Volume 7, No. 2, 2026

ISSN 2723-7583 (Online)

Ekplorasi Jenis Mikroalga yang Ditemukan di Kolam Budidaya Ikan Nila (*Orheochromis niloticus*) Sebagai Kandidat Pakan Alami

Exploration Of Microalgae Found In Tilapia Fish (Orheochromis niloticus) Cultivation Pond As Natural Feed Candidates

Zakiyyah Nur Inayah*, Devinta Medina Firmanesa, Wahyu Nur Fadila, Muhammad Bilal Afrizal Fajr, R Adharyan Islamy

Akuakultur (PSDKU Kediri), Departemen Manajemen Sumber Daya Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jl. Pringgodani, Kota Kediri, Indonesia

*Corresponding author email: zakiyyahninayah@ub.ac.id

Submitted: 30 October 2025 / Revised: 10 March 2026 / Accepted: 20 April 2026

http://doi.org/10.21107/juvenil.v7i2.32284

ABSTRAK

Mikroalga merupakan salah satu organisme akuatik mikroskopis uniseluler yang dapat melakukan fotosintesis dan bersifat kosmopolit. Mikroalga dalam budidaya perairan dapat digunakan sebagai pakan alami organisme budidaya. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengeksplorasi jenis-jenis mikroalga yang ditemukan di kolam budidaya ikan nila (Oreochromis niloticus) sebagai kandidat pakan alami. Kebaruan penelitian ini terletak pada inventarisasi mikroalga lokal spesifik dari ekosistem budidaya air tawar kolam ikan nila di wilayah Kota Kediri guna menemukan isolat unggul yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan alami. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli sampai Agustus 2025, dengan metode survey dengan melakukan pengambilan sampel mikroalga langsung pada kolam budidaya ikan nila (Oreochromis niloticus) di Kelurahan Mojoroto, Kota Kediri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroalga yang didapatkan terdiri atas 4 divisi dengan 15 genus. Divisi mikroalga yang ditemukan meliputi Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta dan Euglenophyta. Divisi Bacillaryophyta terdiri 3 genus yaitu Aulacoseira, Gomphonema dan Synedra. Divisi Cyanophyta hanya terdiri 1 genus yaitu Aphanocapsa. Divisi Chlorophyta ditemukan dengan genus terbanyak yaitu 9 genus meliputi Coelastrum, Dictyosphaerium, Golenkinia, Kirchneriella, Oocystis, Pandorina, Pediastrum, Scenedesmus dan Staurastrum. Divisi Euglonophyta ditemukan 2 genus yaitu Euglena dan Phacus. Mikroalgae yang ditemukan terdapat yang telah diekplorasi kegunaannya, namun sebagian besar juga masih belum diekplorasi. Mikroalgae yang potensial sebagai pakan alami namun masih terbatas penelitiannya diantaranya yaitu Dictyospaerium dan Kirchneriella. Penemuan mikroalgae ini memiliki potensi untuk diekplore lebih lanjut untuk dimanfaatkan sebagai pakan alami bagi budidaya perairan.

Kata kunci: *Akuakultur, fitoplankton, kolam, mikroalga, pakan hidup*

ABSTRACT

Microalgae are microscopic unicellular aquatic organisms that can perform photosynthesis (autotrophs) and are cosmopolitan (can be found in various types of aquatic habitats, freshwater, brackish water, and marine). Microalgae in aquaculture can be used as natural food for cultivated organisms. The purpose of this study was to explore the types of microalgae found in tilapia (Oreochromis niloticus) cultivation ponds as natural food candidates. The novelty of this research lies in the inventory of specific local microalgae from tilapia freshwater aquaculture ecosystems in the Kediri City area, aimed at identifying superior isolates for potential use as natural feed. The study was conducted from July to August 2025, using a survey method by taking microalgae samples directly from tilapia (Oreochromis niloticus) cultivation ponds in Mojoroto Village, Kediri City. The results of the study showed that the microalgae obtained consisted of 4 divisions with 15 genera. The microalgae divisions found included Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta and Euglenophyta. The Bacillaryophyta division consists of 3 genera, namely

Aulacoseira, Gomphonema and Synedra. The Cyanophyta division only consists of 1 genus, namely Aphanocapsa. The Chlorophyta division was found with the most genera, namely 9 genera including Coelastrum, Dictyosphaerium, Golenkinia, Kirchneriella, Oocystis, Pandorina, Pediastrum, Scenedesmus and Staurastrum. The Euglenophyta division was found to have 2 genera, namely Euglena and Phacus. Some of the microalgae found have been explored for their uses, but most are still unexplored. Microalgae that have the potential as natural feed but are still limited in research include Dictyospaerium and Kirchneriella. The discovery of this microalgae has the potential to be further explored for use as natural feed for aquaculture.

Key words: *Aquaculture, phytoplankton, pond, microalgae, live feed*

PENDAHULUAN

Mikroalga merupakan mikroorganisme fotosintetik uniseluler yang sangat penting sebagai produsen primer dalam ekosistem akuatik. Dalam budidaya perairan (akuakultur), mikroalga memiliki berbagai peran, mulai dari pengaruhnya terhadap lingkungan perairan hingga perannya sebagai sumber pakan alami (Ma and Hu, 2024). Mikroorganisme eukariotik ini tersebar luas dapat ditemukan di berbagai habitat perairan dengan sinar matahari yang cukup. Sebagai organisme kosmopolitan, mikroalga dapat hidup di air tawar, air payau, dan air laut. Mereka biasanya hidup melayang di kolom air, dan dasar perairan serta berbagai substrat, mulai dari substrat keras hingga halus, substrat buatan, dan mangrove (Mahmudi *et al*., 2023).

Mikroalga memanfaatkan CO_2 dan cahaya untuk menghasilkan protein, karbohidrat, lipid, serta berbagai mikronutrien seperti mineral, vitamin, polifenol, flavonoid, dan karotenoid. Kandungan mikroalga bervariasi dipengaruhi oleh kondisi pertumbuhan seperti suhu, lokasi geografis, dan ketersediaan cahaya matahari (Saadaoui *et al*., 2021). Mikroalga dapat digunakan sebagai pengganti pakan buatan untuk meningkatkan dan mengembangkan produktivitas budidaya perairan (Tsuraya *et al*., 2025).

Penambahan mikroalga dan biomassa dalam pakan hewan dapat menyuplai vitamin, asam amino esensial, polisakarida, asam lemak ω-3 dan ω-6, mineral, serta pigmen untuk kulit dan kuning telur. Mikroalga juga tumbuh cepat dengan memanfaatkan cahaya matahari dan CO_2 melalui fotosintesis, bahkan kandungan lipidnya dapat mencapai hingga 90% dari berat kering (Souza *et al*., 2021). Banyak spesies mikroalga menunjukkan kandungan protein yang tinggi, berkisar antara 40% hingga 70% dari biomassa kering, menjadikannya sangat kompetitif dengan sumber protein konvensional seperti kedelai atau produk hewani (Prates, 2025).

