraian bahan organik maupun sisa organisme di perairan (Mishbach et al., 2021; Paiki, 2017). Fosfat juga digunakan sebagai salah satu indikator kesuburan perairan karena konsentrasinya berkaitan dengan produktivitas fitoplankton (Rigitta et al., 2015).

Suhu memengaruhi reaksi enzimatik, respirasi, metabolisme, dan pembelahan sel fitoplankton. Perubahan suhu juga dapat memengaruhi struktur kolom air sehingga berdampak pada pola distribusinya (Rahmah et al., 2022; Weckström & Korhola, 2001). Selain itu, kecerahan menentukan kedalaman penetrasi cahaya dan intensitas fotosintesis. Perairan yang

memperoleh cahaya memadai cenderung memiliki produktivitas primer lebih tinggi (Rahman et al., 2016).

Bagi *P. maxima*, fitoplankton merupakan sumber pakan alami utama, meskipun tiram juga menyaring mikrozooplankton, detritus, dan bahan organik terlarut. Tiram dapat menyeleksi partikel makanan sesuai ukuran dan jenis yang tersedia di lingkungannya (Anwar et al., 2004). Kelimpahan fitoplankton umumnya lebih tinggi di lapisan permukaan karena cahaya matahari mendukung proses fotosintesis (Rosada et al., 2017). Produktivitas plankton juga dipengaruhi oleh suhu dan intensitas cahaya sehingga cenderung terkonsentrasi pada kedalaman kurang dari tujuh meter (Zainuri et al., 2023).

Penelitian Nasution et al. (2019) memperlihatkan adanya keterkaitan antara kelimpahan fitoplankton dan kandungan nitrat serta fosfat di perairan. Sementara itu, kajian terdahulu di kawasan budidaya PT Timor Otsuki Mutiara lebih berfokus pada perubahan kelimpahan fitoplankton antarmusim. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk memperluas kajian tersebut dengan menganalisis hubungan kelimpahan fitoplankton dengan pertumbuhan *P. maxima*. Secara teoritis, ketersediaan fitoplankton yang memadai dapat meningkatkan asupan pakan alami sehingga mendukung pertumbuhan tiram, tetapi hubungan tersebut turut ditentukan oleh suhu, salinitas, pH, kecerahan, dan unsur hara perairan.

3. METODE PENELITIAN

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain korelasional untuk menganalisis hubungan antara kelimpahan fitoplankton dan pertumbuhan tiram mutiara (*Pinctada maxima*). Penelitian dilaksanakan pada pertengahan September di kawasan budidaya PT Timor Otsuki Mutiara (PT TOM), yaitu perairan Tanjung Lelendo, Kecamatan Kupang Barat, dan perairan Semau, Kecamatan Semau, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. Lokasi tersebut dipilih karena menjadi kawasan budidaya tiram mutiara yang dikelola secara teratur dan memiliki kondisi perairan yang mendukung kegiatan penelitian.

Pengambilan dan Pengamatan Sampel

Titik pengamatan ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling* pada delapan stasiun. Penetapan stasiun mempertimbangkan kedalaman perairan, jarak dari garis pantai, pola arus, dan aktivitas budidaya di sekitarnya (Urbasa et al., 2019). Sampel fitoplankton diambil dari lapisan permukaan dengan menyaring 50 L air laut menggunakan *scoop net*. Air dikumpulkan secara bertahap menggunakan ember berkapasitas 5 L. Hasil penyaringan dimasukkan ke dalam botol sampel berukuran 110 mL, diawetkan dengan larutan Lugol,

kemudian disimpan dalam wadah dengan kondisi suhu terjaga hingga dianalisis di laboratorium (APHA, 1989).

