



POTENSI MIKROALGA SEBAGAI SUPLEMEN NUTRISI PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN GURAME (*OSPHRONEMUS GORAMY*): STUDI LITERATUR

Serafinus Jose Reinhart Telaumbanua¹⁾, Dewi Ratna Zebua²⁾

¹⁾Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: serafinustelaumbanua@gmail.com

²⁾Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: dewiratnazebua@unias.ac.id

Abstract

Giant gourami (*Osphronemus goramy*) is a freshwater aquaculture commodity of high economic value, yet its growth rate is relatively slow and the cost of fishmeal-based feed continues to rise. Microalgae such as *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris* are known to contain high levels of protein, pigments, and bioactive compounds, making them a potential alternative nutrition supplement in giant gourami feed. This review was compiled using the literature review method, aiming to examine and summarize research findings on the effect of microalgae supplementation on the growth, body composition, and immune response of giant gourami. The results show that supplementation of *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris* at a certain dose (around 6 g/kg feed) can improve growth, body composition, and the non-specific immune response of giant gourami. However, the optimal dose, microalgae processing method, and economic feasibility of its use at commercial aquaculture scale still require further research.

Keywords: microalgae; *Spirulina platensis*; *Chlorella vulgaris*; fish feed; *Osphronemus goramy*.

Abstrak

Ikan gurame (*Osphronemus goramy*) merupakan komoditas budidaya air tawar bernilai ekonomis tinggi, namun laju pertumbuhannya tergolong lambat dan biaya pakan berbasis tepung ikan terus meningkat. Mikroalga seperti *Spirulina platensis* dan *Chlorella vulgaris* dikenal memiliki kandungan protein, pigmen, dan senyawa bioaktif yang tinggi sehingga berpotensi menjadi suplemen nutrisi alternatif dalam pakan ikan gurame. Kajian ini disusun dengan metode studi literatur (literature review) yang bertujuan mengkaji dan merangkum hasil-hasil penelitian mengenai pengaruh suplementasi mikroalga terhadap pertumbuhan, komposisi tubuh, dan respons imun ikan gurame. Hasil kajian menunjukkan bahwa suplementasi *Spirulina platensis* dan *Chlorella vulgaris* pada dosis tertentu (sekitar 6 g/kg pakan) mampu meningkatkan pertumbuhan, memperbaiki komposisi tubuh, serta meningkatkan respons imun non-spesifik ikan gurame. Meski demikian, dosis optimal, metode pengolahan mikroalga, dan aspek keekonomian penggunaannya dalam skala budidaya komersial masih memerlukan penelitian lebih lanjut.

Kata Kunci: mikroalga; *Spirulina platensis*; *Chlorella vulgaris*; pakan ikan; *Osphronemus goramy*.



PENDAHULUAN

Ikan gurame (*Osphronemus goramy*) merupakan salah satu komoditas ikan air tawar bernilai ekonomis tinggi di Indonesia karena rasa dagingnya yang khas dan permintaan pasar yang stabil (Teknik Pendederan Ikan Gurami, South East Asian Aquaculture). Namun, budidaya gurame menghadapi kendala berupa laju pertumbuhan yang relatif lambat dibandingkan ikan air tawar lain, sehingga masa pemeliharaan menjadi lebih panjang dan biaya produksi, terutama biaya pakan, menjadi lebih tinggi (Mokoginta *et al.*, 1995; Virnanto *et al.*, 2016).

Pakan merupakan komponen biaya produksi terbesar dalam budidaya ikan, dan sumber protein utama pakan komersial umumnya berasal dari tepung ikan yang harganya terus meningkat serta bergantung pada hasil tangkapan laut yang tidak selalu stabil (Alagawany *et al.*, 2021). Kondisi ini mendorong pencarian sumber nutrisi alternatif yang efisien, berkelanjutan, dan mampu meningkatkan performa pertumbuhan maupun kesehatan ikan (Ahmad *et al.*, 2020).

Kebutuhan protein ikan gurame bervariasi tergantung fase hidupnya. Pada stadia larva, kebutuhan protein pakan dapat mencapai sekitar 43% dengan rasio energi/protein sekitar 8 kkal DE/g protein, sedangkan pada fase pembesaran kebutuhan protein berkisar 28–35% (Mokoginta *et al.*, 1995; P3BMS UMA, 2025). Tingginya kebutuhan protein tersebut, khususnya protein hewani, menjadi tantangan tersendiri karena berkontribusi besar terhadap biaya pakan.