Mekanisme pemanfaatan mikroalga sebagai pakan alami dalam budidaya terjadi melalui dua jalur utama. Secara langsung, berbagai organisme budidaya seperti ikan memiliki kemampuan untuk menyaring mikroalga yang soliter atau membentuk koloni (seperti beberapa genus dari Chlorophyta) langsung dari kolom air menggunakan tapis insangnya. Secara tidak langsung, mikroalga berperan sebagai rantai makanan dasar dengan menjadi sumber nutrisi utama bagi zooplankton, seperti Daphnia atau Rotifera, yang kemudian berperan sebagai perantara transfer nutrisi bagi larva ikan dan krustasea yang belum memiliki saluran pencernaan sempurna. Integrasi kedua jalur ini memastikan transfer energi dan komponen bioaktif esensial, seperti asam lemak tak jenuh ganda (PUFA), vitamin, dan pigmen alami, terserap secara optimal untuk mendukung pertumbuhan dan sintasan organisme budidaya (Metsoviti *et al*. (2019); Zhang *et al*. (2022).

Ekosistem kolam budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan lingkungan akuatik yang unik dan strategis untuk diteliti karena karakteristik input nutriennya yang tinggi, yang berasal dari sisa pakan serta hasil ekskresi metabolik ikan berupa amonia dan fosfat (Kurniawan, 2023). Kondisi ini menciptakan lingkungan eutrofik hingga hipertrofik yang memicu suksesi komunitas mikroalga spesifik yang memiliki efisiensi tinggi dalam asimilasi nutrien. Kelimpahan nutrien tersebut, dikombinasikan dengan dinamika parameter kualitas air di kolam budidaya, menyeleksi strain mikroalga lokal yang tidak hanya memiliki laju pertumbuhan yang cepat, tetapi juga daya tahan (resiliensi) terhadap fluktuasi lingkungan yang ekstrem (Zhang *et al*., 2022). Oleh karena itu, mengidentifikasi mikroalga asli (indigenous) dari kolam nila menjadi krusial karena isolat tersebut secara evolusioner telah beradaptasi dengan

relung ekologi budidaya, sehingga memiliki potensi keberhasilan yang lebih tinggi saat direintroduksi sebagai pakan alami atau agen bioremediasi dalam sistem akuakultur serupa.

Mikroalga dianggap sebagai sumber alternatif yang menjanjikan, bahkan beberapa strain berpotensi menjadi sumber terbarukan untuk suplemen pakan karena mampu menghasilkan protein dalam jumlah tinggi. Mikroalga secara alami berfungsi sebagai pakan alami yang penting bagi organisme budidaya, termasuk ikan Nila. Pemanfaatan pakan alami ini memiliki banyak keunggulan, seperti peningkatan kualitas air, pengurangan ketergantungan pada pakan komersial yang mahal, serta penyediaan nutrisi esensial (seperti asam lemak tak jenuh ganda dan vitamin) yang penting untuk pertumbuhan, kesehatan, dan warna ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengeksplorasi spesies mikroalga yang secara alami hadir di kolam budidaya ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) sebagai kandidat potensial untuk sumber pakan alami.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Agustus-September 2025 di kolam budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Kelurahan Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur. Identifikasi mikroalga dilakukan di Laboratorium Sains Dasar, Universitas Brawijaya (PSDKU Kediri). Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode survei eksploratif. Data yang diperloleh dianalisis secara deskriptif.

Pengambilan Sampel Mikroalga

Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari pukul 09.00-11.00 WIB. Mikroalga diambil menggunakan plankton net berukuran 25 mikron pada 4 kolam budidaya ikan nila yang berbentuk bulat dengan diameter 3 m dan tinggi air 1 m. Pengambilan sampel mikroalga dilakukan pada permukaan air kolam (0-30 cm). Sampel air yang disaring sebanyak 25 L, diambil menggunakan ember 5 L, sehingga diambil sebanyak 5x yang mewakili kondisi kolam (4 tepi dan 1 tengah) dan ditampung dengan botol penampung 25 mL. Sampel yang telah tersaring dipindahkan pada botol sample 60 mL. Pengawetan mikroalga dilakukan dengan pendinginan pada suhu -4°C. Hal tersebut untuk mempertahankan kondisi sel mikroalga seperti aslinya, tanpa merubah warna maupun bentuknya.

Pengamatan dan Identifikasi Mikroalga

Pengamatan mikroalga dilakukan menggunakan mikroskop binokuler Motic BA210 dengan perbesaran lensa objektif x lensa okuler 400x. Pengamatan melalui pembuatan preparat yaitu dengan mengambil sample dengan pipet tetes, kemudian meneteskan 1-2 tetes pada *object glass* dan ditutup dengan *cover glass*. Mikroalga yang ditemukan diidentifikasi menggunakan buku identifikasi mikroalga air tawar yaitu Prescott (1954), Vuuren *et al*. (2006), dan Bellinger dan Sigee (2010). Identifikasi meliputi jenis (genus), klasifikasi dan ciri morfologi. Hasil mikroalga yang didapatkan kemudian dilakukan analisis deskriptif secara taksonomik dengan membandingkan karakteristik visual spesimen (bentuk sel, warna kloroplas, dan alat gerak) dengan literatur identifikasi alga air tawar. Jenis-jenis yang ditemukan kemudian dikelompokkan berdasarkan divisinya dan dianalisis secara deskriptif untuk menentukan perannya dalam ekosistem kolam budidaya khususnya potensinya sebagai pakan alami.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil identifikasi mikroalga yang ditemukan di kolam budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) terdiri atas 4 divisi dan 15 Genus. Divisi mikroalga yang ditemukan yaitu Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta dan Euglenophyta. Divisi Bacillaryophyta terdiri 3 genus yaitu *Aulacoseira*, *Gomphonema* dan *Synedra*. Divisi Cyanophyta terdiri 1 genus yaitu *Aphanocapsa*. Divisi Chlorophyta ditemukan dengan genus terbanyak yaitu 9 genus meliputi *Coelastrum*, *Dictyosphaerium*, *Golenkinia*, *Kirchneriella*, *Oocystis*, *Pandorina*, *Pediasrum*, *Scenedesmus* dan *Staurastrum*. Divisi Euglonophyta ditemukan 2 genus yaitu *Euglena* dan *Phacus*.

