

SKRIPSI

**KULTUR *Haematococcus pluvialis* PADA MEDIA LIMBAH
CAIR BUDIDAYA IKAN GABUS MENGGUNAKAN DOSIS
PUPUK WALNE BERBEDA**

***CULTURE OF Haematococcus pluvialis IN SNAKEHEAD FISH
FARMING WASTEWATER MEDIA USING DIFFERENT DOSES
OF WALNE FERTILIZER***



**Inggried Sinaga
05051282025048**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

SUMMARY

INGGRIED SINAGA. Culture of *Haematococcus pluvialis* in Snakehead Fish Farming Wastewater Media Using Different Doses of Walne Fertilizer (Supervised by **MARINI WIJAYANTI**).

Haematococcus pluvialis microalgae is a unicellular microalgae with a habitat in freshwater that is known for its benefits and high production costs. In an effort to reduce these production costs, snakehead fish farming wastewater can be utilized as a growing medium for *H. pluvialis*. Some research that has been done, obtained the results of *H. pluvialis* culture in liquid waste alone has not produced maximum growth, therefore *H. pluvialis* culture still requires additional nutrients in the form of Walne fertilizer. However, for snakehead fish farming waste, the best dosage of Walne fertilizer as a growing medium for *H. pluvialis* is not yet known. This study aimed to determine the right dose of Walne fertilizer that produces the maximum density and specific growth rate of *H. pluvialis*. This research has been conducted in the Basic Laboratory of Fisheries, Aquaculture Laboratory and Experimental Pond, Aquaculture Study Program and Microbiology and Biotechnology Laboratory of Fishery Products, Fishery Products Technology Study Program, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University in December 2023 to January 2024. This research applied a completely randomized design that consisted of five treatments and three replicates, namely 0 mL (P0), 0.25 mL (P1), 0.50 mL (P2), 0.75 mL (P3), 1 mL (P4) of Walne fertilizer in 1 L of liquid waste of snakehead fish farming. The results of this research showed that Walne fertilizer with a dose of 0.75 mL in 1 L of liquid waste of snakehead fish farming was the best dose that produced a specific growth rate of 15.39% day⁻¹, a maximum density of 28.13 x 10⁶ cells mL⁻¹, ammonia reduction of 79.11% and BOD₅ reduction of 87.39%.

Keywords: *Haematococcus pluvialis*, snakehead fish, Walne fertilizer

RINGKASAN

INGGRIED SINAGA. Kultur *Haematococcus pluvialis* pada Media Limbah Cair Budidaya Ikan Gabus Menggunakan Dosis Pupuk Walne Berbeda (Dibimbing oleh **MARINI WIJAYANTI**).

Mikroalga *Haematococcus pluvialis* adalah mikroalga uniseluler memiliki habitat di air tawar yang dikenal dengan manfaat dan biaya produksi yang tinggi. Upaya menekan biaya produksi tersebut, limbah cair budidaya ikan gabus dapat dimanfaatkan sebagai media tumbuh *H. pluvialis*. Beberapa penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil kultur *H. pluvialis* pada limbah cair saja belum menghasilkan pertumbuhan maksimal, oleh karena itu kultur *H. pluvialis* masih membutuhkan nutrisi tambahan berupa pupuk Walne. Namun, untuk limbah cair budidaya ikan gabus, belum diketahui dosis pupuk Walne yang terbaik sebagai media tumbuh *H. pluvialis*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis pupuk Walne yang tepat sehingga menghasilkan kepadatan maksimal dan laju pertumbuhan spesifik terbaik *H. pluvialis*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Dasar Perikanan, Laboratorium Budidaya Perairan dan Kolam Percobaan, Program Studi Budidaya Perairan serta Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Hasil Perikanan, Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada bulan Desember 2023 – Januari 2024. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari lima perlakuan dan tiga ulangan, yaitu 0 mL (P0), 0,25 mL (P1), 0,50 mL (P2), 0,75 mL (P3), 1 mL (P4) pupuk Walne dalam 1 L limbah cair budidaya ikan gabus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk Walne dengan dosis 0,75 mL dalam 1 L limbah cair budidaya ikan gabus merupakan dosis terbaik yang menghasilkan laju pertumbuhan spesifik sebesar 15,39% hari⁻¹, kepadatan maksimal sebesar 28,13x10⁶ sel mL⁻¹, pengurangan amonia sebesar 79,11% dan pengurangan BOD₅ sebesar 87,39%.