Parameter lingkungan diukur secara langsung pada setiap stasiun. Suhu diukur menggunakan termometer, pH menggunakan pH meter, salinitas menggunakan refraktometer, dan kecerahan perairan menggunakan *Secchi disc*. Tiram mutiara dipelihara pada sarana budidaya berupa *longline*, *pocket net*, atau keranjang. Pertumbuhan tiram diamati secara berkala melalui pengukuran panjang cangkang menggunakan penggaris dan penimbangan bobot dengan timbangan digital.

Identifikasi dan Penghitungan Fitoplankton

Sampel fitoplankton diamati menggunakan mikroskop cahaya dan *Sedgwick Rafter Counting Cell* (SRCC). Sampel sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam ruang hitung, kemudian jenis dan jumlah sel yang ditemukan pada bidang pengamatan dicatat. Kelimpahan fitoplankton dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$N = \frac{n \times V_k}{V_a \times V_s}$$

Keterangan:

- N = kelimpahan fitoplankton (sel/L);
- n = jumlah sel yang terhitung;
- V_k = volume konsentrat (110 mL);
- V_a = volume sampel yang diamati (1 mL); dan
- V_s = volume air yang disaring (50 L).

Pengukuran Pertumbuhan Tiram Mutiara

Pertumbuhan tiram ditentukan berdasarkan perubahan panjang cangkang dan berat selama penelitian. Pertumbuhan panjang mutlak dihitung dengan mengacu pada Effendie (1997, sebagaimana dikutip dalam Mohd Husaini Alputra et al., 2022):

$$L_m = L_t - L_0$$

Keterangan:

- L_m = pertumbuhan panjang mutlak (cm);
- L_t = panjang rata-rata pada akhir pengamatan (cm); dan
- L_0 = panjang rata-rata pada awal pengamatan (cm).

Pertumbuhan berat mutlak dihitung menggunakan persamaan:

$$P = W_t - W_0$$

Keterangan:

- P = pertumbuhan berat mutlak;
- W_t = berat rata-rata akhir; dan
- W_0 = berat rata-rata awal.

Analisis Data

Data kelimpahan fitoplankton, pertumbuhan tiram, dan parameter kualitas perairan dianalisis secara deskriptif. Hubungan antara kelimpahan fitoplankton dan pertumbuhan *P. maxima* diuji menggunakan korelasi Pearson. Nilai koefisien korelasi positif menunjukkan hubungan searah, sedangkan nilai negatif menunjukkan hubungan berlawanan. Selanjutnya, regresi linear sederhana digunakan untuk memperkirakan perubahan pertumbuhan tiram berdasarkan kelimpahan fitoplankton (Banurea et al., n.d.), dengan persamaan:

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

- Y = pertumbuhan tiram mutiara;
- X = kelimpahan fitoplankton;
- a = konstanta; dan
- b = koefisien regresi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelimpahan Fitoplankton di Kawasan Budidaya

Pengamatan menggunakan mikroskop cahaya pada pembesaran 100× dengan *Sedgwick Rafter Counting Cell* menunjukkan bahwa fitoplankton ditemukan pada seluruh sampel. Kelimpahan yang diperoleh berkisar antara 15.400–17.336 sel/L (Tabel 1).

Tabel 1. Kelimpahan Fitoplankton pada Delapan Titik Pengamatan.

Sampel	Jumlah	Kelimpahan fitoplankton
Sampel 1	7.000	15.400 sel/L
Sampel 2	7.455	16.401 sel/L
Sampel 3	7.270	15.994 sel/L
Sampel 4	7.100	15.620 sel/L
Sampel 5	7.660	16.852 sel/L
Sampel 6	7.255	15.961 sel/L
Sampel 7	7.050	15.510 sel/L
Sampel 8	7.880	17.336 sel/L

Sumber: Data penelitian, diolah.