Tabel 1. Mikroalga yang ditemukan pada masing-masing kolam ikan nila

No.	Divisi	Genus	Pond 1	Pond 2	Pond 3	Pond 4
1	Bacillariophyta	*Aulacoseira*	-	V	-	V
2	Bacillariophyta	*Gomphonema*	V	-	-	-
3	Bacillariophyta	*Synedra*	-	V	V	-
4	Chlorophyta	*Coelastrum*	V	V	V	V

No.	Divisi	Genus	Pond 1	Pond 2	Pond 3	Pond 4
5	Chlorophyta	*Dictyosphaerium*	V	-	V	-
6	Chlorophyta	*Golenkinia*	V	V	V	V
7	Chlorophyta	*Kirchneriella*	V	V	-	-
8	Chlorophyta	*Oocystis*	V	V	-	V
9	Chlorophyta	*Pandorina*	V	V	-	-
10	Chlorophyta	*Pediasrum*	V	V	V	V
11	Chlorophyta	*Scenedesmus*	V	V	V	V
12	Chlorophyta	*Staurastrum*	V	V	-	V
13	Cyanophyta	*Aphanocapsa*	-	V	-	-
14	Euglenophyta	*Euglena*	V	-	-	-
15	Euglenophyta	*Phacus*	-	-	-	V

Divisi Bacillariophyta
Aulacoseira

Klasifikasi *Aulacoseira* menurut Bellinger dan Sigee (2010), yaitu sebagai berikut:
Divisi : Bacillariophyta
Kelas : Bacillariophyceae
Ordo : Fragilariales
Famili : Aulacoseiraceae
Genus : *Aulacoseira*



Gambar 1. *Aulacoseira*

Diatom *Aulacoseira* membentuk filamen kontinu dan panjang melalui sel-sel yang saling bertautan, tampak tegak lurus dari sisi sabuk (girdle view). Selnya beberapa kali lebih panjang daripada lebarnya, dengan dinding sel silika yang memiliki pola deretan titik (punctae) dan seringkali ditandai dengan tekstur granular dan berduri. Ciri khas utama genus ini adalah adanya dua jenis katup (valve) yang menghubungkan rantai sel: Katup penghubung (dengan duri pendek dan lekukan pori melengkung) dan Katup pemisah (dengan duri pita cincin panjang dan deretan pori lurus). Rantai sel dihubungkan kuat oleh duri pendek katup penghubung, tetapi lebih lemah oleh duri panjang katup pemisah, di mana filamen cenderung mudah putus. Panjang filamen keseluruhan bergantung pada proporsi kedua jenis katup tersebut. Sel mengandung kloroplas berbentuk cakram berwarna cokelat keemasan. *Aulacoseira* umumnya ditemukan dan melimpah di perairan tawar (Bellinger dan Sigee, 2010).

Synedra

Klasifikasi *Synedra* menurut Prescott (1954), yaitu:
Divisi : Bacillariophyta
Kelas : Bacillariophyceae
Ordo : Fragilariales
Famili : Fragilariaceae
Genus : *Synedra*



Gambar 2. *Synedra*

Synedra adalah genus diatom yang dicirikan oleh frustula (dinding sel) tanpa septa internal maupun costae. Selnya memanjang (mencapai 500 µm), sangat sempit (lebar 3–10 µm), berbentuk jarum atau fusiform, dan isopolar dengan ujung yang sedikit menyempit atau kapitata. Raphe (celah memanjang sejati) tidak terdapat pada kedua katup (norafe), namun terdapat pseudorafe sempit (area bening aksial) di sepanjang katup, dengan striae transversal atau paralel yang halus di kedua sisinya. Sel biasanya memiliki dua kloroplas memanjang, meskipun seringkali hanya satu yang tampak dalam tampilan katup. *Synedra* dapat hidup sebagai sel tunggal, membentuk koloni bintang atau rantai pendek, atau melekat

sebagai epifit pada permukaan lain melalui bantalan mucilaginous. Distribusinya sangat luas, melimpah di plankton danau dan sungai berarus lambat. Jika ditemukan dalam jumlah tinggi, *Synedra* dapat menimbulkan masalah rasa dan bau yang tidak diinginkan pada air minum, serta berpotensi menyumbat filter pengolahan (Belliger dan Sigee, 2010).

Gomphonema

Klasifikasi *Gomphonema* menurut Prescott (1954), yaitu:
Divisi : Bacillariophyta
Kelas : Bacillariophyceae
Ordo : Cymbellales
Famili : Gomphonemataceae
Genus : *Gomphonema*



Gambar 3. *Gomphonema*

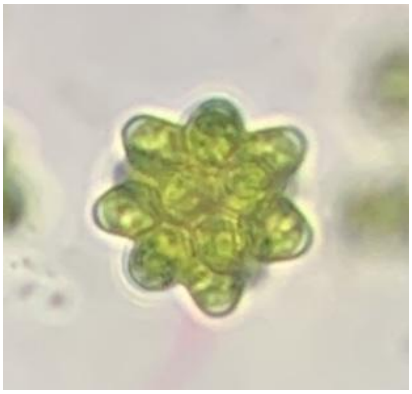
Diatom dari genus *Gomphonema* memiliki bentuk sel yang sangat khas. Sel-selnya bersifat heteropolar dari sisi katup (valve). Bentuk umumnya membulat tumpul atau rostrata. Kutub apikal (atas) seringkali sedikit kapitulasi (membesar seperti kepala). Sel ini berbentuk kuneat (pasak) jika dilihat dari sisi sabuk (girdle). Permukaan katup ditandai oleh garis-garis. Yang tersusun sejajar atau memancar. Terdapat satu lapangan sentral yang jernih di area tengah katup. Di dalamnya terdapat satu kepala putik (stigma). Setiap sel mengandung satu kloroplas tunggal berbentuk H dengan pirenoid di bagian tengah kloroplas (Kulikovskiy *et al*., 2024).

Divisi Chlorophyta

Dominansi divisi Chlorophyta (9 genus) di kolam budidaya ikan Nila mencerminkan kondisi lingkungan yang kaya nutrien (eutrofik). Hal ini berkaitan erat dengan karakteristik kolam nila yang menerima input organik tinggi dari sisa pakan dan ekskresi ikan berupa amonia serta fosfat. Kelimpahan nutrien ini memicu suksesi Chlorophyta karena kelompok ini memiliki efisiensi tinggi dalam asimilasi nutrien dan laju pertumbuhan yang cepat. Secara ekologis, kehadiran Chlorophyta seperti *Golenkinia*, *Scenedesmus* dan *Pediastrum* pada semua kolam budidaya menunjukkan bahwa ekosistem kolam berada dalam kondisi produktif yang mampu menyokong kebutuhan energi dasar bagi organisme tingkat trofik di atasnya.