Mikroalga seperti *Spirulina platensis* dan *Chlorella vulgaris* menjadi salah satu kandidat potensial karena kandungan proteinnya yang tinggi serta keberadaan pigmen dan senyawa bioaktif yang dapat berfungsi sebagai imunostimulan alami (Ahmad *et al.*, 2020; Alagawany *et al.*, 2021; Nur, 2014). Beberapa hasil meta-analisis melaporkan bahwa suplementasi mikroalga dalam pakan dapat memperbaiki pertumbuhan, komposisi tubuh, dan ketahanan tubuh berbagai jenis ikan budidaya, termasuk ikan gurame (Li *et al.*, 2022; Trevi *et al.*, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, kajian ini disusun untuk merangkum dan menganalisis literatur terkait potensi pemanfaatan mikroalga sebagai suplemen nutrisi pakan terhadap pertumbuhan ikan gurame.

METODE

Kajian ini disusun menggunakan metode studi literatur (literature review) dengan menelusuri artikel jurnal ilmiah, hasil penelitian, dan publikasi terkait yang membahas kandungan nutrisi mikroalga, kebutuhan nutrisi ikan gurame, serta pengaruh suplementasi mikroalga terhadap performa pertumbuhan dan kesehatan ikan gurame maupun ikan air tawar lain sebagai pembanding. Sumber pustaka yang digunakan meliputi artikel dari jurnal nasional dan internasional bereputasi, prosiding, serta basis data ilmiah yang dapat diakses secara daring. Data dan informasi yang diperoleh kemudian disintesis secara deskriptif untuk menjawab tujuan kajian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik dan Kandungan Nutrisi Mikroalga

Spirulina platensis adalah mikroalga hijau-biru berbentuk spiral yang mengandung pigmen klorofil (hijau), fikosianin (biru), serta karotenoid seperti xantofil (kuning) (Nur, 2014; Alagawany *et al.*, 2021). Secara umum, setiap 100 gram *Spirulina* mengandung sekitar 65% protein, 25% karbohidrat, dan 5% lemak, menjadikannya salah satu bahan pakan dengan densitas nutrisi tertinggi di antara sumber protein alami (Nur, 2014).

Chlorella vulgaris juga dikenal sebagai mikroalga hijau bersel tunggal dengan kandungan protein tinggi dan biasa dimanfaatkan sebagai pakan alami larva ikan herbivora maupun omnivora, termasuk larva gurame (Ahmad *et al.*, 2020). Kandungan protein kasar *Chlorella vulgaris* dilaporkan bervariasi cukup luas, berkisar 22,7–67,7% dari bobot kering tergantung kondisi kultivasi, sedangkan biomassa mikroalga secara umum mencapai sekitar 60% protein (Gadzama *et al.*, 2025; Ahmad *et al.*, 2020). Spesies kerabat dekatnya, *Chlorella pyrenoidosa*, juga dilaporkan mengandung protein sekitar 52,4%, meskipun perlu diperhatikan keberadaan faktor anti-nutrisi seperti saponin, asam fitat, dan tanin yang dapat memengaruhi produktivitas ikan apabila tidak diolah dengan tepat (Chen *et al.*, 2022).

Kebutuhan Nutrisi Ikan Gurame

Kebutuhan protein ikan gurame bervariasi tergantung fase hidupnya. Pada stadia larva berukuran 0,1–0,7 g, kebutuhan protein pakan mencapai sekitar 43% dengan rasio energi/protein sekitar 8 kkal DE/g protein, sedangkan pada ukuran benih 25–30 g kebutuhan protein menurun menjadi sekitar 32% (Mokoginta *et al.*, 1995). Secara umum, gurame pada fase pembesaran membutuhkan kadar protein pakan berkisar 28–35%, dengan benih membutuhkan kadar lebih tinggi (30–35%) dibandingkan gurame dewasa (28–32%) (P3BMS UMA, 2025). Selain protein, pakan gurame juga memerlukan karbohidrat sekitar 20–30% dan serat kasar 8–20% sebagai sumber energi dan penunjang pencernaan (Teknik Pendederan Ikan Gurami, South East Asian Aquaculture).