Kelimpahan tertinggi tercatat pada sampel 8, yaitu 17.336 sel/L, sedangkan nilai terendah ditemukan pada sampel 1 sebesar 15.400 sel/L. Sampel 5 dan 2 juga memperlihatkan kelimpahan relatif tinggi, masing-masing sebesar 16.852 dan 16.401 sel/L. Sementara itu, kelimpahan pada sampel 3, 4, 6, dan 7 berturut-turut mencapai 15.994, 15.620, 15.961, dan

15.510 sel/L. Hasil ini memperlihatkan adanya variasi spasial komunitas fitoplankton di kawasan budidaya, meskipun rentang kelimpahannya relatif berdekatan.

Perbedaan tersebut dapat berkaitan dengan karakteristik masing-masing titik pengamatan, seperti kedalaman, jarak dari garis pantai, penetrasi cahaya, arus, dan aktivitas budidaya. Variasi spasial ini sesuai dengan penggunaan *purposive sampling*, yaitu penentuan lokasi berdasarkan karakteristik lingkungan yang dinilai mewakili wilayah penelitian (Janah et al., 2024). Kelimpahan fitoplankton pada dasarnya mencerminkan produktivitas biologis perairan karena berkaitan dengan ketersediaan nutrisi dan kesesuaian parameter fisika-kimia bagi pertumbuhan sel (Sombak et al., 2025).

Ketersediaan nitrat dan fosfat, intensitas cahaya, suhu, salinitas, pH, serta dinamika arus secara teoritis dapat menjelaskan variasi kelimpahan antarstasiun. Kondisi perairan yang memperoleh cahaya dan unsur hara memadai akan mendukung fotosintesis serta pembelahan sel. Sebaliknya, rendahnya penetrasi cahaya atau arus yang terlalu kuat dapat membatasi produktivitas lokal maupun membawa fitoplankton keluar dari titik pengamatan. Namun, karena nitrat, fosfat, dan kecepatan arus tidak dilaporkan dalam hasil pengukuran, pengaruh ketiga faktor tersebut masih merupakan penjelasan ekologis yang memerlukan pengujian lebih lanjut.

Kondisi Kualitas Perairan

Parameter yang diamati meliputi suhu, kecerahan, pH, dan salinitas. Perubahan kondisi perairan dari awal hingga akhir pengamatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Kualitas Perairan Selama Penelitian.

Parameter	Pengamatan awal	Pengamatan akhir
Suhu	29°C	31°C
Kecerahan	5	3
pH	7,5	8,5
Salinitas	31 ppt	35 ppt

Sumber: Data penelitian, diolah.

Suhu meningkat dari 29°C menjadi 31°C. Nilai awal berada dalam kisaran 28–30°C yang mendukung pertumbuhan tiram mutiara, sedangkan suhu akhir sedikit melampaui rentang tersebut (Laka et al., 2023). Pada kondisi yang sesuai, suhu mendukung aktivitas filtrasi, respirasi, metabolisme, dan penggunaan energi. Peningkatan suhu di atas kisaran optimal berpotensi mengubah aktivitas fisiologis tiram dan komunitas fitoplankton.

Salinitas meningkat dari 31 menjadi 35 ppt. Nilai akhir berada dalam rentang 32–35 ppt yang dinilai sesuai bagi *Pinctada maxima*, sedangkan nilai awal sedikit lebih rendah. Nilai pH juga berubah dari 7,5 menjadi 8,5. Dengan demikian, pH akhir berada dalam kisaran yang mendukung kehidupan tiram mutiara, yakni 7,8–8,6, sedangkan nilai awal berada di bawah

rentang tersebut. Kecerahan menurun dari 5 menjadi 3. Penurunan ini mengindikasikan berkurangnya penetrasi cahaya, meskipun interpretasi kuantitatifnya perlu dilakukan secara hati-hati karena satuan pengukuran kecerahan tidak dicantumkan.