Coelastrum

Klasifikasi *Coelastrum* menurut Prescott (1954), yaitu
Divisi : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Sphaeropleales
Famili : Scenedesmaceae
Genus : *Coelastrum*



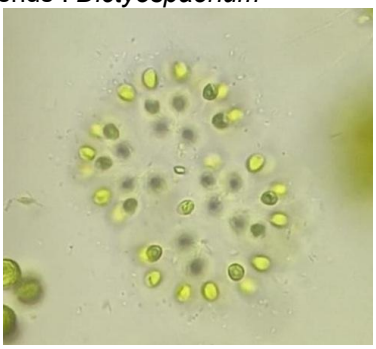
Gambar 4. *Coelastrum*

Coelastrum hidup secara berkoloni yang terdiri dari hingga 64 sel yang saling menempel rapat, tersusun beraturan, seperti kubus dan berukuran kecil. Selnya berbentuk bulat, berdiameter 8–30 µm. Dinding sel tampak halus. Setiap sel memiliki satu kloroplas parietal dengan satu pirenoid. Tidak mempunyai flagela dan bersifat planktonik (Adekanmi *et al*., 2020).

Coelastrum sp. berpotensi sebagai bahan pakan potensial dalam akuakultur karena merupakan sumber astaxanthin, antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan dan pigmentasi ikan. *Coelastrum* sp. menunjukkan akumulasi astaxanthin hingga 0,999 µg.mL^{-1} (Kaha *et al*., 2021). Penggunaan *Coelastrum* sp. secara langsung ke dalam pakan masih belum umum, namun *Coelastrum* memiliki kemampuan berkembang biak di air limbah akuakultur dan menghasilkan senyawa berharga seperti astaxanthin. Oleh karena itu dapat dijadikan kandidat untuk sistem akuakultur terpadu dan formulasi pakan potensial di masa mendatang.

Dictyosphaerium

Klasifikasi *Coelastrum* menurut Prescott (1954), yaitu
Divisi : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Chlorococcales
Famili : Oocystaceae
Genus : *Dictyospaerium*



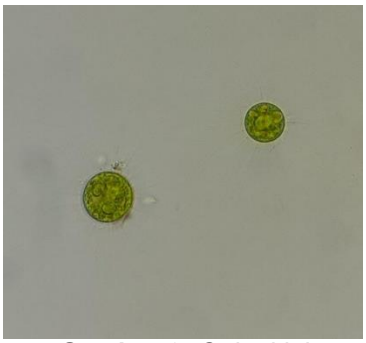
Gambar 5. *Dictyosphaerium*

Sel *Dictyosphaerium* terdiri dari 4 hingga 64 sel yang berbentuk bulat hingga oval dan dihubungkan oleh benang-benang yang memancar dari pusat koloni. Koloni tersebut berada di dalam lendir. Ukuran sel berdiameter 3–10 µm.

Dictyosphaerium belum banyak dipelajari atau digunakan sebagai pakan ikan. Penelitian saat ini berfokus pada spesies mikroalga lain seperti *Chlorella* dan *Nannochloropsis* karena manfaat nutrisi spesifiknya, terutama kandungan asam lemak omega-3. Meskipun demikian, Dictyosphaerium sebagai jenis mikroalga, memiliki potensi tinggi sebagai komponen dalam pakan ikan karena profil nutrisinya yang kaya, termasuk protein esensial, lipid, dan vitamin, yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan ikan. *Dictyosphaerium* ditemukan memiliki kandungan asam lemak jenuh (SFA) sebesar 17,57%, kandungan asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) sebesar 12,28%, dan kandungan asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) sebesar 0,33% (Muwardani *et al*., 2025).

Golenkinia

Klasifikasi *Golenkinia* menurut Prescott (1954), yaitu:
Divisi : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Sphaeropleales
Famili : Neochloridaceae
Genus : *Golenkinia*



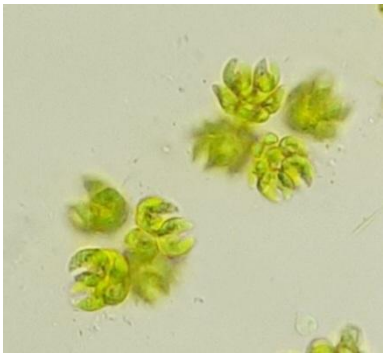
Gambar 6. *Golenkinia*

Sel *Golenkinia* memiliki bentuk sel bulat dengan duri di sekelilingnya. Ukuran selnya berkisar 2-21 µm dan bersifat soliter. Namun, dapat membentuk koloni palsu karena tidak dapat terpisah setelah pembelahan. Terdapat beberapa duri per sel mencapai lebih dari 12 duri dengan panjang 24-45 µm.

Golenkinia berpotensi menjadi pakan alami dalam akuakultur, karena tingginya kandungan protein, karbohidrat dan lipid yaitu 25.3%, 38% dan 19.0 % berat kering. Kandungan PUFA pada Golenkinia mencapai 34%. Tambahan pakan ikan dengan Golenkinia, dapat meningkatkan pertumbuhan, efisiensi pakan, dan respons imun pada ikan seperti nila. Mikroalga ini juga dapat diproduksi secara hemat biaya dan berkelanjutan, dengan manfaat bagi kesehatan ikan dan pengurangan penggunaan tepung ikan komersial dalam industri akuakultur (Rearte *et al*., 2018).

Kirchneriella

Klasifikasi *Kirchneriella* menurut Prescott (1954), yaitu:
Divisi : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Sphaeropleales
Famili : Selenastraceae
Genus : *Kirchneriella*

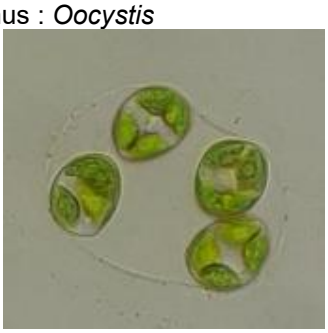


Gambar 7. *Kirchneriella*

Bentuk sel *Kirchneriella* seperti bulan sabit yang tersusun tidak beraturan dalam koloni-koloni kecil berlendir. Terkadang selnya sangat melengkung sehingga ujung-ujungnya hampir bersentuhan. Ukuran selnya 3–8 µm (lebar) dan 10–14 µm (panjang), seringkali terbungkus lendir, dan berkelompok dengan 2, 4, 8, atau hingga 32 sel. Pemanfaatan mikroalga *Kirchneriella* sebagai pakan alami dalam akuakultur masih terbatas, karena minimnya penelitian pada spesies ini. Namun, mikroalga ini dapat berpotensi sebagai pakan alami karena kandungan nutrisinya (Bellinger dan Sigee, 2010).

Oocytis

Klasifikasi *Oocystis* menurut Prescott (1954), yaitu:
Divisi : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Chlorellales
Famili : Oocystaceae
Genus : *Oocystis*



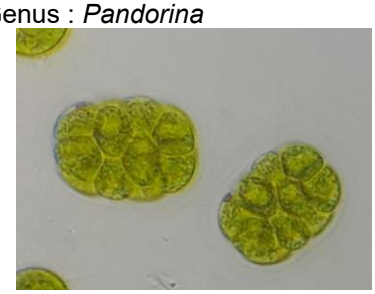
Gambar 8. *Oocystis*

Oocystis memiliki sel-sel berbentuk oval hingga bulat telur. Hidup secara soliter maupun koloni yang terdiri dari 2, 4, 8, atau 16 sel dan terbungkus oleh dinding sel induk (yang terkadang cukup samar dan sulit dilihat). Sel-selnya memiliki panjang 7–50 µm dan lebar 6–12 µm. Kloroplasnya berbentuk cakram atau seperti pelat dengan satu atau lebih sel per sel. Pirenoid mungkin ada atau tidak ada. Planktonik di perairan danau maupun kolam yang kaya nutrisi.

