



ABDIMAS UNIVERSAL

<http://abdimasuniversal.uniba-bpn.ac.id/index.php/abdimasuniversal>

DOI: <https://doi.org/10.36277/abdimasuniversal.v4i2.211>

Received: 09-04-2022

Accepted: 10-07-2022

Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Harapan Maju, Cimanggis, Depok sebagai Media Kultur *Spirulina sp.*

Mustamina Maulani^{1*}; Asri Nugrahanti¹; Mohammad Apriniyadi¹; Bayu Satyawira¹; Zakiah Darajat Nurfajrin¹; Gabriella Jasmine¹; Henry David Young¹; Rakha Handika Putra¹

¹Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

^{1*} Email: mustamina@trisakti.ac.id

Abstrak

Pencemaran limbah industri di Depok masih menjadi persoalan karena kandungannya tidak sesuai dengan baku mutu yang ditentukan pemerintah. Kandungan yang dapat mencemari adalah kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), dan *Total Suspended Solid* (TSS) yang cukup tinggi. Limbah tahu di daerah ini menghasilkan bau busuk dan mencemari lingkungan ketika dibuang langsung ke badan air. Kurangnya edukasi pemilik industri tahu akan keekonomisan limbah menyebabkan pembuangan langsung ke badan sungai tanpa diolah terlebih dahulu. Oleh karena itu, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan limbah cair industri tahu sebagai media kultur *Spirulina sp.* dan memberikan edukasi kepada masyarakat khususnya pemilik pabrik tahu untuk memanfaatkan kembali limbah cairnya. Dalam pelaksanaannya sendiri dilakukan beberapa metode, yaitu studi literatur, pengambilan sampel, pelaksanaan pengkajian air limbah, dan penyuluhan serta pelatihan. Hasil dari kegiatan ini berupa pembuktian bahwa limbah cair industri tahu tersebut dapat dimanfaatkan sebagai media kultivasi *Spirulina sp.* yang kemudian memberikan nilai tambah ekonomi sekaligus mengurangi pencemaran lingkungan. Hal ini dilihat dari hasil kultivasi *Spirulina* pada hari ke-10 dengan *Optical Density* (OD) yang terus meningkat dan dapat dilakukan pemanenan untuk pemanfaatan lebih lanjut.

Kata Kunci: Pengabdian kepada Masyarakat, pemanfaatan limbah, limbah cair tahu industri, kultivasi *Spirulina sp.*, pelestarian lingkungan

Abstract

*Industrial waste in Depok still a problem raised because its contents were not following the government's quality standards. Contaminants were considered pollutant are Chemical Oxygen Demand (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD), and Total Suspended Solids (TSS) were quite high. One of these wastes was tofu wastewater which produced a foul odor and pollutes the environment when discharged directly into water bodies. Lack of industrial owners' education of the economic value of the waste caused direct disposal without being utilized first. Therefore, this Community Service activity aims to determine the feasibility of tofu industrial wastewater as a *Spirulina sp.* culture medium and provided education to the tofu factory owners, to utilize their liquid waste. In the implementation several stages are carried out, namely literature studies, sampling, implementing wastewater assessments, counseling also training. The result of this activity is tofu industrial wastewater can be utilized as a medium for cultivating *Spirulina sp.* which added economic value while reducing the environmental pollution. This can be seen from the results of *Spirulina* cultivation on the 10th day where the *Optical Density* (OD) continues to increase and harvested for further use.*

Keywords: Community Service, wastewater utilization, industrial tofu wastewater, *Spirulina sp.* cultivation, environmental conservation

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk yang tinggi berkesinambungan dengan meningkatnya kebutuhan pangan yang berdampak pada terus berkembangnya industri pangan Indonesia (Suryana, 2014). Salah satu industri pangan yang semakin menjamur adalah industri tahu untuk memenuhi konsumsi masyarakat Indonesia, di mana di tahun 2021 sendiri konsumsi tahu masyarakat Indonesia per orangnya bisa mencapai 8.216 kg per tahunnya (Badan Pusat Statistik, 2020).