Kata kunci: *Haematococcus pluvialis*, ikan gabus, pupuk Walne

SKRIPSI

KULTUR *Haematococcus pluvialis* PADA MEDIA LIMBAH CAIR BUDIDAYA IKAN GABUS MENGGUNAKAN DOSIS PUPUK WALNE BERBEDA

Diajukan Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Perikanan pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya



Inggried Sinaga
05051282025048

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**KULTUR *Haematococcus pluvialis* PADA MEDIA LIMBAH
CAIR BUDIDAYA IKAN GABUS MENGGUNAKAN DOSIS
PUKUK WALNE BERBEDA**

SKRIPSI

Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya


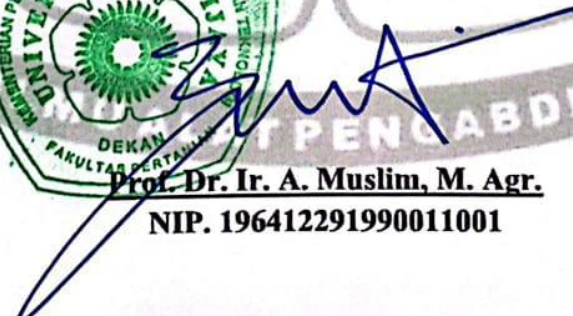
Oleh:

Inggried Sinaga
05051282025048

Indralaya, 2 Juli 2024
Pembimbing


Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si.
NIP. 197609102001122003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.
NIP. 196412291990011001

Skripsi dengan Judul "Kultur *Haematococcus pluvialis* pada media limbah cair budidaya ikan gabus menggunakan dosis pupuk Walne berbeda" oleh Inggried Sinaga telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 7 Juni 2024 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si. Ketua (.....) NIP. 197609102001122003
2. Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si. Anggota (.....) NIP. 197602082001121003

Indralaya, 2 Juli 2024
Ketua Jurusan Perikanan



Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si.
NIP. 197602082001121003

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Inggried Sinaga

NIM : 05051282025048

Judul : Kultur *Haematococcus pluvialis* pada media limbah cair budidaya ikan gabus menggunakan dosis pupuk Walne berbeda

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan karya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang dicantumkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapatkan paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, 2 Juli 2024



Inggried Sinaga

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Pematang Raya pada tanggal 22 September 2002, di Kecamatan Raya, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara. Almarhum Ayah bernama J.R. Bertuahman Sinaga dan almarhum Ibu bernama Rosdiani Saragih. Saat ini penulis berdomisili di Indralaya, Ogan Ilir.

Riwayat Pendidikan formal penulis dimulai dari Sekolah Dasar di SD Negeri Raya Pinantar 094109 sampai tahun 2014, SMP Pamardi Yuwana Bhakti sampai tahun 2016, kemudian SMA Negeri 16 Bekasi sampai tahun 2020. Sejak Agustus tahun 2020 penulis tercatat sebagai mahasiswi Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur SBMPTN.