Mikroalga *Oocystis* dapat digunakan sebagai pakan ikan, namun belum diteliti secara komprehensif. Kandungan klorofil *Oocystis* mencapai 7.715 µg/mL (Mukoma *et al*., 2023). Mikroalga *Oocystis* mengandung protein 43.9%, Karbohidrat 29,4% dan lipid 13.9%. Kandungan polyunsaturated fatty acids (PUFA), eicosapentaenoic acid (EPA), dan linolenic acid mencapai 60.7%, 6.1% dan 40.3%, masing-masing (Na *et al*., 2021). *Oocystis* bermanfaat sebagai pakan alami ikan karena mengandung protein dan antibiotik. Selain itu, mikroalga ini mampu memperbaiki kualitas air, mengurangi zat beracun di perairan dan menghambat pertumbuhan bakteri (Zhang *et al*., 2025).

Pandorina

Klasifikasi *Oocystis* menurut Prescott (1954) yaitu:
Divisi : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Volvocales
Famili : Volvocaceae
Genus : *Pandorina*



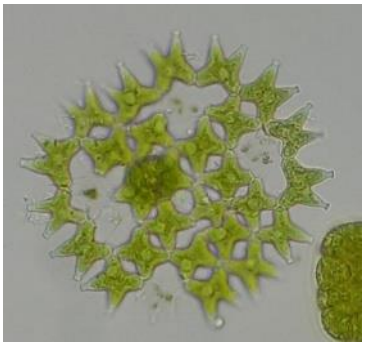
Gambar 9. *Pandorina*

Pandorina merupakan mikroalga yang hidup berkoloni berbentuk bulat atau oval. Selnya berbentuk seperti buah pir, saling berdempetan dengan ujung lebar mengarah ke luar. Kloroplas sebagai produk penyimpanan pati berwarna hijau. Selnya diselimuti lendir yang jelas meluas sampai di tepi koloni. Sel-selnya memiliki dua flagela yang sama panjang. Koloni Pandorina terdiri dari 8–32 sel yang padat dengan ukuran panjang 8–20 µm. Di bagian luar sel terdapat pita lendir yang menjorok keluar melalui flagela Prescott (1954); Belliger dan Sigee, (2010)).

Pandorina adalah genus alga hijau air tawar yang belum banyak dieksplorasi untuk mengetahui kandungan nutrisinya. Penelitian Olajide *et al*. (2025) menunjukkan *Pandorina* memiliki kandungan lipid dan senyawa bioaktif, sehingga dapat digunakan dasar penelitian berikutnya untuk mengeksplorasi potensi penuh dalam berbagai aplikasi, termasuk sebagai pakan alami organisme budidaya.

Pediastrum

Klasifikasi *Pediastrum* menurut Prescott (1954) yaitu:
Divisi : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Chlorococcales
Famili : Hydrodictyaceae
Genus : *Pediastrum*



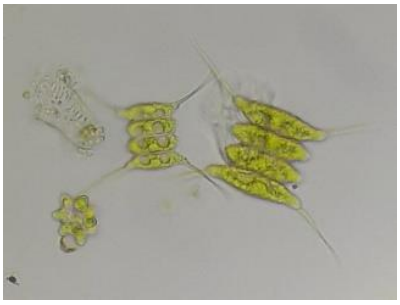
Gambar 10. *Pediastrum*

Pediastrum membentuk koloni khas berbentuk seperti lempeng atau cakram datar. Selnya berbentuk seperti gigi atau tanduk yang saling berhubungan melingkar membentuk satu kesatuan. Dinding selnya cukup kuat dengan jumlah sel terdiri atas 8 hingga 32 sel yang terhubung dengan lubang dari masing-masing sel. Umum ditemukan di danau, kolam, dan sungai berarus lambat yang kaya nutrisi (Rameshprabu *et al*., 2015).

Suplementasi *P. boryanum* dalam makanan berpotensi meningkatkan kinerja pertumbuhan, respons imun, status antioksidan, dan kesehatan usus ikan nila, menjadikannya kandidat yang menjanjikan untuk akuakultur berkelanjutan (Al-Wakeel *et al*., 2024). Suplementasi *Pediastrum* dalam makanan meningkatkan kinerja pertumbuhan, profil darah dan serum, evaluasi morfometri hati dan usus, serta ekspresi gen yang terkait dengan pertumbuhan, kapasitas antioksidan, imunitas, dan metabolisme energi pada ikan nila (Soliman *et al*., 2025). Plodsomboon dan Sanoamuang (2025), Udang peri *Branchinella thailandensis* yang diberi makan *P. boryanum* selama 15 hari memiliki tingkat kelangsungan hidup dan protein tertinggi, sehingga *P. boryanum* segar dapat digunakan sebagai pengganti pakan udang peri.

Scenedesmus

Klasifikasi *Scenedesmus* menurut Prescott (1954) yaitu:
Divisi : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Chlorococcales
Famili : Scenedesmaceae
Genus : *Scenedesmus*



Gambar 11. *Scenedesmus*

Sel *Scenedesmus* berbentuk silinder kasar (atau berbentuk sosis, elips, atau fusiform) dan panjangnya lebih dari 2 kali dari lebarnya. Sel berkelompok yang terdiri dari 4-8–16 sel yang terhubung sepanjang sumbu panjang atau menyatu secara berselang-seling. Terdapat duri terutama pada sel ujung. Scenedesmus adalah genus yang sangat umum dan terkadang melimpah. Genus ini terutama ditemukan di perairan eutrofik dan hipertrofik.

Scenedesmus merupakan salah satu mikroalga yang banyak ditemukan di perairan tawar dan telah banyak diaplikasikan sebagai pakan alami dalam budidaya perairan. Gong *et al*. (2019), mengaplikasikan *Scenedesmus* untuk tambahan pakan untuk ikan salmon atlantik. mikroalga dari spesies *Scenedesmus* mengandung 48,8-52,8% protein dan 27,4-28,6% lemak (Abdinazarov *et al*., 2023).