Kegiatan industri ini dilaksanakan melalui serangkaian proses panjang, namun sayangnya mayoritas masih belum menggunakan teknologi terkini yang berujung pada rendahnya efisiensi penggunaan sumber daya. Sebagai contoh, umumnya setiap 100 kg kacang kedelai untuk produksi tahu membutuhkan air dalam jumlah masif, yaitu 1,5 sampai 2 m³ air. Banyaknya jumlah air ini juga akan berpengaruh ke kuantitas limbahnya. Semakin banyak air yang digunakan, maka akumulasi limbah cairnya pun akan semakin banyak di akhir proses produksi. Adapun rata-

rata limbah cair yang dihasilkan dari satu rangkaian produksi tahu adalah sebanyak 17 liter per kilogram (Faisal et al., 2016; Hadiyanto, 2018).

Limbah cair yang dihasilkan pada proses produksi ini umumnya disebut sebagai air dadih. Air dadih sendiri memiliki karakteristik sebagai cairan kental eksek yang terpisah dari gumpalan tahu. Gawatnya, jumlah limbah ini pada akhirnya dapat disetarakan sebesar 1 juta ton emisi karbon dioksida. Angka tersebut begitu besar karena dari industri ini sendiri mampu menghasilkan sebesar 40% dari keseluruhan total 100 kg dari produksi kacang kedelai yang digunakan. Adapun limbah cair tersebut dihasilkan dari beberapa proses produksinya, diantaranya adalah pencucian kedelai, perendaman kedelai, penyaringan yang dilanjutkan dengan pengendapan sehingga air tersebut akan dibuang dan menjadi limbah cair. Selain itu kegagalan dalam pembuatan tahu yang tidak layak konsumsi juga menyumbang jumlah limbah cair tersebut. Selanjutnya jika dilihat dari penanganan limbahnya sendiri, mayoritas pemilik hanya membuang limbah tersebut ke badan air dan berujung mencemari lingkungan.

Limbah cair tahu industri yang berkarakteristik kaya akan *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), dan *Total Suspended Solid* (TSS) sehingga pada akhirnya membuat limbah ini menjadi berbahaya (Mulana et al., 2014; Simanjuntak et al., 2021). Namun tentunya di balik tingginya kadar substansi pencemar, limbah cair tahu ini memiliki kandungan nutrisi yang baik mengingat asalnya dari kacang kedelai. Selain itu juga memiliki nilai mutu yang dapat dimanfaatkan kembali sebelum dibuang ke badan air atau tempat pembuangan lainnya. Dari sekian banyak manfaat limbah cair tahu ini, salah satunya adalah sebagai media air dalam kultivasi berbagai jenis tanaman, umumnya mikroalga (Anggraini et al., 2020; Dianursanti et al., 2014).

Selanjutnya jika memperhatikan lebih lanjut pada kandungan organiknya, limbah cair tahu ini memiliki kadar protein dan lipid 40-60% dan karbohidrat sekitar 25-50%. Di samping itu, kurang lebih limbah ini memiliki kandungan Nitrogen sebesar 188,34 mg/L dan Fosfor sebesar 1,69 mg/L. Melihat besarnya kandungan organik dan nutrisi dari limbah ini, maka dapat dikatakan bahwa limbah cair tahu merupakan sumber potensi nutrisi yang baik bagi pertumbuhan mikroalga. Sehingga sangat besar peluangnya untuk dapat dimanfaatkan kembali, selain itu juga dapat membantu melestarikan lingkungan (Hadiyanto, 2018; Syaichurrozi & Jayanudin, 2016).

