

KULTUR PAKAN ALAMI *SPIRULINA PLATENSIS* PADA SKALA LABORATORIUM

[Natural Feed Culture of *Spirulina platensis* on Laboratory Scale]

Nursadilah¹⁾, Thoy Batun Citra Rahmadani^{2)*}

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Indonesia

citra@unram.ac.id (corresponding)

ABSTRAK

Mikroalga *Spirulina platensis* merupakan salah satu sumber pakan alami yang kaya nutrisi dan berpotensi tinggi untuk dikembangkan pada skala laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan *Spirulina platensis* pada kultur skala laboratorium serta parameter kualitas air yang mendukungnya. Pengamatan dilakukan terhadap kepadatan *Spirulina platensis* dan kualitas air yang meliputi suhu serta salinitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Spirulina platensis* mengalami fase lag pada hari ke-0 hingga ke-4 dengan kepadatan 72.356–184.713 unit/mL, kemudian memasuki fase eksponensial pada hari ke-5 hingga ke-8 dengan kepadatan mencapai 1.601.910 unit/mL. Kondisi suhu selama penelitian berkisar antara 23–25°C dan salinitas stabil pada 15 ppt, yang masih berada dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan *Spirulina platensis*. Penggunaan pupuk KW21 terbukti mendukung pertumbuhan mikroalga ini secara optimal karena mengandung unsur hara makro dan mikro yang lengkap. Secara keseluruhan, kultur *Spirulina platensis* pada skala laboratorium menunjukkan pertumbuhan yang baik dan dapat digunakan sebagai stok awal untuk pengembangan kultur skala semi-massal.

Kata kunci: Pupuk; Mikroalga; Skala Laboratorium; *Spirulina platensis*

ABSTRACT

Spirulina platensis microalgae is a nutrient-rich natural food source with high potential for laboratory-scale development. This study aims to determine the growth of *Spirulina platensis* in laboratory-scale culture and the water quality parameters that support it. Observations were made on the density of *Spirulina platensis* and water quality including temperature and salinity. The results showed that *Spirulina platensis* experienced a lag phase on days 0 to 4 with a density of 72,356–184,713 units/mL, then entered the exponential phase on days 5 to 8 with a density reaching 1,601,910 units/mL. Temperature conditions during the study ranged from 23–25°C and salinity was stable at 15 ppt, which is still within the optimal range for *Spirulina platensis* growth. The use of KW21 fertilizer has been proven to support the optimal growth of this microalgae because it contains complete macro and micro nutrients. Overall, *Spirulina platensis* culture at laboratory scale showed good growth and can be used as a starting stock for the development of semi-mass scale culture.

Keywords: Fertilizer; Laboratory Scale; Microalgae; *Spirulina platensis*

PENDAHULUAN

Industri perikanan memegang peranan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan global. Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan industri perikanan adalah ketersediaan pakan yang berkualitas, terutama pada tahap pembenihan ikan dan organisme akuatik lainnya. Pakan alami menjadi salah satu pilihan utama karena memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, mudah ditemukan dan tersedia dalam jumlah melimpah, sehingga dapat mendukung kelangsungan hidup larva. Keunggulan lainnya adalah kemampuannya berkembang biak dengan cepat dalam waktu singkat dan biaya produksi yang relatif rendah (Bangun *et al.*, 2015).

Salah satu sumber utama pakan alami yang kaya nutrisi adalah mikroalga. Mikroalga adalah jenis alga berukuran mikroskopis yang termasuk dalam kelompok tumbuhan primitif bersel satu dan sering disebut sebagai fitoplankton. Organisme ini memanfaatkan energi matahari serta karbon dioksida dalam proses fotosintesis, menjadikannya sebagai produsen primer dalam ekosistem perairan. Mikroalga memiliki laju pertumbuhan yang cepat, dengan siklus hidup yang dapat berlangsung dari beberapa hari hingga beberapa minggu (Ilhamidy *et al.*, 2020). Jenis mikroalga yang banyak digunakan dalam industri perikanan adalah *Spirulina platensis*.