Staurastrum

Klasifikasi *Staurastrum* menurut Prescott (1954) yaitu:
Divisi : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Zygnematales
Famili : Desmidiaceae
Genus : *Staurastrum*



Gambar 12. *Staurastrum*

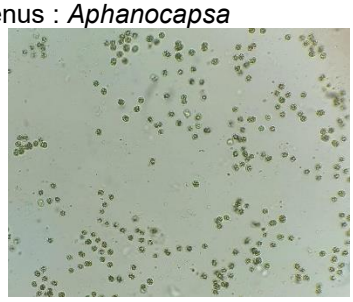
Staurastrum adalah genus desmid yang sangat besar dan sering ditemukan planktonik di

perairan. Sel-selnya terbagi menjadi dua semi-sel lebar dengan penghubung (isthmus) di antaranya. Semi-sel memiliki sudut luar yang memanjang seperti tanduk, sehingga selnya tampak poligonal. Sisi dan ujung lengan atau tanduk terdapat duri pendek. Sel berbentuk segitiga dari sisi lain. Ukuran sel Staurastrum berkisar 10-100µm (lebar) dan 150-120 µm (panjang) (Vuuren *et al*. (2006); Barbosa *et al*. (2014)).

Staurastrum adalah sejenis mikroalga dari famili alga hijau. Meskipun beberapa penelitian telah menunjukkan potensinya sebagai sumber makanan bagi hewan air tertentu seperti *Daphnia* (Coesel, 1997), perannya dalam pakan untuk akuakultur masih kurang dipahami dibandingkan alga lain seperti *Chlorella vulgaris*. Penelitian ini menunjukkan bahwa *Staurastrum* ditemukan dalam kolam ikan dan melimpah yang menunjukkan potensi manfaatnya dalam akuakultur. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memastikan nilai gizi dan dampaknya bagi pertumbuhan dan kesehatan organisme budidaya.

Divisi Cyanophyta
Aphanocapsa

Klasifikasi *Aphanocapsa* menurut Prescott (1954) yaitu:
Divisi : Cyanophyta
Kelas : Myxophytaceae
Ordo : Chroococcales
Famili : Chroococcaceae
Genus : *Aphanocapsa*



Gambar 13. *Aphanocapsa*

Sel *Aphanocapsa* berkoloni dengan bentuk bulat kecil. Sel lebih renggang di dalam musilase sehingga koloni tampak kurang padat (tidak sepadat koloni *Microcystis*). Musilase di tepi luar koloni tidak sejelas di *Microcystis*. Sel-selnya berbentuk bulat dengan diameter sekitar 1–5,5 µm (Belliger and Sigee, (2010); Komárek (2013).

Informasi aplikasi pemanfaatan *Aphanocapsa* dalam akuakultur masih terbatas. Namun, *Aphanocapsa* dapat berfungsi sebagai sumber pakan yang berharga dalam akuakultur karena potensi kandungan nutrisinya, termasuk protein dan senyawa bermanfaat lainnya. *Aphanocapsa* merupakan jenis Cyanophyta bersifat autotrofik dan dapat dibudidayakan untuk menghasilkan biomassa yang kaya akan antioksidan, vitamin, dan polisakarida, yang dapat meningkatkan kesehatan ikan, respons imun, dan pertumbuhan secara keseluruhan dalam sistem akuakultur. Oleh karena itu, *Aphanocapsa* dapat dieksplorasi untuk digunakan sebagai bahan pakan pada akuakultur.

Divisi Euglenophyta
Euglena

Klasifikasi *Euglena* menurut Prescott (1954) yaitu:
Divisi : Euglenophyta
Kelas : Euglenophyceae
Ordo : Euglenales
Famili : Euglenaceae
Genus : *Euglena*



Gambar 14. *Euglena*

Sel *Euglena* memanjang berbentuk elips atau fusiform, bersifat soliter, mempunyai flagel pada posterior. Kloroplas berbentuk cakram dan terdapat bintik mata yang menonjol. *Euglena* memiliki paramylum sebagai cadangan energinya. Mikroalga ini ditemukan melimpah di kolam dan perairan dangkal.

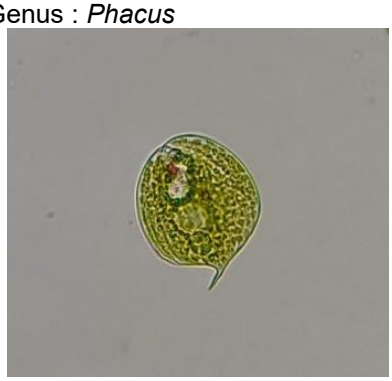
Euglena berpotensi sebagai pakan alami organisme budidaya. *Euglena gracilis* galur Z digunakan dalam ilmu kedokteran sebagai bioassay vitamin B12 dalam plasma darah, dan memungkinkan akan bermanfaat dalam akuakultur karena peningkatan signifikan profil asam lemak tak jenuh rantai panjangnya (terutama dengan DHA), sehingga menjadikannya bahan pangan bergizi untuk produksi massal larva organisme budidaya (Kottuparambil *et al*., 2019). *Euglena* sp. yang dikultur pada media kultur Cramer-Myers dan 24 jam dengan cahaya menghasilkan kadar lipid

0,387 g.L-1, kadar protein 0,542 mg.ml-1, kadar karbohidrat 0,409 x104 g.L^{-1}, klorofil a 6,237 g.L^{-1}, klorofil b 2,838 g.L^{-1}, dan total karotenoid 1,566 g.L-1 (Erfianti *et al*., 2024). Hasil penelitian Maghfirah *et al*. (2025), pakan dengan tambahan *Euglena* sp. dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan dengan meningkatkan efisiensi pecernaan dan mengurangi stres metabolik pada ikan Rasbora lateristriata.

Mikroalga ini menghasilkan metabolit seperti protein pakan, karbohidrat berbentuk paramylon, dan lipid dari biomassanya. Euglena juga mengandung vitamin, alfa tofokerol, mineral, asam amino, asam lemak tak jenuh, β-glukan paramylon, pigmen karotenoid dan klorofil dalam kadar yang tinggi. Sumber protein, lipid, dan vitamin esensial yang kaya, mampu menjadikan *Euglena* sebagai kandidat yang menjanjikan untuk diaplikasikan dalam industri makanan, pakan, farmasi, dan biofuel (Azhar *et al*., 2025).

Phacus

Klasifikasi *Euglena* menurut Prescott (1954) yaitu:
Divisi : Euglenophyta
Kelas : Euglenophyceae
Ordo : Euglenales
Famili : Euglenaceae
Genus : *Phacus*



Gambar 15. *Phacus*

Sel *Phacus* berbentuk menyerupai daun, pipih dari sisi ke sisi (perataan dorsiventral jelas) dan bersifat soliter. Sisi anterior lebar, tetapi ujung posterior seperti ekor, pendek dan meruncing. Phacus memiliki paramilum berbentuk cakram. Menurut Łukomska-Kowalczyk *et al*. (2020), spesies Phacus dicirikan oleh sel-sel kaku berbentuk daun dengan pelikel kaku dan tidak fleksibel, terdapat satu flagel, bintik mata merah yang menonjol, banyak kloroplas berbentuk cakram, dan cincin paramylon besar di bagian tengah. Sel-selnya biasanya pipih, beberapa spesies ada yang terpilin menjadi bentuk spiral, dengan ekor runcing di salah satu ujungnya. Phacus dapat ditemukan di kolam dan air tenang, terutama di tempat yang kaya akan bahan organik seperti rawa.