Secara keseluruhan, kualitas perairan mendekati kisaran yang mendukung kehidupan tiram mutiara, tetapi tidak seluruh nilai pengamatan berada dalam rentang optimal. Perubahan suhu, salinitas, pH, dan kecerahan selama penelitian dapat turut menjelaskan mengapa kelimpahan fitoplankton tidak diikuti oleh pola pertumbuhan tiram yang searah. Hasil tersebut menegaskan bahwa kondisi perairan tidak cukup dinilai hanya dari kelimpahan pakan alami, melainkan harus dipahami sebagai interaksi beberapa parameter lingkungan.

Hubungan Kelimpahan Fitoplankton dengan Pertumbuhan Tiram Mutiara

Analisis regresi linear sederhana menghasilkan koefisien negatif pada pertumbuhan panjang maupun berat tiram mutiara. Hasil regresi dan korelasi diringkas pada Tabel 3 sehingga tabel kriteria regresi dan korelasi yang bersifat berulang tidak perlu ditampilkan secara terpisah.

Tabel 3. Hasil Regresi dan Korelasi Kelimpahan Fitoplankton dengan Pertumbuhan Tiram Mutiara.

Parameter pertumbuhan	Konstanta (a)	Koefisien regresi (b)	Persamaan regresi	Koefisien korelasi (r)	Interpretasi
Panjang mutlak	0,09863	-0,01141	$Y = 0,09863 - 0,01141X$	-0,550	Negatif, cukup kuat
Berat mutlak	0,12143	-0,01451	$Y = 0,12143 - 0,01451X$	-0,506	Negatif, cukup kuat

Sumber: Data penelitian, diolah. Interpretasi korelasi mengacu pada Sugiyono sebagaimana dikutip dalam Akbar et al. (2024).

Persamaan pertumbuhan panjang adalah $Y = 0,09863 - 0,01141X$, sedangkan persamaan pertumbuhan berat ialah $Y = 0,12143 - 0,01451X$. Konstanta menunjukkan nilai prediksi pertumbuhan ketika kelimpahan fitoplankton dianggap nol. Perbedaan konstanta antara kedua model mencerminkan karakter biologis yang tidak sama. Pertumbuhan panjang berkaitan dengan pembentukan cangkang, sedangkan penambahan berat dipengaruhi oleh jaringan lunak, kondisi fisiologis, dan cadangan energi.

Koefisien regresi panjang sebesar $-0,01141$ menunjukkan bahwa pada skala pengukuran yang digunakan, peningkatan satu satuan kelimpahan fitoplankton diprediksi diikuti penurunan pertumbuhan panjang sebesar $0,01141$. Pada pertumbuhan berat, koefisien $-0,01451$ menunjukkan penurunan prediktif sebesar $0,01451$ untuk setiap kenaikan satu satuan kelimpahan. Kedua koefisien tersebut memperlihatkan arah hubungan negatif dengan besaran perubahan yang relatif kecil.

Hasil korelasi Pearson memperkuat arah tersebut. Kelimpahan fitoplankton berkorelasi negatif dengan pertumbuhan panjang ($r = -0,550$) dan pertumbuhan berat ($r = -0,506$). Berdasarkan kriteria interpretasi yang digunakan, kedua hubungan tergolong cukup kuat, tetapi arahnya berlawanan. Dengan demikian, titik dengan kelimpahan fitoplankton lebih tinggi cenderung memperlihatkan pertumbuhan panjang dan berat yang lebih rendah selama periode pengamatan. Korelasi tersebut tidak dapat langsung dimaknai sebagai hubungan sebab-akibat.

Temuan ini tidak sepenuhnya sejalan dengan asumsi bahwa peningkatan jumlah fitoplankton selalu mempercepat pertumbuhan organisme *filter feeder*. Kelimpahan sel di kolom air belum tentu menggambarkan jumlah pakan yang dapat disaring dan dimanfaatkan oleh tiram. Pemanfaatannya bergantung pada komposisi jenis, ukuran sel, nilai nutrisi, aliran air, dan kemampuan filtrasi. Auliyah et al. (2024) juga menunjukkan bahwa pengaruh fitoplankton terhadap pertumbuhan ditentukan oleh jenis dan komposisinya. Sementara itu, Fathurrahman et al. (2015) menempatkan fitoplankton sebagai indikator kesesuaian lingkungan, bukan satu-satunya faktor yang mengendalikan pertumbuhan tiram mutiara.