Pada tahun 2020-2023 penulis aktif dalam kegiatan organisasi kemahasiswaan tingkat Program Studi seperti HIMAKUA (Himpunan Mahasiswa Akuakultur). Pada tahun 2022-2023 penulis menjadi Kepala Dinas DISPORA Himpunan Mahasiswa Akuakultur, sebagai Sekretaris dan Bendahara Beasiswa DIGDAYA Akuakultur 2021-2022. Sebagai mahasiswi penulis pernah dipercaya menjadi asisten praktikum beberapa mata kuliah diantaranya Genetika Pemuliaan Ikan, Bisnis Perikanan, Budidaya Pakan Alami dan Bioteknologi Akuakultur. Penulis pernah melakukan kegiatan magang di salah satu balai perikanan di Sumatera yaitu BBI Pagar Alam dengan judul “Pembenihan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Balai Benih Ikan Pagar Alam, Sumatera Selatan” yang di bimbing oleh Bapak Mochamad Syaifudin, S.Pi, M.Si, Ph.D. Selain itu pada tahun 2023 penulis juga melaksanakan kegiatan praktek lapangan di UPR Mitra Mina Sejahtera, Indralaya dengan judul “Pemberian Cacing Sutera (*Tubifex* sp.) Terhadap Pertumbuhan, Kecerahan, dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Black Molly (*Poecilia sphenops*)” yang dibimbing oleh Bapak Mochamad Syaifudin, S.Pi, M.Si, Ph.D.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur senantiasa dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang selalu memberikan rahmat kesehatan dan kebijaksanaan kepada penulis, sehingga sangat semangat dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kultur *Haematococcus pluvialis* pada media limbah cair budidaya ikan gabus menggunakan dosis pupuk Walne berbeda”.

Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya Tahun 2023-2024 dengan Judul “Bioprospeksi Mikroalga Sistem IMTA-Bioflok Ikan Rawa Sebagai Bahan Nutrasetikal dan Bioenergi” yang dibiayai oleh anggaran DIPA Universitas Sriwijaya atas nama ketua Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Dengan demikian penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kakak, abang, dan keluarga yang selalu memberi doa, dukungan serta memberi motivasi sehingga penulis semangat dalam menyelesaikan skripsi.
2. Ibu Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si. selaku pembimbing atas kesabaran dan perhatiannya dalam memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis sejak perencanaan, pelaksanaan dan analisis hasil penelitian sampai penyusunan serta penulisannya ke dalam bentuk skripsi ini.
3. Bapak Yulisman, S.Pi., M.Si. selaku Pembimbing Akademik yang telah mengarahkan penulis selama menjadi mahasiswa di Budidaya Perairan.
4. Bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si. selaku ketua Jurusan Perikanan dan Koordinator Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
5. Saudara Andre Neval Laresa Silitonga yang telah banyak menyaksikan proses selama pembuatan skripsi sekaligus pemberi dukungan kepada penulis.
6. Kepada teman-teman seperjuangan yang telah membantu penulis selama proses akademik sampai di kelulusan nanti.

7. Analisis Laboratorium Budidaya Perairan dan Kolam Percobaan, Program Studi Budidaya Perairan, Analisis Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Hasil Perikanan, Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya yang telah memfasilitasi dan mengarahkan penulis.

Penulis sangat menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, dalam proses pembuatannya pasti ada kekeliruan baik kata maupun huruf. Saran dan kritik pembaca sangat diharapkan oleh penulis untuk dijadikan evaluasi agar lebih baik. Harapan penulis, skripsi ini dapat bermanfaat untuk rekan-rekan yang membacanya.

Indralaya, 2 Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. <i>Haematococcus pluviialis</i>	4
2.2. Habitat.....	5
2.3. Manfaat.....	5
2.4. Nutrien dan Media Tumbuh.....	5
2.5. Limbah Cair.....	6
BAB 3 PELAKSANAAN PRAKTEK LAPANGAN.....	7
3.1. Tempat dan Waktu.....	7
3.2. Bahan dan Metoda.....	7
3.3. Metode.....	8
3.4. Parameter Penelitian.....	9
3.5. Analisis Data.....	10
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	11
4.1. Kepadatan dan Laju Pertumbuhan Spesifik <i>H. pluviialis</i>	11
4.2. Pengurangan BOD ₅ Media Kultur <i>H. pluviialis</i>	13
4.2. Pengurangan Amonia Media Kultur <i>H. pluviialis</i>	15
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	17
5.1. Kesimpulan.....	17
5.2. Saran.....	17
DAFTAR PUSTAKA.....	18
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. <i>Haematococcus pluvialis</i>	4
Gambar 4.1. Grafik kepadatan harian <i>H. pluvialis</i>	11