Phacus masih belum banyak di ekplor secara langsung untuk dibudidayakan dan diaplikasikan sebagai pakan alami dari akuakultur. Mikroalga ini banyak dipelajari pada di lingkungan perairan akuakultur sebagai bioindikator kualitas air dan eutrofikasi. Meskipun belum menjadi komoditas langsung untuk budidaya seperti mikroalga yang kaya protein lainnya, pemahaman ekologi Phacus penting dalam akuakultur karena ledakan populasinya dapat mengindikasikan kualitas air yang buruk dengan mengurangi oksigen terlarut, mengganggu jaring makanan, dan berpotensi menyebabkan kematian ikan. Eksplorasi Phacus dalam budidaya perlu dilakukan karena kurangnya informasi. Mikroalga ini dapat dieksplorasi lebih lanjut seperti Euglenoid yang lain yang kaya kandungan protein, lipid, dan karbohidrat sehingga dapat digunakan untuk pakan dan meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan organisme budidaya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menginventarisasi mikroalga alami di kolam ikan Nila dan menemukan 15 jenis (genus) yang termasuk dalam 4 kelompok utama (Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, dan Euglenophyta), dengan alga hijau (Chlorophyta) sebagai kelompok terbanyak. Keanekaragaman ini menunjukkan bahwa kolam tersebut secara alami kaya akan sumber pakan alami ikan. Genus *Dictyosphaerium*, *Kirchneriella* dan *Scenedesmus* memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai pakan alami karena ketersediannyanya yang melimpah dan profil nutrisinya mendukung pertumbuhan organisme budidaya. Oleh karena itu, penelitian ini menyimpulkan bahwa mikroalga asli yang ditemukan sangat berpotensi untuk sumber pakan yang murah dan bergizi demi mendukung budidaya yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Implikasi dari penelitian ini untuk akuakultur yaitu adanya peluang untuk mengurangi ketergantungan pada pakan komersial (pellet) yang mahal melalui pemanfaatan mikroalga isolat lokal sbagai pakan alami. Pengoptimalan pertumbuhan genus mikroalga yang ditemukan sebagai pakan alami dapat meningkatkan efisiensi biaya produksi dan

menciptakan sistem budidaya yang lebih mandiri dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih atas dukungan Universitas Brawijaya Kampus Kota Kediri (PSDKU UB Kediri) melalui pendanaan penelitian skema Hibah Penelitian Dosen PSDKU UB Kediri Tahun 2025 Nomor 03908/UN10.E0101/B/HK.07.00/2025.

DAFTAR PUSTAKA

Abdinazarov, X. X., Khojamshukurov, N. A., & Madumarov, M. J. (2023). Use of microalgae in the production of feed for aquaculture. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 27(3), 955-966.

Adekanmi, A. A., Adekanmi, S. A., & Adekanmi, O. S. (2020). Biological treatment of fish pond waste water by *Coelastrum morum*, a green microalgae. *International Journal of Engineering and Information Systems*, 4(4), 62-77.

Al-Wakeel, A. H., Elbahnaswy, S., Risha, E., & Zahran, E. (2024). Dietary *Pediastrum boryanum* microalgal extract improves growth, enhances immunity, and regulates immune-related genes in *Nile tilapia*. *BMC Veterinary Research*, 20(1), 321. https://doi.org/10.1186/s12917 024 04155 z.

Azhar, W. S. W., Aripin, T., Zaini, A. S. M., Amirudin, N. A. S., Kamaruddin, S. A., Rahim, N. S., Nasir, N. A. H. A., Roslani, M. A., Aziz, K. N. A., Shuhaime, N., Hamid, H. A., Nazir, E. N. M., & Fauzi, S. S. M. (2025). Euglena sp. – A comprehensive review on the habitats, characteristics, nutritional values, commercialization opportunities and conservation status. *Journal of Information System and Technology Management,* 10 (39), 238-251. DOI: 10.35631/JISTM.1039016.

Barbosa, L. G., Araujo, G. J. M., Barbosa, F. A. R., & Bicudo, C. E. M. (2014). Morphological variation in *Staurastrum rotula* (Zygnemaphyceae, Desmidiales) in the deepest natural Brazilian lake: essence or accident?. *Brazilian Journal Of Biology*, 74(2), 371-381. http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.24412.

Bellinger, E. G., & Sigee, D. C. (2010). Freshwater Algae: Identification, Enumeration And Use As Bioindicators. John Wiley & Sons.

Coesel, P. F. (1997). The edibility of *Staurastrum chaetoceras* and *Cosmarium abbreviatum* (desmidiaceae) for *Daphnia galeata/hyalina* and the role of desmids in the aquatic food web. *Aquatic Ecology*, 31(1), 73-78.

Erfianti, T., Daryono, B. S., Budiman, A., & Suyono, E. A. (2024). Growth and metabolite enhancement of acidophile *Euglena* sp. isolated from Indonesia under different photoperiod cycles. *Scientific Journal of Fisheries & Marine*, 16(1), 15-30. http://doi.org/10.20473/jipk.v16i1.46193

Gong, Y., Bandara, T., Huntley, M., Johnson, Z. I., Dias, J., Dahle, D., Sørensen, M., & Kiron, V. (2019). Microalgae *Scenedesmus* sp. as a potential ingredient in low fishmeal diets for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 501, 455-464. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.11.049.

Kaha, M., Iwamoto, K., Yahya, N. A., Suhaimi, N., Sugiura, N., Hara, H., Othman N. A., Zakaria, Z. & Suzuki, K. (2021). Enhancement of astaxanthin accumulation using black light in Coelastrum and Monoraphidium isolated from Malaysia. *Scientific Reports*, 11(1), 11708. https://doi.org/10.1038/s41598-021-91128-z.

Komárek, J. (2013). Phenotypic and ecological diversity of freshwater coccoid cyanobacteria from maritime Antarctica and islands of NW Weddell Sea. I. Synechococcales. *Czech Polar Reports*, 3(2), 130-143. DOI: 10.5817/CPR2013-2-14.

Kottuparambil, S., Thankamony, R. L., & Agusti, S. (2019). Euglena as a potential natural source of value-added metabolites. A review. *Algal Research*, 37, 154-159. https://doi.org/10.1016/j.algal.2018.11.024.

Kulikovskiy, M., Kapustin, D., Glushchenko, A., Sidelev, S., Maltsev, Y., Gusev, E., Kezlya, Shkurina, N., Kuznetsova, I., & Kociolek, P. (2020). Morphological and molecular investigation of *Gomphonema*

longissimum and related taxa from Malili lakes (Indonesia) with comments on diatom evolution in ancient lakes. *European Journal of Phycology*, 55(2), 147-161. https://doi.org/10.1080/09670262.2019.1664771.