Arah hubungan negatif juga dapat dijelaskan oleh kondisi hidrodinamika pada media pemeliharaan. Kelimpahan fitoplankton yang tinggi di perairan tidak menjamin bahwa partikel tersebut mencapai insang tiram apabila sirkulasi air di dalam media budidaya terhambat. Cartón-García et al. (2013) menjelaskan bahwa hambatan aliran air dapat mengurangi suplai pakan alami yang terbawa arus. Oleh karena itu, tingginya kelimpahan pada sampel air mungkin tidak sepenuhnya merepresentasikan ketersediaan makanan pada posisi tiram dipelihara.

Peran Biofouling dan Implikasi Ekologis

Keberadaan *biofouling* menjadi faktor lain yang berpotensi melemahkan hubungan antara fitoplankton dan pertumbuhan tiram. Organisme penempel dapat tumbuh pada cangkang maupun sarana pemeliharaan dan menimbulkan kompetisi terhadap plankton. Southgate (2008) mendefinisikan *biofouling* sebagai organisme yang melekat pada suatu substrat, sedangkan Toreh et al. (2018) menunjukkan keberadaannya sebagai organisme pengotor pada cangkang tiram mutiara.

Sebagian organisme penempel juga bersifat *filter feeder* sehingga menggunakan sumber makanan yang sama dengan tiram. Kompetisi tersebut dapat mengurangi nutrisi yang tersedia sekaligus menghambat sirkulasi air dan proses filtrasi (Distefano & Gamberi, 2022). Penempelan teritip pada cangkang bahkan dapat menghambat pertumbuhan dan memicu kondisi kerdil atau *stunted* (Tomatala, 2014). Kondisi ini memberikan penjelasan biologis yang lebih kuat terhadap korelasi negatif yang ditemukan: peningkatan kelimpahan fitoplankton di perairan belum tentu meningkatkan asupan makanan jika tiram menghadapi persaingan, gangguan aliran, atau penutupan permukaan cangkang.

Temuan penelitian menegaskan bahwa pertumbuhan *P. maxima* merupakan hasil interaksi antara kuantitas dan mutu fitoplankton, kualitas air, hidrodinamika, kondisi fisiologis, serta tekanan *biofouling*. Implikasi praktisnya, pengelolaan budidaya tidak cukup hanya mengandalkan tingginya kelimpahan fitoplankton. Pemantauan komposisi fitoplankton, pembersihan cangkang dan media pemeliharaan, pengaturan kepadatan, serta pemeliharaan kelancaran arus perlu dilakukan secara terpadu.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kelimpahan fitoplankton di lokasi penelitian bervariasi antara 15.400–17.336 sel/L, dengan nilai tertinggi pada sampel 8 dan terendah pada sampel 1. Korelasi Pearson menunjukkan hubungan negatif yang cukup kuat antara kelimpahan fitoplankton dan pertumbuhan panjang ($r = -0,550$) maupun berat ($r = -0,506$) tiram mutiara. Arah hubungan tersebut diperkuat oleh persamaan regresi $Y = 0,09863 - 0,01141X$ untuk panjang dan $Y = 0,12143 - 0,01451X$ untuk berat. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan kelimpahan fitoplankton tidak selalu diikuti peningkatan pertumbuhan tiram karena pertumbuhannya turut ditentukan oleh kualitas perairan, arus, efisiensi pemanfaatan pakan, dan keberadaan *biofouling*.