Adapun salah satu jenis mikroalga yang paling banyak dikultivasi lebih lanjut untuk dimanfaatkan adalah *Spirulina sp.* Mikroalga ini memiliki daya tarik berupa kadar hidrokarbon dan protein yang tinggi. *Spirulina sp.* merupakan mikroalga bersel satu yang berwarna hijau-biru, bentuknya spiral, dan merupakan

bagian dari golongan *cyanobacteria*. Dalam tumbuh kembangnya, *Spirulina sp.* membutuhkan Nitrogen (N), Fosfor (F), dan Karbon (C) sebagai sumber nutrisi. *Spirulina sp.* juga cenderung dipilih karena relatif cepat bertumbuh dan mampu memproduksi biomassa yang banyak dalam waktu singkat. Ukuran biomasanya pun cukup besar sehingga mudah untuk dipanen. Melihat dari habitat aslinya, perkembangbiakan *Spirulina sp.* mencapai kondisi optimum di perairan tropis dan subtropis. Sehingga dengan melihat habitatnya, media kultivasi yang digunakan dapat menggunakan air laut, air tawar, dan juga air payau. Pertumbuhan *Spirulina sp.* ini kepadatan atau densitas maksimumnya diukur melalui *Optical Density* (OD). OD sendiri menggambarkan kepadatan atau densitas populasi *Spirulina sp.* (Caturwati & Setyati, 2020; Hadiyanto, 2018; Soni et al., 2019; Syaichurrozi & Jayanudin, 2017).

Dalam pemanfaatannya, *Spirulina sp.* dapat digunakan sebagai bioremediasi air limbah sehingga limbah menjadi aman untuk dibuang ke badan air, dapat dimanfaatkan sebagai produk pangan dan organik karena mengandung omega 3, klorofil, karotenoid, protein sebesar 50-70% dari berat keringnya, dan kandungan lainnya, dapat digunakan sebagai produk perawatan kecantikan, dan juga bio-ethanol sebagai sumber energi (Christwardana & Nur, 2013; Fakhri et al., 2020; Hadiyanto & Nais, 2019).

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada salah satu industri tahu di Depok, yaitu Harapan Maju, Cimanggis, Jawa Barat didapatkan bahwa limbah cair industri tahu tersebut mengandung kadar amoniak yang tinggi (0,548 mg/L) namun dapat terurai dengan cepat. Sayangnya selama ini limbah cair industri dibuang secara langsung tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Pembuangan langsung ke badan air menghasilkan bau busuk dan tentunya mencemari lingkungan sekitar. Selain kadar amoniak yang tinggi, diketahui juga bahwa kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 1152 ppm dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) sebesar 714 ppm. Sehingga tujuan dari Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini diselenggarakan adalah untuk melakukan analisa kelayakan dalam pemanfaatan air limbah industri tahu sebagai media air dalam kultur *Spirulina sp.* sehingga dengan adanya pemanfaatan demikian maka air limbah industri tahu ini akan memiliki nilai ekonomi dan sekaligus mengurangi pencemaran lingkungan di sekitar badan air.

2. Bahan dan Metode

Dalam pelaksanaannya, Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) yang dilaksanakan oleh Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi (FTKE) Universitas Trisakti dilangsungkan secara *hybrid* dan bermitra dengan pabrik tahu Harapan Maju di Depok.

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dilakukan dengan menempuh empat tahapan pelaksanaan, yaitu sebagai berikut :

1. Studi literatur yang dilaksanakan dengan menganalisis jurnal-jurnal maupun percobaan yang sudah ada sebelumnya sehingga mendapatkan hasil referensi yang maksimal.
2. Pengambilan sampel dilakukan pada saat mengunjungi pabrik tahu Harapan Maju di Cimanggis, Depok, tanggal 27 Desember 2021 untuk kepentingan melakukan analisis dan pengkajian terhadap limbah cair tersebut.
3. Pelaksanaan pengkajian air limbah yang dilakukan di Laboratorium Analisa Fluida Reservoir, Universitas Trisakti, dimana dari hasil pengkajian ini didapatkan karakteristik dari limbah cair industri tahu tersebut.
4. Penyuluhan dan pelatihan yang dilakukan secara bersamaan, dimana penyuluhan pemanfaatan limbah cair industri tahu ke pihak Harapan Maju dilakukan secara *hybrid* (*Zoom* dan secara langsung) dengan diawali sosialisasi yang dilanjutkan dengan pelatihan. Pelatihan dilakukan langsung oleh Tim PkM kepada pemilik dan karyawan pabrik tahu Harapan Maju pada tanggal 31 Januari 2022.
5. Monitoring yang dilakukan selama 6 bulan ke depan yang dilakukan secara *online* melalui *Zoom Meeting* sebulan sekali untuk memantau perkembangan pemilik dan karyawan pabrik tahu dalam memanfaatkan limbah cair tahu.

Pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dilakukan oleh FTKE Universitas Trisakti. yang beranggotakan 8 (delapan) orang. Dalam tim ini sendiri terdiri dari 5 (lima) dosen dan 3 (tiga) mahasiswa. Sosialisasi dilakukan melalui *Zoom Meeting* pada tanggal 31 Januari 2022. Hasil dari tahapan penyuluhan pengabdian kepada masyarakat ini membuka wawasan dan memberikan keterampilan baru khususnya bagi pemilik industri tahu dalam memanfaatkan limbahnya untuk dapat dimanfaatkan sehingga keuntungan utamanya adalah memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi.

Hasil dari pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat selanjutnya dituangkan ke dalam bentuk artikel ilmiah berdasarkan pendekatan kualitatif yang bersifat deskriptif. Data-data yang diperoleh berasal langsung dari lapangan, buku referensi, jurnal publikasi hasil penelitian, dan percobaan-percobaan yang lalu dapat menjadi dasar acuan dalam penyusunan artikel ilmiah ini. Adapun keberhasilan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini ditandai dengan berhasil dipanennya *Spirulina sp.* yang menggunakan limbah cair industri tahu sebagai media airnya.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan melalui penelusuran jurnal, artikel, dan percobaan maupun praktikum mengenai pemanfaatan limbah cair tahu sebagai media kultivasi *Spirulina sp.* yang dilansir dari beberapa sumber metadata seperti Springer, Google Scholar, Elsevier, dan sebagainya.

b. Pengambilan Sampel

Tim PkM FTKE Universitas Trisakti melakukan observasi langsung ke pabrik tahu Harapan Maju pada tanggal 27 Desember 2021. Kondisi pabriknya cukup tertata, begitu pula untuk tempat-tempat pembuangan limbah hasil produksinya.



Gambar 1. Kondisi Pabrik Harapan Maju



Gambar 2. Limbah Cair (kiri) dan Padat (kanan)

Akses perjalanan menuju ke pabrik tahu sangat lancar dan mudah untuk dijangkau. Dari hasil observasi langsung menunjukkan bahwa pemisahan dan pembuangan limbah cair dan padat sudah bagus dan tertata rapi. Sehingga dapat menjadi prospek bahwa limbah ini dapat dimanfaatkan dan akan menambahkan nilai lebih, salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai media tumbuh untuk *Spirulina sp.*

c. Pengkajian Air Limbah

Berkaitan dengan penelitian sebelumnya, yaitu pemanfaatan pengolahan limbah industri tahu menggunakan Bentonite yang terbukti efektif, maka pada PkM ini dilakukan inovasi memanfaatkan limbah cair tahu yang ada sebagai media kultivasi bagi *Spirulina sp.*. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Maulani (2021), limbah cair tahu di-*treatment* dengan PAC dan *organoclay*. Selain itu, dengan menggunakan koagulan PAC dan Bentonite juga mereduksi aktivitas bakteri dan gas metan sebagai hasil samping air limbah industri tahu.

Sehingga pada penilitan dan PkM ini dilakukan analisa lebih lanjut terhadap limbah tahu dengan mengambil contoh sampel untuk kemudian dilihat kandungannya di laboratorium dengan tujuan untuk menjadikannya sebagai media kultivasi *Spirulina sp.*.

Analisa ini dilakukan di Laboratorium Analisa Fluida Reservoir, Universitas Trisakti, dimana dari hasil analisa air limbah tahu diperoleh beberapa karakteristik, yaitu didapatkan nilai BOD 714 ppm, COD 1152 ppm, TDS 1129 ppm, kadar pH limbahnya 4 (tergolong asam), konsentrasi Amoniak 0,548 mg/L, total Karbon 2874,83 mg/L, total Nitrogen 179,68 mg/L, dan total P-PO₄ 33,43 mg/L. Sehingga dari limbah cair ini masih belum bisa dibuang secara langsung namun berpotensi untuk dimanfaatkan karena kandungan Karbon, Nitrogen, dan Fosfatnya sangat mendukung nutrisi dalam budidaya *Spirulina sp.*. Selain itu, terdapat juga beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan *Spirulina sp.*, yaitu pH, salinitas, intensitas cahaya, suhu, ion bikarbonat, serta ketersediaan nutrisi makro dan mikro.