Kurniawan, A., Gani, A., Muhammad, E., Numberi, G. M., Papare, E. Y., & Sada, O. (2023). Characteristics of using feed impact on tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture using a dynamics system approach. *Journal of Aquaculture & Fish Health*, 12(3), 322-333. https://doi.org/10.20473/jafh.v12i3.43348.

Łukomska-Kowalczyk, M., Fells, A., Chaber, K., Milanowski, R., & Zakryś, B. (2020). Taxon-rich phylogeny and taxonomy of the genus Phacus (Euglenida) based on morphological and molecular data. *Journal of Phycology*, 56(5), 1135-1156.

Ma, M., & Hu, Q. (2024). Microalgae as feed sources and feed additives for sustainable aquaculture: Prospects and challenges. *Reviews in Aquaculture*, 16(2), 818-835. DOI:10.1111/raq.12869.

Maghfiroh, K. Q., Retnoaji, B., Budiman, A., & Suyono, E. A. (2025). Functional feed with Euglena sp.: a novel approach to growth and metabolic health in Rasbora lateristriata. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 28(7), 501-513. https://doi.org/10.47853/FAS.2025.e42.

Mahmudi, M., Arsad, S., Lusiana, E. D., Musa, M., Fitrianesia, F., Ramadhan, S. F., Arif, A.R., Savitri, F. R., Dewinta, A. A. & Ongkosongo, A. D. (2023). Microalgae diversity in varying habitat characteristics in Pasuruan and Sidoarjo coastal areas, East Java, Indonesia. Biodiversitas: *Journal of Biological Diversity*, 24(8), 4418-4426. DOI: 10.13057/biodiv/d240823.

Mawardani, A. N., Ermavitalini, D., Saputro, T. B., Muzaki, F. K., Purnomo, A. S., & Purnobasuki, H. (2025). Fatty acid profiles of microalgae isolates from the waters of its dormitory pond in Surabaya, Indonesia. *Biotropia*, 32(1), 87-99. DOI: 10.11598/btb.2024.32.1.2428.

Metsoviti, M. N., Katsoulas, N., Karapanagiotidis, I. T., & Papapolymerou, G. (2019). Current and potential applications of microalgae: *A mini review. Oceanography & Fisheries*, 11(3), 555811. DOI: 10.19080/OFOAJ.2019.11.555811.

Mukoma, M. G., Odour, S. O., & Otachi, E. O. (2023). Sustainable fish feeds: optimization of levels of inorganic fertilizers for mass production of *Oocystis* sp. for climate smart aquaculture. *Aquaculture International*, 31(1), 435-445. https://doi.org/10.1007/s10499-022-00986-5.

Na, H., Jo, S. W., Do, J. M., Kim, I. S., & Yoon, H. S. (2020). Production of algal biomass and high-value compounds mediated by interaction of microalgal *Oocystis* sp. KNUA044 and bacterium Sphingomonas KNU100. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 31(3), 387. https://doi.org/10.4014/jmb.2009.09055.

Olajide, I. E., Adesalu, T. A., Kunrunmi, O. A., Jegede-Victor, O., & Adesanya, T. O. Lipid Contents Analysis of three microalgae genera (Chlorophyta), Using GC-MS. *FOTA Journal of Life Sciences*, 5(1), 108-124.

Plodsomboon, S., & Sanoamuang, L. (2023). Effects of *Pediastrum boryanum* and dried *Chlorella* as feeds on the growth performance and carotenoid content of the fairy shrimp *Branchinella thailandensis* (Branchiopoda, Anostraca). *Tropical Natural History*, 23, 73-81.

Prates, J. A. (2025). Unlocking the functional and nutritional potential of microalgae proteins in food systems: a narrative review. *Foods*, 14(9), 1524. https://doi.org/10.3390/foods14091524.

Prescott, G. W. (1954). How To Know The Freshwater Algae.

Rameshprabu, R., Kawaree, R., & Unpaprom, Y. (2015). A newly isolated green alga, *Pediastrum duplex Meyen*, from Thailand with efficient hydrogen production. *International Journal Of Sustainable And Green Energy*, 4(1-1), 7-12. doi: 10.11648/j.ijrse.s.2015040101.12.

Rearte, T. A., Vélez, C. G., Beligni, M. V., Figueroa, F. L., Gómez, P. I., Flaig, D., & De Iorio, A. F. (2018). Biological characterization of a strain of Golenkinia (Chlorophyceae) with high oil and carotenoid content induced by increased salinity. *Algal Research*, 33, 218-230. https://doi.org/10.1016/j.algal.2018.05.014.

Saadaoui, I., Rasheed, R., Aguilar, A., Cherif, M., Al Jabri, H., Sayadi, S., & Manning, S. R. (2021). Microalgal-based feed: promising alternative feedstocks for livestock and

poultry production. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1), 76. https://doi.org/10.1186/s40104-021-00593-z

Soliman, R. E., Ateya, A., Abou-El-Atta, M., Emam, W., Abdel-Rahim, M. M., Elhetawy, A. I., Elshafey, A. E., & Mohamed, R. A. (2025). Microalgae *Pediastrum boryanum* enhances growth and modulates physiology and transcriptome in *Nile tilapia*. *Scientific Reports*, 15(1), 21713. https://doi.org/10.1038/s41598-025-07498-1.

Souza, C. M. M., Bastos, T. S., & dos Santos, M. C. (2021). Microalgae use in animal nutrition. *Research, Society and Development*, 10(16), e53101622986. http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i16.22986

Tsuraya, F., Aziz, F., Chotimah, H. E., Harianja, N. E., Rahmansyah, M. S., Amri, A., Amanda, L., Hernodea, G., & Oktavia, M. (2025). Screening of peat water microalgae as natural feed candidates for sustainable local aquaculture. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 18(2), 753-770.

Van Vuuren, S. J. (2006). Easy identification of the most common freshwater algae: a guide for the identification of microscopic algae in South African freshwaters. *Resource Quality Services* (RQS).

Zhang, L., Mei, X., Tang, Y., Razlutskij, V., Peterka, J., Taylor, W. D., Naselli-Flores, L., Liu, Z., Tong, C. & Zhang, X. (2022). Effects of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on phytoplankton community structure and water quality: a short-term mesocosm study. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, 423, 11. https://doi.org/10.1051/kmae/2022009.

Zhang, N., Yi, X., He, H., Liu, Y., Zhang, B., Dong, Z., & Zhao, N. (2025). Microalgae *Oocystis borgei* promotes the recovery of florfenicol-induced disorders in *Oryzias melastigma* microbiota. *Aquaculture,* 598, 742027. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.742027.