Saran

Penelitian selanjutnya perlu melibatkan sampel yang lebih banyak dan periode pengamatan yang lebih panjang agar pola hubungan yang diperoleh lebih representatif. Pengukuran juga sebaiknya mencakup komposisi fitoplankton, kandungan nutrisi, oksigen terlarut, kecepatan arus, dan kepadatan *biofouling* sehingga kontribusi setiap faktor terhadap pertumbuhan tiram mutiara dapat dianalisis secara lebih menyeluruh.

DAFTAR REFERENSI

- Abida, I. W. (2010). Struktur komunitas dan kelimpahan fitoplankton di perairan Muara Sungai Porong, Sidoarjo. *Jurnal Kelautan*, 3(1), 36–40. <https://journal.trunojoyo.ac.id/jurnalkelautan/article/viewFile/840/739>
- Akbar, R., Sukmawati, U. S., & Katsirin, K. (2023). Analisis data penelitian kuantitatif: Pengujian hipotesis asosiatif korelasi. *Jurnal Pelita Nusantara*, 1(3), 430–448. <https://doi.org/10.59996/jurnalpelitanusantara.v1i3.350>
- Alputra, M. H., Putriningtias, A., & Isma, M. F. (2022). Effect of different stocking densities on survival and growth of pomfret (*Colossoma macropomum*). *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, 6(1), 6–13. <https://doi.org/10.33059/jisa.v6i1.6508>
- American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Pollution Control Federation. (1989). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (17th ed.). American Public Health Association.
- Anwar, K., Toelihere, M. R., Affandi, R., Azwar, N. R., & Riani, E. (2004). Kebiasaan makan tiram mutiara *Pinctada maxima* di perairan Teluk Sekotong, Lombok. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 11(2), 73–79.
- Auliyah, A. N., Mukhlis, A., & Asri, Y. (2024). Pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup spat kerang mutiara (*Pinctada maxima*) dengan kombinasi fitoplankton *Chaetoceros amami* dan *Nitzschia* sp. *Journal of Fish Nutrition*, 3(1), 29–38. <https://doi.org/10.29303/jfn.v3i1.5254>
- Cokrowati, N., Amir, S., Abidin, Z., Setyono, B. D. H., & Damayanti, A. A. (2014). Kelimpahan dan komposisi fitoplankton di perairan Teluk Kodek, Pemenang, Lombok Utara. *Depik*, 3(1), 21–26.
- de Nys, R., & Ison, O. (2008). Biofouling. In P. C. Southgate & J. S. Lucas (Eds.), *The pearl oyster* (pp. 527–553). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52976-3.00015-2>
- Fathurrahman, & Aunurohim. (2014). Kajian komposisi fitoplankton dan hubungannya dengan lokasi budidaya kerang mutiara (*Pinctada maxima*) di perairan Sekotong, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Teknik POMITS*, 3(2), E93–E98. <https://media.neliti.com/media/publications/15471-ID-kajian-komposisi-fitoplankton-dan-hubungannya-dengan-lokasi-budidaya-kerang-muti.pdf>
- Fitridge, I., Dempster, T., Guenther, J., & de Nys, R. (2012). The impact and control of biofouling in marine aquaculture: A review. *Biofouling*, 28(7), 649–669. <https://doi.org/10.1080/08927014.2012.700478>
- Hamzah, M. S. (2008). Pengamatan kualitas hasil operasi penyuntikan mutiara kerang mabe (*Pteria penguin*) di perairan Teluk Kapontori, Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. In D. Hardianto & M. Taufiqurrohman (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Kelautan IV* (pp. II-173–II-178). Universitas Hang Tuah.
- Hamzah, M. S., & Nababan, B. (2009). Studi pertumbuhan dan kelangsungan hidup anakan kerang mutiara (*Pinctada maxima*) pada kedalaman berbeda di Teluk Kapontori, Pulau Buton. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1(2), 22–32. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalikt/article/view/7870>
- Hamzah, M. S., & Setyono, D. E. D. (2009). Studi pertumbuhan dan kelangsungan hidup anakan kerang mutiara (*Pinctada maxima*) pada kondisi suhu yang berbeda. In M. R.