Dalam proses kultivasi yang dilakukan skala laboratorium, *Spirulina sp.* ditempatkan pada Erlenmeyer atau gelas kaca yang steril dan dijaga kondisi lingkungannya (pH, nutrisi, dan pertumbuhannya). Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari kondisi optimum dalam proses kultivasi tersebut. Adapun ke depannya kultivasi *Spirulina sp.* ini dapat dilakukan dalam skala semi-massal maupun komersial, dimana tahapan semi-massal merupakan persiapan ke tahapan komersial. Cara yang dilakukan adalah mempersiapkan *Spirulina sp.* agar dapat beradaptasi ke lingkungan semi-steril. Sedangkan pada tahapan komersial nantinya keberhasilan akan bergantung pada cuaca luar lingkungan dan kontaminasi lainnya. Dilakukan beberapa tahapan dalam memanen *Spirulina sp.*, yaitu flokulasi, pengendapan, penyaringan, pengambilan slurry *Spirulina sp.*, pengeringan, dan pemanenan.



Gambar 3. Tahapan Pemanenan *Spirulina sp.*

Tahapan flokulasi dilakukan untuk pengumpulan sel sehingga nantinya akan membentuk agregat, dimana untuk tahap flokulasi dapat dilakukan dengan mengubah pH lingkungan menjadi basa (11,8 – 12) ataupun dengan polimer kationik. Selanjutnya akan dilakukan pengendapan agar terpisah antara agregat dengan cairannya yang kemudian akan disaring sehingga bahan yang akan dipakai untuk tahapan selanjutnya adalah *slurry* dari *Spirulina sp.* tersebut. Kemudian *slurry* *Spirulina sp.* ini akan diletakkan berjajar di alas. Pada percobaan ini digunakan nampan besi. Selanjutnya nampan-nampan ini akan disusun di rak untuk dibiarkan mengering. Setelah kering, maka *Spirulina sp.* siap dipanen untuk dimanfaatkan kembali sebagai produk-produk lainnya.

Hasil yang optimum didapatkan setelah dilakukan kultivasi *Spirulina sp.* dengan air limbah tahu di hari kesepuluh, dimana indikator keberhasilan dari pemanfaatan air limbah ini berada pada nilai kepadatan atau densitas *Spirulina sp.* yang semakin meningkat. Adapun keberhasilan ini diukur dengan satuan *Optical Density* (OD) yang menyatakan densitas populasi dari *Spirulina sp.* tersebut. Selain itu dengan diolahnya limbah cair tahu ini sebagai media kultivasi mengurangi kadar COD, BOD, dan TDS.

d. Penyuluhan, Pelatihan, dan Monitoring

Setelah percobaan di laboratorium berhasil untuk membuktikan manfaat limbah cair tahu untuk mengkultivasi *Spirulina sp.*, maka selanjutnya pengabdian kepada masyarakat ini masuk ke tahapan sosialisasi dan pelatihan kepada pemilik sekaligus karyawan pabrik tahu Harapan Maju. Adapun pelaksanaan sosialisasi dan pelatihan dilakukan secara hybrid mengingat tingginya kasus Covid-19 di Indonesia saat ini yang mengharuskan adanya protokol kesehatan. Pelaksanaan sosialisasi dan pelatihan ini dilakukan oleh Tim PkM FTKE Universitas Trisakti.