Spirulina platensis termasuk jenis fitoplankton yang berperan sebagai pakan alami di perairan. Menurut Buwono & Nurhasanah, (2018) *Spirulina* mengandung nutrisi yang lengkap, termasuk protein 60-70%, dan lemak 1,5-12%. Selain itu, *Spirulina* sering dimanfaatkan sebagai pakan tambahan untuk ikan hias karena kandungan pigmennya mampu meningkatkan warna tubuh ikan. Beberapa pigmen yang terdapat dalam *Spirulina* antara lain klorofil (0,08%), beta-karoten (0,23%), dan xantofil (0,12–0,15%). Selanjutnya Cahya *et al.*, (2020) menyatakan bahwa *Spirulina platensis* juga kaya akan asam amino esensial seperti leusin, isoleusin, dan valin, serta kandungan vitaminnya pun beragam, termasuk provitamin A, vitamin B12, dan karoten. Keunggulan lainnya adalah ukurannya yang kecil, sehingga mudah dicerna oleh larva udang dan ikan serta sesuai dengan bukaan mulutnya.

Sampai saat ini penggunaan pakan alami pada larva belum sepenuhnya bisa tergantikan oleh pakan buatan. Berdasarkan hasil penelitian Cahyadi *et al.*, (2020) menyatakan bahwa meskipun pakan buatan telah ditambahkan enzim hingga dosis 2 g/kg, namun belum mampu menghasilkan pertumbuhan larva ikan lele Afrika (*Clarias gariepinus*) yang setara dengan pemberian pakan alami berupa cacing sutra. Pakan alami tetap menunjukkan keunggulan dari segi bobot dan panjang akhir larva, serta aktivitas enzim pencernaan yang lebih baik. Hal ini mendorong pentingnya menjaga ketersediaan dan kualitas *Spirulina* melalui teknik kultur yang tepat. Menurut Arrosyd *et al.*, (2024) keberhasilan kultur *Spirulina platensis* dipengaruhi oleh beberapa faktor eksternal, seperti pH, suhu, salinitas, intensitas cahaya, kandungan nutrisi, aerasi, dan ketersediaan karbon dioksida.

Peranan pakan alami yang belum bisa tergantikan menyebabkan ketersediaannya penting untuk dijaga. Salah satu cara yang bisa dilakukan yaitu dengan melakukan kultur awal di laboratorium. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengamatan kultur skala laboratorium pada pakan alami jenis *Spirulina platensis*.

METODE PENELITIAN

Kegiatan ini dilaksanakan selama 45 hari dari tanggal 7 Mei sampai 20 Juni 2025 di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara, Jawa Tengah. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung. Parameter pengamatan meliputi:

Kepadatan *Spirulina platensis*

Menurut Cahya *et al.*, (2020), rumus untuk menghitung kepadatan harian *Spirulina* adalah sebagai berikut:

$$d = \frac{N \times 1000}{A}$$

Keterangan:

d = Jumlah kelimpahan fitoplankton

N = Jumlah fitoplankton yang diamati

A = Jumlah kotak sampel yang diamati

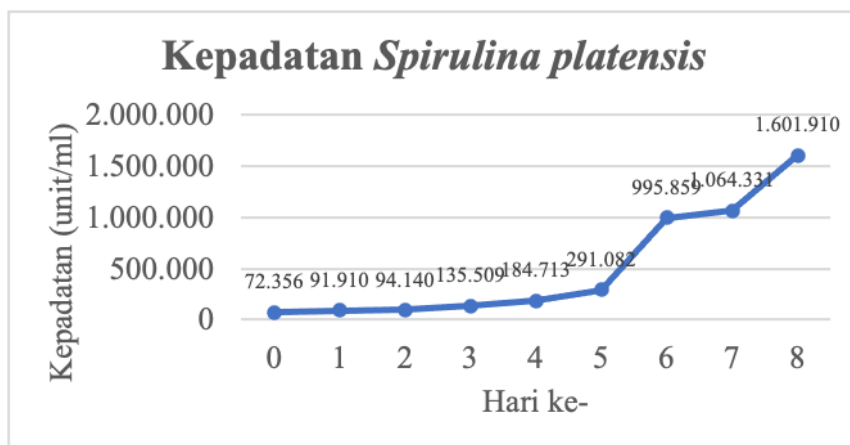
Kualitas air

Pengukuran kualitas air dilakukan sebagai data pendukung yang mencakup parameter suhu dan salinitas. Pengukuran dilakukan setiap hari selama kegiatan kultur guna memastikan stabilitas kondisi lingkungan yang berperan dalam mendukung proses perkembangan dan pertumbuhan *Spirulina platensis*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kultur *Spirulina platensis* skala laboratorium merupakan kultur awal yang dilakukan dengan menggunakan wadah kaca steril seperti erlenmeyer. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari Wahyuni *et al.*, (2018) bahwa budidaya *Spirulina platensis* pada skala laboratorium memerlukan ketelitian tinggi dan keahlian khusus dalam pengelolaannya, karena tingkat kegagalannya cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya dalam skala yang lebih besar. Proses ini umumnya dilakukan dalam wadah kaca atau plastik yang telah disterilkan guna mencegah kontaminasi serta mendukung pertumbuhan yang optimal. Kultur hasil laboratorium ini kemudian dimanfaatkan sebagai stok awal untuk pengembangan pada skala semi-massal, yang menjadi tahap awal sebelum produksi dalam jumlah besar dilakukan.

Selanjutnya, dalam proses kultur *Spirulina platensis* skala laboratorium dimulai dengan menyiapkan media air. Media yang digunakan memiliki salinitas sebesar 15 ppt, sehingga diperlukan perhitungan pengenceran terlebih dahulu. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa untuk memperoleh air bersalinitas 15 ppt dengan volume 2000 ml, diperlukan 1.034 ml air laut dan 966 ml air tawar. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari Widawati *et al.*, (2022) bahwa *Spirulina platensis* dapat tumbuh dengan baik pada media air yang bersalinitas 15 ppt. Setelah perhitungan dilakukan, air laut yang telah disterilisasi disaring dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer berkapasitas 2000 ml atau 2 liter. Selanjutnya, ditambahkan air tawar steril sesuai hasil perhitungan pengenceran. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari Anton *et al.*, (2023) bahwa wadah yang digunakan untuk kultur skala laboratorium menggunakan erlenmeyer berukuran 2 liter yang diisi dengan campuran air laut dan air tawar sesuai dengan salinitas yang dibutuhkan sebagai media air.



Gambar 1. Grafik Kepadatan *Spirulina platensis*

Berdasarkan grafik kepadatan *Spirulina platensis* pada kultur skala laboratorium, dapat dilihat bahwa pada hari ke-0 hingga hari ke-4, pertumbuhan *Spirulina platensis* berada pada fase lag, yaitu fase adaptasi. Pada fase ini, pertumbuhan berlangsung lambat karena sel sedang menyesuaikan diri dengan lingkungan baru. Hal ini terlihat dari peningkatan kepadatan yang relatif kecil dari hari ke hari, yaitu dari 72.356 unit/mL pada hari ke-0 naik sedikit demi sedikit menjadi 184.713 unit/mL pada hari ke-4. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari Tewal *et al.*, (2021) bahwa fase lag, atau dikenal juga sebagai fase adaptasi adalah tahap di mana terjadi penambahan/peningkatan jumlah enzim didalam sel yang berkaitan dengan proses pembelahan sel. Kondisi ini mengindikasikan bahwa *Spirulina platensis* yang dibudidayakan dalam media dengan penambahan pupuk mulai beradaptasi dengan baik serta mulai memanfaatkan kandungan nutrisi dalam pupuk untuk mempersiapkan diri menuju fase pembelahan sel.

Memasuki hari ke-5 hingga ke-6, mulai terjadi peningkatan pertumbuhan cukup cepat atau disebut juga dengan fase eskponensial yang ditunjukkan oleh kenaikan kepadatan dari 291.082 unit/mL menjadi 995.859 unit/mL. Peningkatan ini menunjukkan bahwa *Spirulina platensis* sudah mampu beradaptasi dengan lingkungan dan dapat memanfaatkan nutrisi yang tersedia dengan lebih baik. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari Widawati *et al.*, (2022) bahwa fase eksponensial ditandai dengan laju pembelahan sel yang cepat. Fase ini merupakan tahap pertumbuhan pesat yang dipicu

oleh peningkatan aktivitas fotosintesis, sehingga mampu menghasilkan biomassa dalam jumlah tinggi. Dilanjutkan oleh pernyataan Cahya *et al.*, (2020) bahwa pertumbuhan yang terjadi sangat cepat pada fase eksponensial ini dapat terjadi karena *Spirulina* telah mampu memanfaatkan media yang kaya akan nutrisi untuk mendukung aktivitas pertumbuhannya secara optimal.