- Putri, S. Hadi, D. E. D. Setyono, & F. Suciatty (Eds.), *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan ISOI 2008* (pp. 240–246). Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia.
- Janah, S., Rahmawati, L., Nisa, A. C., Wulandari, H., Nisa, C. A., Apriyanti, Z. N., & Febriyantiningrum, K. (2024). Kelimpahan fitoplankton sebagai penentu indikator kualitas ekosistem perairan estuari di kawasan konservasi Mangrove Baros, Bantul, D.I. Yogyakarta. *Binar: Biology Natural Resources Journal*, 3(1), 40–47. <https://doi.org/10.55719/binar.v3i2.1351>
- Kota, R. (2016). Pengaruh kedalaman terhadap kelangsungan hidup (*survival rate*) benih tiram mutiara (*Pinctada maxima*) stadia spat. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 9(1), 30–38. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.9.1.30-38>
- Laka, R. E., Tjendanawangi, A., & Santoso, P. (2023). Pengaruh kedalaman terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan anakan tiram mutiara (*Pinctada maxima*) di PT Timor Otsuki Mutiara, Bolok, Kupang Barat. *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan*, 3(2), 101–107. <https://jurnal.politanikoe.ac.id/index.php/jvip/article/view/6918>
- Mishbach, I., Zainuri, M., Widianingsih, W., Kusumaningrum, H. P., Sugianto, D. N., & Pribadi, R. (2021). Analisis nitrat dan fosfat terhadap sebaran fitoplankton sebagai bioindikator kesuburan perairan Muara Sungai Bodri. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1), 88–104. <https://doi.org/10.14710/buloma.v10i1.34645>
- Mujib, A. S., Damar, A., & Wardiatno, Y. (2015). Distribusi spasial dinoflagelata planktonik di perairan Makassar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(2), 479–492. <https://doi.org/10.28930/jitkt.v7i2.11033>
- Nasution, A., Widyorini, N., & Purwanti, F. (2019). Analisis hubungan kelimpahan fitoplankton dengan kandungan nitrat dan fosfat di perairan Morosari, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal*, 8(2), 78–86. <https://doi.org/10.14710/marj.v8i2.24230>
- Paiki, K., & Kalor, J. D. (2017). Distribusi nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton di perairan pesisir Yapen Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 1(2), 65–71. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2017.001.02.3>
- Rahmah, N., Zulfikar, A., & Apriadi, T. (2022). Kelimpahan fitoplankton dan kaitannya dengan beberapa parameter lingkungan perairan di Estuari Sei Carang, Kota Tanjungpinang. *Journal of Marine Research*, 11(2), 189–200. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.32945>
- Rahman, A., Haeruddin, Ghofar, A A., & Purwanti, F. (2022). Kondisi kualitas air dan struktur komunitas diatom (Bacillariophyceae) di Sungai Babon. *Saintektek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 18(2), 125–129. <https://doi.org/10.14710/ijfst.18.2.125-129>
- Rahman, E. C., Masyamsir, & Rizal, A. (2016). Kajian variabel kualitas air dan hubungannya dengan produktivitas primer fitoplankton di perairan Waduk Darma, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 7(1), 93–102. <https://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/13946>
- Ridho, M. R., Patriono, E., & Mulyani, Y. S. (2020). Hubungan kelimpahan fitoplankton, konsentrasi klorofil-a, dan kualitas perairan pesisir Sungsang, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i1.25745>