Tingginya kebutuhan protein tersebut, khususnya protein hewani, menjadi tantangan tersendiri karena berkontribusi besar terhadap biaya pakan. Hal ini memperkuat relevansi pencarian sumber protein alternatif seperti mikroalga yang dapat disuplementasikan untuk melengkapi kebutuhan nutrisi tanpa sepenuhnya bergantung pada tepung ikan (Alagawany *et al.*, 2021).

Pengaruh Suplementasi Mikroalga terhadap Pertumbuhan dan Kesehatan Gurame

Penelitian mengenai suplementasi *Spirulina platensis* dan *Chlorella vulgaris* pada pakan ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) dengan dosis 6 g/kg pakan menunjukkan pengaruh terhadap pertumbuhan dan komposisi tubuh ikan. Perlakuan campuran kedua mikroalga tersebut dibandingkan dengan pemberian tunggal masing-masing jenis untuk memperoleh komposisi pakan terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan komposisi



tubuh gurame (Pengaruh Pakan Suplementasi Spirulina platensis dan Chlorella vulgaris terhadap Pertumbuhan dan Komposisi Tubuh Ikan Gurami).

Selain aspek pertumbuhan, mikroalga juga dilaporkan berperan dalam meningkatkan respons imun non-spesifik ikan gurame. Ekstrak air panas Spirulina platensis yang mengandung lipopolisakarida dapat berfungsi sebagai imunostimulan, sehingga pemberiannya dilaporkan mampu meningkatkan ketahanan tubuh ikan gurame terhadap infeksi penyakit, kondisi yang penting mengingat gurame relatif rentan terserang penyakit terutama pada cuaca dingin dan curah hujan tinggi (Peningkatan Respons Imun Non Spesifik Ikan Gurame Pascapemberian Ekstrak Air Panas Mikroalga Spirulina platensis).

Sebagai pembandingan pada spesies lain, pemberian Spirulina pada tilapia (*Oreochromis niloticus*) dilaporkan memengaruhi pertumbuhan dan komposisi tubuh ikan (Takeuchi *et al.*, 2002), sementara pada ikan zebra (Danio rerio) suplementasi Spirulina platensis dilaporkan meningkatkan kinerja pertumbuhan dan ketahanan tubuh (Agung, dkk.). Pada ikan lele Afrika (*Clarias gariepinus*), substitusi tepung ikan dengan Spirulina platensis dan Chlorella vulgaris terbukti tidak menurunkan performa pertumbuhan serta memperbaiki aktivitas enzim antioksidan dan parameter hematologi (Raji *et al.*, 2018; Raji *et al.*, 2020), sedangkan pada udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) substitusi tepung ikan dengan Arthrospira platensis meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas enzim pencernaan (Radhakrishnan *et al.*, 2016).

Hasil meta-analisis berskala besar turut memperkuat temuan tersebut. Suplementasi tepung Spirulina secara konsisten meningkatkan bobot akhir, laju pertumbuhan spesifik, dan rasio efisiensi protein pada berbagai jenis ikan dan udang, dengan tingkat inklusi optimal sebagai aditif pakan berkisar 1,46--2,26% (Li *et al.*, 2022). Meta-analisis lain yang mengkaji 50 penelitian pada 26 spesies ikan air tawar dan laut juga menunjukkan bahwa inklusi Spirulina secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dibandingkan kontrol, bahkan pada tingkat substitusi yang relatif rendah (Trevi *et al.*, 2023). Konsistensi hasil pada berbagai spesies ikan air tawar ini memperkuat indikasi bahwa mikroalga memiliki efek fungsional yang relatif luas, baik pada aspek pertumbuhan maupun imunitas, meskipun beberapa penelitian juga melaporkan efek yang kurang menguntungkan apabila mikroalga diberikan pada tingkat inklusi yang terlalu tinggi (Ahmad *et al.*, 2020).