Pada hari ke-6, kepadatan *Spirulina platensis* tercatat sebesar 995.859 unit/mL dan mengalami sedikit peningkatan kepadatan menjadi 1.064.331 unit/mL pada hari ke-7. Meskipun masih terjadi pertumbuhan tetapi laju peningkatan *Spirulina* tidak sebesar hari sebelumnya. Diduga hal ini dipengaruhi oleh adanya perubahan suhu, di mana pada hari ke-6 berada pada suhu 24°C dan meningkat menjadi 25°C pada hari ke-7. Peningkatan suhu ini diduga memberikan pengaruh terhadap aktivitas fisiologis sel *Spirulina*, sehingga laju pertumbuhannya sedikit melambat. Hal ini sejalan dengan pernyataan Rehman *et al.*, (2025) bahwa suhu yang tinggi dapat memengaruhi pertumbuhan *Spirulina* serta komponen struktur selnya seperti lipid dan protein, termasuk proses metabolismenya. Peningkatan suhu juga dapat memicu stres oksidatif yang menyebabkan kerusakan sel dan menurunnya produksi pigmen fotosintesis. Akibat dari kerusakan tersebut, nutrisi yang seharusnya digunakan untuk mendukung pertumbuhan lebih banyak dialokasikan untuk memperbaiki sel yang rusak. Kondisi ini menyebabkan pertumbuhan *Spirulina* menjadi lambat atau kurang optimal.

Selanjutnya, pada hari ke-8, pertumbuhan kembali meningkat dengan kepadatan mencapai 1.601.910 unit/mL. Kenaikan ini diduga berkaitan dengan penurunan suhu kembali menjadi 24°C, dibandingkan sebelumnya. Perubahan suhu ini diduga memberikan kondisi yang lebih sesuai bagi *Spirulina platensis* untuk kembali mengalami peningkatan pertumbuhan. Hal ini menunjukkan bahwa fluktuasi suhu harian dapat memengaruhi laju pertumbuhan mikroalga, meskipun masih berada dalam rentang suhu yang umumnya mendukung. Diduga, pada saat suhu kembali menurun, kondisi sel *Spirulina* mulai membaik sehingga nutrisi yang tersedia dapat kembali difokuskan untuk mendukung proses pertumbuhan, bukan lagi untuk memperbaiki kerusakan sel. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari Rehman *et al.*, (2025) yang menyatakan bahwa suhu yang lebih rendah yaitu mendekati 20°C membuat pertumbuhan *Spirulina* meningkat karena kondisi sel menjadi lebih stabil. Dengan berkurangnya tekanan stres, *Spirulina* mampu memanfaatkan kembali nutrisi yang tersedia untuk mendukung proses pembelahan dan pertumbuhan sel. Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan bahwa kultur *Spirulina platensis* belum mencapai fase stasioner pada hari ke-8, karena kepadatan masih menunjukkan peningkatan.

Setelah fase eksponensial, secara umum kultur mikroalga seperti *Spirulina* akan mengalami tiga fase lanjutan, yaitu fase stasioner, fase penurunan pertumbuhan, dan fase kematian. Pada fase stasioner, laju pertumbuhan mulai menurun karena kepadatan sel tinggi dan kondisi lingkungan mulai tidak optimal. Selanjutnya, pada fase penurunan, sel-sel mulai mengalami kerusakan dan kematian lebih banyak dari sebelumnya. Akhirnya, pada fase kematian, sebagian besar sel kehilangan viabilitas dan populasi menurun drastis. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari Leksono & Mutiara (2017) bahwa fase terakhir mikroalga adalah fase kematian, di mana pada tahap ini jumlah atau kepadatan mikroalga menurun. Penurunan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ketersediaan nutrisi, intensitas cahaya, suhu lingkungan, serta usia mikroalga. Kematian sel umumnya terjadi karena nutrisi yang tersisa dalam media sudah tidak mencukupi untuk menopang proses pertumbuhan dan kelangsungan hidup sel. Namun, ketiga fase akhir ini tidak terlihat pada grafik karena kultur *Spirulina* tidak dilanjutkan hingga akhir siklus hidupnya. Kultur dihentikan lebih awal dan dialihkan ke tahap selanjutnya yaitu skala semi-massal, sehingga grafik hanya menunjukkan fase pertumbuhan awal dan eksponensial tanpa mencapai fase stasioner maupun kematian.