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi media Walne.....	6
Tabel 3.1. Alat yang digunakan.....	7

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kepadatan harian <i>H. Pluvialis</i>	22
Lampiran 2. Analisi ragam kepadatan maksimal <i>H. pluvialis</i>	24
Lampiran 3. Laju pertumbuhan spesifik <i>H. pluvialis</i> (% hari ⁻¹)	25
Lampiran 4. Analisis ragam pertumbuhan spesifik <i>H. pluvialis</i> (%)	28
Lampiran 5. Pengurangan BOD ₅ (%)	28
Lampiran 6. Analisis ragam pengurangan BOD ₅ (%)	29
Lampiran 7. Pengurangan amonia (%)	29
Lampiran 8. Analisis ragam pengurangan amonia (%)	30
Lampiran 9. Kandungan N dan P pupuk Walne tiap perlakuan	31
Lampiran 10. Dokumentasi penelitian	32

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mikroalga *Haematococcus pluvialis* adalah mikroalga hijau (*green algae*) uniseluler yang memiliki habitat di air tawar (Nugroho, 2021). *H. pluvialis* merupakan sumber zat bioaktif yang menjanjikan, seperti karotenoid, protein, asam lemak, dan khususnya astaxantin yang merupakan antioksidan kuat (Shah *et al.*, 2016). Astaxantin pada *H. pluvialis* biasanya digunakan sebagai pewarna alami makanan dan tambahan pakan pada budidaya ikan salmon, udang, dan lobster (Kratzer *et al.*, 2021), sebagai anti-inflamasi yang memiliki efek terapeutik pada berbagai penyakit manusia (Mehariya *et al.*, 2020), energi terbarukan sebagai biodiesel dan biofuel (Duong *et al.*, 2012). Pemanfaatan mikroalga *H. pluvialis* saat ini masih terbatas karena tingginya biaya produksi. Menurut Asosiasi Teknologi Pengemasan dan Pengolahan, pasar *nutraceutical* global diperkirakan akan tumbuh dari tahun ke tahunnya, peningkatan tersebut disebabkan oleh meningkatnya popularitas *nutraceutical* alami, khususnya astaxantin. Meningkatnya permintaan astaxantin alami dan harganya yang tinggi meningkatkan minat terhadap sistem yang efisien untuk memproduksi astaxantin dari *H. pluvialis*. Koller *et al.* (2014) menyatakan bahwa biaya produksi tinggi pada *H. pluvialis* disebabkan oleh metode pemanenan yang mahal, rentan akan kontaminasi, tingginya biaya bahan induksi untuk memperoleh astaxantin. Sementara itu, harga pupuk pro analisis yang dipakai pada kultur mikroalga relatif lebih mahal sehingga memerlukan pupuk alternatif lainnya. Salah satu cara menekan biaya produksi ialah dengan memanfaatkan air limbah.