Mekanisme Fisiologis Peningkatan Pertumbuhan melalui Suplementasi Mikroalga

Secara nutrisi, perbaikan performa pertumbuhan ikan gurame yang disuplementasi mikroalga diduga tidak hanya berasal dari tingginya kadar protein, tetapi juga dari kelengkapan profil asam amino esensial yang mudah dicerna sehingga mendukung sintesis protein otot dan efisiensi konversi pakan (Ahmad *et al.*, 2020; Alagawany *et al.*, 2021). Kandungan karbohidrat mikroalga yang relatif tinggi turut berperan sebagai sumber energi tambahan, sehingga protein pakan tidak perlu banyak dialihkan untuk

keperluan energi dan dapat lebih optimal dialokasikan untuk deposisi protein tubuh serta pertumbuhan jaringan (Nur, 2014). Selain itu, vitamin, mineral mikro, dan asam lemak yang terkandung dalam Spirulina platensis dan Chlorella vulgaris diduga berfungsi sebagai kofaktor berbagai reaksi metabolisme energi, sehingga efisiensi pemanfaatan pakan secara keseluruhan meningkat (Alagawany *et al.*, 2021). Hal ini sejalan dengan hasil meta-analisis yang menunjukkan penurunan rasio konversi pakan (FCR) yang konsisten pada berbagai spesies ikan dan udang yang diberi suplementasi Spirulina (Li *et al.*, 2022), yang mengindikasikan bahwa efek positif mikroalga terhadap pertumbuhan lebih berkaitan dengan perbaikan efisiensi metabolisme dan pemanfaatan nutrisi dibandingkan sekadar penambahan kadar protein pakan.

Peran Pigmen dan Senyawa Bioaktif dalam Respons Imun Gurame

Selain kontribusinya terhadap pertumbuhan, pigmen dan senyawa bioaktif dalam mikroalga diduga menjadi faktor kunci di balik peningkatan respons imun non-spesifik ikan gurame. Fikosianin, pigmen biru khas Spirulina platensis, dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi yang dapat membantu menjaga integritas sel serta mengurangi stres oksidatif pada ikan (Nur, 2014; Alagawany *et al.*, 2021). Lipopolisakarida yang terkandung dalam ekstrak air panas Spirulina platensis diketahui berperan sebagai imunostimulan yang mampu memicu aktivasi sel-sel imun bawaan, sehingga ketahanan tubuh ikan gurame terhadap patogen meningkat (Peningkatan Respons Imun Non Spesifik Ikan Gurame Pascapemberian Ekstrak Air Panas Mikroalga Spirulina platensis). Temuan serupa pada ikan lele Afrika, yaitu perbaikan aktivitas enzim antioksidan dan parameter hematologi setelah substitusi tepung ikan dengan Spirulina platensis dan Chlorella vulgaris, memperkuat dugaan bahwa efek imunomodulator mikroalga bersifat relatif konsisten pada berbagai spesies ikan air tawar (Raji *et al.*, 2018; Raji *et al.*, 2020). Peningkatan ketahanan tubuh ini memiliki relevansi praktis yang tinggi bagi pembudidaya gurame, mengingat spesies ini tergolong rentan terhadap serangan penyakit terutama pada musim hujan dan suhu air yang rendah, sehingga suplementasi mikroalga berpotensi menjadi strategi pencegahan yang bersifat alami dan berkelanjutan dibandingkan penggunaan bahan kimia atau antibiotik.

Pengaruh Metode Pengolahan terhadap Bioavailabilitas Nutrisi Mikroalga

Efektivitas suplementasi mikroalga pada pakan ikan gurame juga sangat dipengaruhi oleh metode pengolahan yang digunakan. Dinding sel Chlorella vulgaris yang relatif tebal dan tersusun dari selulosa dilaporkan dapat menghambat pencernaan dan penyerapan nutrisi apabila mikroalga diberikan dalam bentuk sel utuh tanpa pengolahan (Ahmad *et al.*, 2020). Oleh karena itu, proses pemecahan dinding sel, baik secara mekanis maupun enzimatis, umumnya diperlukan untuk meningkatkan bioavailabilitas protein dan senyawa bioaktif di dalamnya (Gadzama *et al.*, 2025). Selain itu, keberadaan faktor anti-



nutrisi seperti saponin, asam fitat, dan tanin pada beberapa spesies mikroalga, termasuk *Chlorella pyrenoidosa*, perlu diperhatikan karena dapat menurunkan pencernaan dan produktivitas ikan apabila kadarnya tidak dikendalikan melalui pengolahan yang tepat, misalnya melalui perendaman, fermentasi, atau ekstraksi (Chen *et al.*, 2022). Perbedaan hasil antara pemberian *Spirulina platensis* dalam bentuk mentah (raw) dan dalam bentuk ekstrak air panas pada penelitian terhadap ikan gurame turut mengindikasikan bahwa metode pengolahan dapat memengaruhi jenis manfaat yang dominan diperoleh, apakah lebih mengarah pada peningkatan pertumbuhan atau pada peningkatan respons imun (Pengaruh Pakan Suplementasi *Spirulina platensis* dan *Chlorella vulgaris* terhadap Pertumbuhan dan Komposisi Tubuh Ikan Gurami; Peningkatan Respons Imun Non Spesifik Ikan Gurame Pascapemberian Ekstrak Air Panas Mikroalga *Spirulina platensis*).