- Rigittaitta, T. M. A., Maslukah, L., & Yusuf Yusuf, M. (2015). Sebaran fosfat dan nitrat di perairan Morodemak, Kabupaten Demak. *Jurnal Oseanografi*, 4(2), 415–422.
- Rosada, K. K., Sunardi, Pribadi, T. D.. K., & Putri, S. A. (20177). Struktur komunitas fitoplankton pada berbagai kedalaman di Pant Pantai Timur Pananjung Pangandaran. *Jurnal Biodjati*, 2(1), 30–37. <https://doi.org/10.15575/biodjati.v2i1.1290>
- Setiawan, A., Mohadi, R., & Setiawan, D. (2018). Komposisi, kekayaan, dan kelimpahan plankton di perairan Sungai Simpang Heran dan Sungai Sugihan sebagai instrumen bioindikator lingkungan hidup. *Jurnal Penelitian Sains*, 20(1), 20–24.
- Sombak, N. M., Linggi, Y., & Santoso, P. (2025). Jenis dan kepadatan fitoplankton pada kedalaman berbeda di lokasi budidaya kerang mutiara di Balai Perikanan Budidaya Laut Lombok. *Jurnal Aquatik*, 8(1), 81–90. <https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/jaqu/article/download/23528/8409/>
- Southgate, P. C. (2008). Pearl oyster culture. In P. C. Southgate & J. S. Lucas (Eds.), *The pearl oyster* (pp. 231–272). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52976-3.00007-3>
- Strack, E. (2008). Introduction. In P. C. Southgate & J. S. Lucas (Eds.), *The pearl oyster* (pp. 1–35). Elsevier.
- Taufiq-SPJ, N., Hartati, R., Cullen, J., & Masjhoer, J. M. (2007). Pertumbuhan tiram mutiara (*Pinctada maxima*) pada kepadatan berbeda. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 12(1), 31–38. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.12.1.31-38>
- Tomatala, P. (2014). Efektivitas penggunaan bingkai jaring pada penjarangan benih kerang mutiara, *Pinctada maxima*. *e-Journal Budidaya Perairan*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.35800/bdp.2.1.2014.3786>
- Toreh, P. T. J., Mamangkey, N. G. F., Boneka, F. B., Kussen, J. D., & Lumuindong, F. (2018). Species inventory and weight measurements of biofoulings attached on the pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, from Arakan waters, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 6(2), 106–113. <https://doi.org/10.35800/jip.6.2.2018.20651>
- Urbasa, P. A., Undap, S. L., & Rompas, R. J. (2015). Dampak kualitas air pada budi daya ikan dengan jaring tancap di Desa Toulimembet, Danau Tondano. *e-Journal Budidaya Perairan*, 3(1), 59–67. <https://doi.org/10.35800/bdp.3.1.2015.6932>
- Weckström, J., & Korhola, A. (2001). Patterns in the distribution, composition and diversity of diatom assemblages in relation to ecoclimatic factors in Arctic Lapland. *Journal of Biogeography*, 28(1), 31–45. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00537.x>
- Whalan, S., Puotinen, M., Wakeford, M., Parnum, I., & Miller, K. (2021). Distribution of the pearl oyster *Pinctada maxima* off Eighty Mile Beach, Western Australia. *Frontiers in Marine Science*, 8, Article 679749. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.679749>
- Xiang, L., Su, J., Zheng, G., Liang, J., Zhang, G., Wang, H., Xie, L., & Zhang, R. (2013). Patterns of expression in the matrix proteins responsible for nucleation and growth of aragonite crystals in flat pearls of *Pinctada fucata*. *PLOS ONE*, 8(6), Article e66564. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066564>
- Ye, B., Gu, Z., Zhang, X., Yang, Y., Wang, A., & Liu, C. (2022). Comparative effects of microalgal species on growth, feeding, and metabolism of pearl oysters, *Pinctada fucata martensii* and *Pinctada maxima*. *Frontiers in Marine Science*, 9, Article 895386. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.895386>

Zainuri, M., Indriyawati, N., Syarifah, W., & Fitriyah, A. (2023). Korelasi intensitas cahaya dan suhu terhadap kelimpahan fitoplankton di perairan Estuari Ujung Piring, Bangkalan. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1), 20–26.
<https://doi.org/10.14710/buloma.v12i1.44763>