Limbah cair budidaya ikan gabus merupakan salah satu media potensial yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan *H. pluvialis*. Pada penelitian Kurniawan (2012), menyatakan bahwa hasil metabolisme merupakan sumber bahan pencemar anorganik dan organik yang harus minimalisir dari perairan sehingga tidak membahayakan kehidupan organisme perairan. Saputra *et al.* (2017), menyatakan air budidaya ikan gabus memiliki kandungan berupa NH_3 dan PO_4 yang masing-

masing sebanyak 10-50 mg L⁻¹ dan 3-14 mg L⁻¹. Kandungan tersebut dapat dimanfaatkan oleh mikroalga untuk mendukung pertumbuhannya. Air limbah pemeliharaan ikan mengandung nutrisi yaitu N, P dan K yang merupakan komponen penyusun pupuk organik yang bisa dimanfaatkan oleh mikroalga (Hapsari dan Welasi, 2013). Pemanfaatan air limbah untuk kultivasi *H. pluvialis* telah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian Rodrigues *et al.* (2021), menggunakan limbah singkong menghasilkan tingkat pertumbuhan *H. pluvialis* sebesar $9,31 \times 10^4$ sel mL L⁻¹. Limbah singkong mengandung unsur N: 1300 mg L⁻¹ dan P: 780 mg L⁻¹ (Ekop *et al.*, 2019). Pan *et al.* (2021), menggunakan limbah jus kentang menghasilkan biomassa sebesar 0,38 g L⁻¹. Imani dan Lambang (2019), menggunakan limbah cair ikan layang menghasilkan biomassa 0,59 g L⁻¹. Akan tetapi hasil tersebut masih tergolong rendah, karena itu untuk meningkatkan pertumbuhan *H. pluvialis* perlu dilakukan modifikasi media dengan penambahan pupuk Walne. Pupuk Walne memiliki kandungan NaNO₃, Na₂EDTA, H₃BO₃, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O, vitamin B1, vitamin B12, ZnCl₂, CuSO₄·5H₂O, MnCl₂·4H₂O, FeCl₃·6H₂O, dan CoCl₂·6H₂O (Andersen, 2005).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan pada mikroalga lain menggunakan kombinasi pupuk Walne dan air limbah. Selli, (2022) kultur *Porphyridium* sp. menggunakan pupuk Walne 50% dalam limbah air budidaya ikan lele menghasilkan kepadatan maksimal sebesar $11,17 \times 10^5$ sel mL⁻¹. Air limbah budidaya ikan lele mengandung N: 220 mg L⁻¹, P: 166 mg L⁻¹, K: 154 mg L⁻¹ (Ammar, 2022). Restuhadi *et al.* (2017), menggunakan limbah cair tahu dan pupuk Walne 1 mL L⁻¹ untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. menghasilkan $35,22 \times 10^5$ sel mL⁻¹. Kandungan unsur hara yang terdapat pada limbah cair tahu yaitu N: 510 mg L⁻¹, P: 680 mg L⁻¹, (Maulana *et al.*, 2017). Penelitian Carvalho *et al.* (2023), menggunakan limbah cair kelapa sawit dengan pupuk Walne 20% kultur mikroalga alga *Nannochloropsis* sp. menghasilkan lipid sebesar 45% dari berat biomasanya. Penelitian Irvan *et al.* (2011) menyatakan limbah cair kelapa sawit mengandung kadar N: 62-85 mg L⁻¹, kadar P: 450 mg L⁻¹, kadar K: 875-1250 mg L⁻¹. Namun, untuk limbah cair budidaya ikan gabus belum diketahui dosis pupuk Walne yang terbaik sebagai media tumbuh *H. pluvialis*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui

dosis pupuk Walne yang tepat sehingga menghasilkan laju pertumbuhan spesifik dan kepadatan maksimal yang terbaik pada *H. pluvialis*.