Aspek Keekonomian dan Tantangan Aplikasi pada Skala Budidaya Komersial

Meskipun manfaat biologis suplementasi mikroalga cukup konsisten dilaporkan, penerapannya pada skala budidaya komersial masih menghadapi sejumlah tantangan, terutama terkait aspek keekonomian. Biaya produksi biomassa mikroalga skala besar, termasuk kebutuhan fasilitas kultivasi, energi, dan kontrol kualitas, saat ini masih relatif tinggi dibandingkan tepung ikan konvensional di sebagian wilayah, sehingga kelayakan penggunaannya sebagai bahan pakan komersial perlu dikaji lebih lanjut dari sisi rasio biaya dan manfaat (Alagawany *et al.*, 2021). Tingkat inklusi optimal yang dilaporkan pada meta-analisis, yaitu sekitar 1,46--2,26% sebagai aditif pakan (Li *et al.*, 2022), relatif kecil dibandingkan dosis 6 g/kg pakan yang diuji pada gurame, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut untuk menyelaraskan dosis efektif secara biologis dengan dosis yang paling efisien secara ekonomi. Selain itu, variabilitas kandungan nutrisi mikroalga akibat perbedaan kondisi kultivasi turut menjadi tantangan dalam standardisasi kualitas bahan baku untuk produksi pakan skala industri (Gadzama *et al.*, 2025). Dengan demikian, keberhasilan penerapan mikroalga sebagai suplemen pakan gurame pada skala komersial akan sangat bergantung pada kemajuan teknologi kultivasi dan pengolahan mikroalga yang lebih efisien, di samping ketersediaan data eksperimental yang lebih lengkap khusus pada spesies gurame (Ahmad *et al.*, 2020).

Posisi Mikroalga di Antara Sumber Protein Alternatif Lain

Mikroalga bukan satu-satunya kandidat sumber protein alternatif yang telah diteliti untuk pakan ikan

gurame. Tepung hasil fermentasi *Azolla microphylla*, misalnya, dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan benih gurame ketika dicampurkan ke dalam pakan buatan (Virnanto *et al.*, 2016), yang menunjukkan bahwa strategi substitusi sebagian tepung ikan dengan bahan nabati maupun mikroorganisme fotosintetik memang menjadi arah pengembangan pakan gurame yang cukup luas dikaji. Dibandingkan *Azolla*, mikroalga seperti *Spirulina platensis* dan *Chlorella vulgaris* memiliki keunggulan pada kadar protein dan kelengkapan pigmen serta senyawa bioaktif yang lebih tinggi (Nur, 2014; Ahmad *et al.*, 2020), namun umumnya memerlukan biaya produksi dan teknologi kultivasi yang lebih intensif. Dengan demikian, pemilihan sumber protein alternatif yang paling sesuai untuk suatu unit budidaya gurame perlu mempertimbangkan tidak hanya efektivitas biologisnya terhadap pertumbuhan dan kesehatan ikan, tetapi juga ketersediaan bahan baku, kemudahan produksi, serta harga di tingkat lokal. Kombinasi mikroalga dengan sumber protein alternatif lain, baik nabati maupun mikroorganisme, juga berpotensi dikaji lebih lanjut sebagai strategi untuk memperoleh formulasi pakan gurame yang lebih efisien secara nutrisi maupun ekonomi (Alagawany *et al.*, 2021).