Dalam kegiatan kultur, digunakan pupuk jenis KW21. Pupuk sangat penting dalam proses kultur mikroalga, menurut Buwono & Nurhasanah (2018) pupuk harus diberikan sesuai dengan dosis, jika pupuk yang diberikan sedikit atau terlalu banyak maka pertumbuhan *Spirulina* akan terhambat. Pupuk KW21 telah banyak digunakan untuk pertumbuhan fitoplankton seperti *Chlorella* sp. Hasil penelitian Kristiana *et al.*, (2025) menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis pemberian pupuk KW21 pertumbuhan *Chlorella* sp. juga semakin meningkat. Pupuk KW21 memiliki beberapa keunggulan dalam budidaya *Spirulina platensis*, diantaranya adalah kandungan nutrisinya yang lengkap dan seimbang, sehingga mampu mendukung pertumbuhan optimal mikroalga tersebut. Pupuk ini dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan unsur hara makro dan mikro yang diperlukan oleh

fitoplankton seperti *Spirulina platensis*. Beberapa kandungan dalam pupuk KW21 yaitu nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, dan unsur mikro lainnya. Selain itu, KW21 juga mudah larut dalam air.

Nitrogen termasuk dalam unsur yang penting bagi mikroalga, khususnya *Spirulina platensis*. Nitrogen berperan penting untuk menyusun biokimia jaringan seperti protein dan lemak. Selain itu, nitrogen juga mempengaruhi kandungan flavonoid dan fikosianin (Notonegoro *et al.*, 2018). Fikosianin merupakan pigmen biru yang berfungsi menyimpan cadangan nitrogen, sebagai antioksidan dan anti inflamatori.

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Air Selama Pemeliharaan

Hari ke-	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)
1	23	15
2	24	15
3	24	15
4	25	15
5	24	15
6	24	15
7	25	15
8	24	15