1.2. Rumusan Masalah

Pemanfaatan mikroalga *H. pluvialis* saat ini masih terbatas karena tingginya biaya produksi. Koller *et al.* (2014) menyatakan bahwa biaya produksi tinggi pada *H. pluvialis* disebabkan oleh metode pemanenan yang mahal, rentan akan kontaminasi, biaya bahan induksi untuk memperoleh astaxantin yang cukup tinggi. Salah satu cara menekan biaya produksi ialah dengan memanfaatkan air limbah. Limbah cair budidaya ikan gabus merupakan salah satu media potensial yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan *H. pluvialis*. Umumnya air limbah pemeliharaan ikan memiliki nutrisi berupa N, P dan K yang merupakan komponen penyusun pupuk organik yang dapat dimanfaatkan oleh mikroalga (Hapsari dan Welasi, 2013). Beberapa hasil penelitian telah dilakukan untuk kultivasi *H. pluvialis* dengan menggunakan limbah cair budidaya masih tergolong rendah, karena itu untuk meningkatkan pertumbuhan *H. pluvialis* perlu dilakukan modifikasi media dengan penambahan pupuk Walne. Namun belum diketahui dosis pupuk Walne yang optimal untuk memaksimalkan pertumbuhan *H. pluvialis*. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memastikan dosis optimal untuk mencapai kepadatan maksimal dan laju pertumbuhan spesifik *H. pluvialis*.

1.3. Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dosis pupuk Walne optimal untuk mencapai kepadatan maksimal dan pertumbuhan *H. pluvialis* yang dikultur pada media limbah cair budidaya ikan gabus.

DAFTAR PUSTAKA

- Amenorfenyo, D.K., Huang, X., Zhang, Y., Zang, Q., Zhang, N., Ren, J. and Huang, Q., 2019. Microalgae brewery wastewater treatment: potential, benefits and the challenges. *Journal Environmental Research and Public Health*, 16(11), 1-19.
- Ammar, M., 2022. Potential utilization of catfish wastewater, livestock manure and waste of fish as media and nutrition for organic hydroponic. *Journal Agricultural Sciences*, 5(2), 1-10.
- Andersen, A.R., 2005. *Algal Culturing Techniques*. London: British Library.
- Andriyeni, Firman, Nurseha dan Zulkhasyni, 2017. Studi potensi hara makro air limbah budidaya lele sebagai bahan baku pupuk organik. *Jurnal Agroqua*, 15 (1), 71-75.
- Awaliyah, R.B., Yulianti, I., Agustian, A. dan Muhsinin, S., 2019. Overproduksi astaxantin pada *Haematococcus pluvialis* dengan induksi radiasi uv dan penambahan BHT. *Journal of Pharmacopolium*, 2(3), 179-187.
- Basyuni, 2009. *Identifikasi Mineral Pembawa Hara untuk Menilai Potensi Kesuburan Tanah*. Makassar: Unhas e-Repository.
- Carvalho, J.C.D., Molina-Aulestia, D.T., Martinez-Burgos, W.J., Karp, S.G., Manzoki, M.C., Medeiros, A.B.P., Rodrigues, C., Scapini, T., Vandenberghe, L.P.D.S., Vieira, S., Woiciechowski, A.L. and Soccol, V.T., 2023. Agro-industrial wastewaters for algal biomass production, bio-based products, and biofuels in a circular bioeconomy. *Fermentation*, 28(8), 10-36.
- Dauda, A. B., Ajadib, A., Fabunmic, A.S.T. and Akinwale, A.O., 2019. Waste production in aquaculture: Sources, components and managements in different culture systems. *Aquaculture and Fisheries*, 4, 81-88.
- Duong, T.V., Li, Y., Nowak, E. and Schenk, P.M., 2012. Microalgae isolation and selection for prospective biodiesel production. *Journal Energies*, 5(6), 35-49.
- Ekop, I.E., Simonyan, K.J. and Evwierhoma, E.T., 2019. Utilization of cassava wastes for value added products: an overview. *International Journal of Scientific Engineering and Science*, 1(3), 31-39.
- Farida, S.A., 2020. *Analisis Bioinformatika Gen crtr-B Serta Induksi NACL dan NA. Asetat Dalam Upaya Peningkatan Kadar Astaxantin pada Haematococcus pluvialis*. Skripsi. Universitas Bhakti Kencana.