Implikasi Praktis dan Arah Penelitian Mendatang

Bagi pembudidaya gurame, temuan-temuan yang telah diuraikan mengindikasikan bahwa suplementasi mikroalga dapat dipertimbangkan sebagai strategi pelengkap, bukan pengganti total, sumber protein hewani konvensional, terutama pada fase pembesaran yang menuntut efisiensi biaya pakan tanpa mengorbankan kesehatan ikan (Alagawany *et al.*, 2021). Namun demikian, penerapannya di lapangan sebaiknya tetap mempertimbangkan dosis dan metode pengolahan yang telah terbukti efektif pada skala penelitian, mengingat variasi hasil antarpelelitian masih cukup besar (Ahmad *et al.*, 2020). Untuk penelitian mendatang, kajian eksperimental yang secara khusus menguji berbagai tingkat dosis, kombinasi jenis mikroalga, serta metode pengolahan pada gurame dalam berbagai fase hidup masih sangat diperlukan, mengingat sebagian besar bukti pendukung saat ini berasal dari penelitian pada spesies ikan lain (Li *et al.*, 2022; Trevi *et al.*, 2023). Penelitian lanjutan mengenai kelayakan ekonomi produksi mikroalga skala kecil-menengah yang dapat diadopsi oleh pembudidaya gurame di Indonesia juga akan sangat bermanfaat untuk menjembatani kesenjangan antara bukti ilmiah dan penerapan praktis di lapangan.

Rangkuman Temuan

Tabel berikut merangkum beberapa temuan utama dari literatur yang dikaji.

Tabel 1. Rangkuman Temuan Utama Literatur

Jenis Mikroalga	Dosis/Perlakuan	Spesies Uji	Efek yang Dilaporkan
<i>Spirulina platensis</i> + <i>Chlorella</i> <i>vulgaris</i>	6 g/kg pakan	Gurame (<i>Osphronemus</i> <i>gouramy</i>)	Pertumbuhan & komposisi tubuh meningkat



<i>Spirulina platensis</i> (ekstrak air panas)	Ekstrak, pascapemberian	Gurame (<i>Osphronemus gouramy</i>)	Respons imun non-spesifik meningkat
<i>Spirulina platensis</i> (raw)	Bervariasi	Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Pertumbuhan & komposisi tubuh terpengaruh
<i>Spirulina platensis</i>	Bervariasi	Ikan zebra (<i>Danio rerio</i>)	Kinerja pertumbuhan & ketahanan tubuh meningkat
<i>Spirulina platensis</i> + <i>Chlorella vulgaris</i>	Substitusi tepung ikan	Lele Afrika (<i>Clarias gariepinus</i>)	Aktivitas enzim antioksidan & hematologi membaik
<i>Arthrospira platensis</i>	Substitusi tepung ikan	Udang galah (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>)	Pertumbuhan & enzim pencernaan meningkat
Spirulina (tepung)	Aditif 1,46-2,26%	Ikan & udang (meta- analisis)	Bobot akhir, SGR, PER meningkat; FCR menurun
Spirulina	Berbagai tingkat substitusi	26 spesies ikan (meta- analisis)	Pertumbuhan meningkat signifikan vs kontrol

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian literatur yang dilakukan, mikroalga seperti *Spirulina platensis* dan *Chlorella vulgaris* berpotensi dimanfaatkan sebagai suplemen nutrisi dalam pakan ikan gurame (*Osphronemus gouramy*). Suplementasi mikroalga pada dosis tertentu dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan, memperbaiki komposisi tubuh, serta meningkatkan respons imun non-spesifik ikan gurame, sehingga berpotensi menjadi alternatif maupun pelengkap sumber protein hewani konvensional seperti tepung ikan (Ahmad *et al.*, 2020; Alagawany *et al.*, 2021).