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air yang didapatkan bahwa pada hari ke-1 sampai hari ke-8 nilai salinitas dan nilai suhu pada kultur *Spirulina platensis* tersebut tidak mengalami perubahan yang begitu drastis, sehingga salinitas dan suhu pada kultur tersebut berada dalam batas optimal untuk pertumbuhan *Spirulina*. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari Prasadi, (2018) bahwa suhu dan salinitas merupakan dua parameter penting yang menentukan kualitas air bagi pertumbuhan optimal *Spirulina platensis*. Suhu ideal untuk mikroalga ini berkisar antara 20–30°C, di mana suhu media pada 29°C masih termasuk dalam batas optimal untuk mendukung pertumbuhan sel dan aktivitas metabolik yang tinggi. Selain itu, salinitas juga memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan osmotik sel. *Spirulina platensis* tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas 15–20 ppt. Jika salinitas melebihi batas tersebut, proses fisiologis seperti fotosintesis dapat terganggu, sehingga berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan produktivitas biomassa.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pengamatan, kultur *Spirulina platensis* pada skala laboratorium menunjukkan hasil pertumbuhan yang baik dan stabil dalam kondisi lingkungan yang terkontrol. *Spirulina platensis* mengalami fase lag pada hari ke-0 hingga ke-4 dan memasuki fase eksponensial pada hari ke-5 hingga ke-8 dengan kepadatan tertinggi mencapai 1.601.910 unit/mL. Faktor lingkungan seperti suhu dan salinitas berperan penting dalam mendukung pertumbuhan. Dengan demikian, kultur *Spirulina platensis* skala laboratorium dapat dijadikan sebagai stok awal untuk pengembangan pada skala semi-massal dan produksi pakan alami bagi organisme akuatik.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar kegiatan kultur *Spirulina platensis* ke depan dilakukan dengan pengendalian yang lebih ketat terhadap faktor lingkungan seperti suhu, pH, dan intensitas cahaya guna memperoleh pertumbuhan yang lebih stabil dan optimal. Selain itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh variasi dosis pupuk KW21 serta perbandingan dengan jenis pupuk lain terhadap laju pertumbuhan dan kandungan nutrisi *Spirulina platensis*. Pengamatan juga sebaiknya diperpanjang hingga fase stasioner dan kematian agar dapat diketahui waktu panen yang paling efisien serta dinamika pertumbuhan secara menyeluruh sebagai dasar pengembangan kultur pada skala semi-massal dan massal dalam mendukung produksi pakan alami berkelanjutan bagi industri perikanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton., Renitasari, D. P., Supryady., & Rasnijal, M. (2023). Kepadatan Sel *Spirulina platensis* pada Skala Laboratorium, Semi Massal, dan Skala Massal yang Dipelihara pada Salinitas 2 ppt. *Jurnal Intek Akuakultur*, 7(2), 1-9.
- Arrosyd, M. A., Santosa, G. W., & Endrawati, H. (2024). Laju Pertumbuhan dan Kandungan Fikosianin *Spirulina* sp. pada Konsentrasi Urea yang Berbeda. *Buletin Oseanografi Marina*, 13(1), 100-106.
- Bangun, H. H., Hutabarat, S., & Ain, C. (2015). Perbandingan Laju Pertumbuhan *Spirulina platensis* pada Temperatur yang Berbeda dalam Skala Laboratorium. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 4(1), 74-81.
- Buwono, N. R & Nurhasanah, R. Q. (2018). Studi Pertumbuhan Populasi *Spirulina* sp. pada Skala Kultur yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Vol. 10(1): 26-33.
- Cahya, N., Wasposito, S., & Setyono, B. D. H. (2020). Analisis Pertumbuhan *Spirulina* sp. dengan Kombinasi Pupuk yang Berbeda. *Jurnal Perikanan Unram*, 10(2), 123-133.
- Cahyadi, U., Jusadi, D., Fauzi, I. A., & Sunarma, A. (2020). Peran Penambahan Enzim pada Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan Larva Ikan Lele Afrika *Clarias garipienus* Burchell, 1822. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 20(2), 155-169.
- Ilhamdy, A. F. (2020). Kultivasi *Spirulina platensis* Menggunakan Media Walne dalam Skala Laboratorium. *Marinade*, 3(02), 114-120.
- Kristiana, I., Maarip, M.Y. S, Syah, I.F., Pietoyo, A., Sudino, D., Andayani, T.R. (2025). Aplikasi Pupuk KW21 untuk Meningkatkan Kepadatan dan Laju Pertumbuhan Harian Sel *Chlorella* sp. *Marine and Fisheries Science Technology Journal*, 6(1), 37-46.
- Leksono, A. W., & Mutiara, D. (2017). Penggunaan Pupuk Organik Cair Hasil Fermentasi dari *Azolla Pinnata* terhadap Kepadatan Sel *Spirulina* sp. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 12(1), 56-65.
- Notonegoro, H., Setyaningsih, I., Tarman, K. (2018). Kandungan Senyawa Aktif *Spirulina platensis* yang Ditumbuhkan pada Media Walne dengan Konsentrasi NaNO_3 Berbeda. *JPB Kelautan dan Perikanan*. Vol. 13(2). 111-122.
- Prasadi, O. (2018). Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina* sp. dalam Media Pupuk sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10(2), 119-123.
- Rehman, M., Shah, T., Shabir, T., Iqra, Din, T. U., Chahar, M., ... & Kinki, A. B. (2025). Growth of *Spirulina* spp. at Different Temperatures and Their Impact on Pigment Production, Oxidants and Antioxidants Profile. *Plos One*, 20(2), 1-11.
- Tewal, F., Kemer, K., Rimper, J. R.T.S.L., Mantiri, D.M.H., Pelle, W.E., Mudeng, J.P. (2021). Laju Pertumbuhan dan Kepadatan Mikroalga *Dunaliella* sp. pada Pemberian Timbal Asetat dengan Konsentrasi yang Berbeda. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 9(1), 30-37.
- Wahyuni, N., Masithah, E. D., Soemarjati, W., Suciyo, S., & Ulkhaq, M. F. (2018). Pola Pertumbuhan Mikroalga *Spirulina* sp. Skala Laboratorium yang Dikultur Menggunakan Wadah yang Berbeda. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*, 16(2), 89-97.
- Widawati, D., Santosa, G. W., & Yudiati, E. (2022). Pengaruh Pertumbuhan *Spirulina platensis* terhadap Kandungan Pigmen Beda Salinitas. *Journal of Marine Research*, 11(1), 61-70.