- Gross, A., Boyd, C.E., Wood, C.W., 2000. *Nitrogen transformations and balance in channel catfish ponds. Aquacultural Engineering*, 24, 1-14.
- Guerin, M., Huntley, M.E. and Olaizola, M., 2003. *H. pluvialis* astaxantin: applications for human health and nutrition. *Trends in Biotechnology*, 21(5), 210-216.
- Hadiyanto dan Maulana, A., 2012. *Mikroalga Sumber Pangan dan Energi Masa Depan*. Semarang: UPT UNDIP Press Semarang.
- Hadiyanto, Nur, M.M.A. and Hartanto, G.D., 2012. Cultivation of *Chlorella* sp. as biofuel sources in palm oil mill effluent (POME). *Journal of Renewable Energy Development*, 1(2), 45-49.
- Han, S., Chang, S.H., Lee, C., Jeon, M.S., Heo, Y.M., Kim, S. and Choi, Y.E., 2020. Astaxantin biosynthesis promotion with pH shock in the green microalga *Haematococcus lacustris*. *Bioresource Technology*, 3(4)1-15.
- Hapsari, N. dan Welasi, T., 2013. Pemanfaatan limbah ikan menjadi pupuk organik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), 1-6.
- Higuera, C., Felix-Valenzuela, I. and Goycoolea, F.M., 2006. Astaxantin: A review of its chemistry and applications. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 4(6), 185–196.
- Hu, Q., Huang, D., Li, A., Hu, Z., Gao, Z., Yang, Y. and Wang, C., 2021. Transcriptome-based analysis of the effects of salicylic acid and high light on lipid and astaxantin accumulation in *Haematococcus pluvialis*. *Biotechnology for Biofuels*, 14(1), 1-8.
- Imani dan Lambang, Y., 2019. *Pengaruh Limbah Cair Ikan Layang (Decapterus Sp.) terhadap Biomassa, Pertumbuhan dan Klorofil-A Haematococcus pluvialis*. Tesis. Universitas Brawijaya.
- ITIS, 2023. *ITIS-Report: Haematococcus pluvialis*. Available at: <http://www.itis.gov>. [Accessed 26 September 2023].
- Koller, M., Muhr, A. and Braunegg, G., 2014. Microalgae as versatile cellular factories for valued products, *Algal Res*. 6(10), 52-63.
- Kratzer, R. and Murkovic, M., 2021. Foodstuffs and nutraceuticals from microalgae: major product classes and biotechnology production. *Pharmacy journal*, 10(126), 2-18.
- Kurniawan, A., 2012. Short communication: bioremediasi pada sistem budidaya perikanan. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 6(1), 13-17.
- Maulana, P.M., Karina, S. dan Mellisa, S., 2017. Pemanfaatan fermentasi limbah cair tahu menggunakan EM4 sebagai alternatif nutrisi bagi mikroalga