Meskipun demikian, jumlah penelitian yang secara spesifik menguji mikroalga pada gurame masih terbatas dibandingkan pada spesies ikan lain, sehingga diperlukan penelitian eksperimental lebih lanjut untuk menentukan dosis optimal, metode pengolahan mikroalga yang paling efektif, serta kelayakan ekonominya pada skala budidaya komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, R., dkk. Pemanfaatan *Spirulina platensis* untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan dan Ketahanan Tubuh Ikan Zebra (*Danio rerio*). Ziraa'ah: Majalah Ilmiah Pertanian.
- Ahmad, M. T., Shariff, M., Yusoff, F. M., Goh, Y. M., & Banerjee, S. (2020). Applications of microalga *Chlorella vulgaris* in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 12(1), 328--346. <https://doi.org/10.1111/raq.12320>
- Alagawany, M., Taha, A. E., Noreldin, A., El-Tarabily, K. A., & Abd El-Hack, M. E. (2021). Nutritional applications of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) and *Chlorella* in farmed fish: A review. *Aquaculture*, 542, 736841. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736841>
- Chen, F., Qian, J., He, Y., Leng, Y., & Zhou, W. (2022). Could *Chlorella pyrenoidosa* be exploited as an alternative nutrition source in aquaculture feed? A study on the nutritional values and anti-nutritional factors. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1069760. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1069760>
- Gadzama, I. U., Ray, S., Méité, R., Mugweru, I. M., Gondo, T., Rahman, M. A., Redoy, M. R. A., Rohani, M. F., Kholif, A. E., Salahuddin, M., & Brito, A. F. (2025). *Chlorella vulgaris* as a livestock supplement and animal feed: A comprehensive review. *Animals*, 15(6), 879. <https://doi.org/10.3390/ani15060879>
- Li, L., Liu, H., & Zhang, P. (2022). Effect of spirulina meal supplementation on growth performance and feed utilization in fish and shrimp: A meta-analysis. *Aquaculture Nutrition*, 2022, 8517733. <https://doi.org/10.1155/2022/8517733>
- Mokoginta, I., Suprayudi, M. A., & Setiawati, M. (1995). Kebutuhan Optimum Protein dan Energi Pakan Benih Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy* Lac). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 1(3), 82--94. <https://doi.org/10.15578/jppi.1.3.1995.82-94>
- Nur, M. M. A. (2014). Potensi Mikroalga sebagai Sumber Pangan Fungsional di Indonesia. *Jurnal Eksergi*, 11(2), 1--6.
- P3BMS UMA. (2025). Kebutuhan Protein untuk Pembesaran Ikan Gurame secara Maksimal. Diakses dari <https://p3bms.uma.ac.id/kebutuhan-protein-untuk-pembesaran-ikan-gurame-secara-maksimal/>
- Peningkatan Respons Imun Non Spesifik Ikan Gurame Pascapemberian Ekstrak Air Panas Mikroalga *Spirulina platensis*. Diakses dari academia.edu.
- Pengaruh Pakan Suplementasi *Spirulina platensis* dan *Chlorella vulgaris* terhadap Pertumbuhan dan Komposisi Tubuh Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*).
- Radhakrishnan, S., Belal, I. E. H., Seenivasan, C., Muralisankar, T., & Bhavan, P. S. (2016). Impact of fishmeal replacement with *Arthrospira platensis* on growth performance, body composition and digestive enzyme activities of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture Reports*, 3, 35--44. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2015.11.005>
- Raji, A. A., Alaba, P. A., Yusuf, H., Bakar, N. H. A., Taufek, N. H. M., Muin, H., Alias, Z., Milow, P., & Razak, S. A. (2018). Fishmeal replacement with *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris* in African catfish (*Clarias gariepinus*) diet: Effect on antioxidant enzyme activities and haematological parameters. *Research in Veterinary Science*, 119, 67--75. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.05.013>



- Raji, A. A., Jimoh, W. A., Bakar, N. H. A., Taufek, N. H. M., Muin, H., Alias, Z., Milow, P., & Razak, S. A. (2020). Dietary use of Spirulina (Arthrospira) and Chlorella instead of fish meal on growth and digestibility of nutrients, amino acids and fatty acids by African catfish. *Journal of Applied Phycology*, 32(3), 1763--1770. <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02070-y>
- Takeuchi, T., Lu, J., Yoshizaki, G., & Satoh, S. (2002). Effect on the growth and body composition of juvenile tilapia *Oreochromis niloticus* fed raw Spirulina. *Fisheries Science*, 68(2), 34--40.
- Teknik Pendederan Ikan Gurami (*Osphronemus goramy*). *South East Asian Aquaculture*, 1(1), 5--10.
- Trevi, S., Uren Webster, T., Consuegra, S., & Garcia de Leaniz, C. (2023). Benefits of the microalgae Spirulina and Schizochytrium in fish nutrition: A meta-analysis. *Scientific Reports*, 13, 2208. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29183-x>
- Virnanto, L. A., Rachmawati, D., & Samidjan, I. (2016). Pemanfaatan Tepung Hasil Fermentasi Azolla (*Azolla microphylla*) sebagai Campuran Pakan Buatan untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(1), 1--7.