- Spirulina* sp. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(2), 104-112.
- Mehariya, S., Sharma, N., Iovine, A., Casella, P., Marino, T., Larocca, V., Molino, A. dan Musmarra, D., 2020. Strategi terpadu *nutraceuticals* dari *Haematococcus pluvialis* dari budidaya hingga ekstraksi. *Antioksidan*, 5(79), 820-825.
- Nugroho, R.A., 2021. *Seluk Beluk Mikroalga dan Botryococcus braunii*. Sleman: Deepublish.
- Oslan, S.N.H., Shoparwe, N.F., Yusoff, A.H., Rahim, A.A., Chang, C.S., Tan, J.S., Arumugam, K., Arif, A.B. and Sulaiman, A.Z., 2021. A review on *haematococcus pluvialis* bioprocess optimization of green and red stage culture conditions for the production of natural astaxantin. *Biomolecules*, 1(5), 11-256.
- Pan, M., Zhu, X., Gang, P. and Angelidaki, I., 2021. Integrated valorization system for simultaneous high strength organic wastewater treatment and astaxantin production from *Haematococcus pluvialis*. *Bioresource technology*, 2(4), 1-19.
- Panjaitan, S.M.A., 2019. *Pengaruh Photoperiod Berbeda terhadap Kelimpahan Mikroalga Haematococcus pluvialis*. Skripsi. Universitas Riau.
- Putri, D.S. and Alaa, S., 2019. The growth comparison of *haematococcus pluvialis* in two different medium. *Biota*, 12(2), 1-9.
- Ranga, R., Sarada, A.R., Baskaran, V. and Ravishankar, G.A., 2009. Identification of karotenoids from green alga *H. pluvialis* by HPLC and LC-MS (APCI) and their antioxidant properties. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 19 (11), 1333-1341.
- Restuhadi, F., Zalfiatri, Y. dan Pringgondani, D.A., 2017. Pemanfaatan simbiosis mikroalga *Chlorella* sp. dan starbact untuk menurunkan kadar polutan limbah cair tahu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(2), 140-153.
- Rodrigues, O.H.C., Itokazu, A.G.I., Rorig, L., Maraschin, M., Gordo, R.F. and Almeida, W.P., 2021. Evaluation of astaxantin biosynthesis by *H. pluvialis* grown in culture medium added of cassava wastewater. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 163(3), 1-7.
- Saputra, A., Setijaningsih, L., Yosmaniar, Y. dan Prihadi, T.H., 2017. Distribusi nitrogen dan fosfor pada budidaya ikan gabus (*Channa striata*) dengan aplikasi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan probiotik. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(4), 379-388.

- Sayedini, F., Kermanshahi-pour, A., He, Q.S., Tibbetts, S.M., Lalonde, C.G.E. and Brar, S.K., 2020. Microalgae cultivation in thin stillage anaerobic digestate for nutrient recovery and bioproduct production. *Algal Research*, 47, 1-11.
- Selli, M., 2022. *Modifikasi Media Porphyridium sp. Sebagai Upaya Pemanfaatan Air Limbah budidaya ikan lele*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Shah, M.M.R., Liang, Y., Cheng, J.J. and Daroch, M., 2016. Astaxantin-producing green microalga *Haematococcus pluvialis*: from single cell to high value commercial products. *Frontiers in plant science*, 7(5), 525-531.
- Vonshak, A., 1997. *Spirulina platensis (Arthrospira) Physiology, Cell-Biology and Biotechnology*. Paris: Taylor and Francis.
- Wen, Z., Liu, Z., Hou, Y., Liu, C., Gao, F., Zheng, Y. and Chen, F., 2015. Ethanol induced astaxantin accumulation and transcriptional expression of carotenogenic genes in *Haematococcus pluvialis*. *Enzyme and Microbial Technology*, 5(78), 10-17.
- Wijoseno, 2011. *Uji Pengaruh Variasi Media Kultur Terhadap Tingkat Pertumbuhan dan Kandungan Protein, Lipid, Klorofil, dan Karotenoid pada Mikroalga Chlorella vulgaris Buitenzorg*. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Witono, R.J., Gunadi, A., Santoso, H., Miryani, A., Angela, J. and Kumalaputri, 2020. The optimal condition on the growth of green *Haematococcus pluvialis* as one of the future natural resources. *Materials Science and Engineering*, 778(3), 1-7.
- Zhang, Z., Wang, B., Hu, Q., Sommerfeld, M., Li, Y. and Han, D., 2016. A new paradigm for producing astaxantin from unicellular green alga *Haematococcus pluvialis*. *Biotechnology and Bioengineering*, 113(10), 28-29.
- Zhao, Y., Guan, F., Wang, G.L., Miao, L., Ding, J., Li, Y. and Hui, B.D., 2011. Astaxantin preparation by lipase-catalyzed hydrolysis of its esters from *H. pluvialis* algal extracts. *Journal of Food Science*, 7(76), 643-650.