Gambar 4. Sosialisasi kepada Pemilik Pabrik melalui Zoom pada 31 Januari 2022

Sosialisasi ini kemudian dilanjutkan dengan pelatihan yang ditujukan kepada pemilik dan karyawan pabrik tahu Harapan Maju mengenai manfaat dari limbah cair yang mereka produksi setiap harinya sebagai media kultivasi *Spirulina sp.*. Di akhir pelatihan, Tim PkM melakukan foto bersama. Hasil capaian dari kegiatan PkM ini dapat berlangsung sukses karena adanya jalinan hubungan dan komunikasi yang baik antara mitra pemilik industri tahu Harapan Maju dan Tim PkM, kelugasan dan transparansi dalam penyampaian problema yang sedang dihadapi oleh mitra sehingga Tim PkM dapat mengarahkan Mitra dan memberikan pemecahan masalah yang tepat, dan terutama adanya antusiasme yang besar baik dari Mitra maupun Tim PkM dalam bekerja sama untuk keberhasilan kegiatan ini.

4. Kesimpulan dan Saran

Dari kegiatan PKM menggunakan limbah cair tahu yang ada, dapat dijadikan sebagai media air pada kultivasi *Spirulina sp.* sebab memiliki unsur C, N, P yang cukup dengan konsentrasi limbah cair tertentu. Kegiatan PkM bermanfaat bagi pemilik pabrik tahu maupun lingkungan sebab dapat memberikan nilai tambah ekonomi dan membantu dalam pelestarian lingkungan. Adapun saran yang dapat diberikan adalah agar kegiatan ini juga dapat dilaksanakan pada pabrik tahu lainnya maupun pabrik lain dengan limbah cair yang serupa.

5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada:

1. Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Trisakti.
2. Dekan dan seluruh civitas akademika FTKE, Universitas Trisakti.
3. Pemilik dan karyawan pabrik tahu Harapan Maju Cimanggis, Depok, Jawa Barat.

6. Daftar Rujukan

- Anggraini, W., Zulfa, M., Prihantini, N. N., Batubara, F., & Indriyani, R. (2020). Utilization of Tofu Wastewater for the Growth of Red Spinach (*Alternanthera amoenavoss*) in Floating Raft Hydroponic Cultures. *Journal of Physics: Conference Series*, 1467(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012005>.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Rata-Rata Konsumsi per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting, 2007-2019*. <https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/08/950/rata-rata-konsumsi-per-kapita-seminggu-beberapa-macam-bahan-makanan-penting-2007-2017.html>
- Caturwati, L. N., & Setyati, R. H. (2020). Optimization of *Spirulina sp.* Growth in Walne Media with Variation of Urea and NaHCO_3 Supplements. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 5(1), 53–58. <https://doi.org/10.22146/jtbb.53635>.
- Christwardana, M., & Nur, M. M. A. (2013). *Spirulina platensis: POTENSINYA SEBAGAI BAHAN PANGAN FUNGSIONAL*. 2(1), 1–4.
- Dianursanti, Rizkytata, B. T., Gumelar, M. T., & Abdullah, T. H. (2014). Industrial tofu wastewater as a cultivation medium of microalgae *Chlorella vulgaris*. *Energy Procedia*, 47, 56–61. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.01.196>.
- Faisal, M., Gani, A., Mulana, F., & Daimon, H. (2016). Treatment and utilization of industrial tofu waste in Indonesia. *Asian Journal of Chemistry*, 28(3), 501–507. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2016.19372>.
- Fakhri, M., Antika, P. W., Ekawati, A. W., & Arifin, N. B. (2020). Growth, Pigment and Protein Production of *Spirulina platensis* under different $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ concentrations. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 9(1), 38. <https://doi.org/10.20473/jafh.v9i1.15769>.
- Hadiyanto, H. (2018). Ozone Application for Tofu Waste Water Treatment and Its Utilisation for Growth Medium of Microalgae *Spirulina sp.* *E3S Web of Conferences*, 31. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183103002>.
- Hadiyanto, H., & Nais, P. A. (2019). *Biorefinery Mikroalga* (1st ed.). EF Press Digimedia.

- Maulani, M. (2021). Pemanfaatan pengolahan limbah industri tahu menggunakan bentonite. *Community Empowerment*, 6(10), 1892–1898.
- Mulana, F., Alam, P. N., & Daimon, H. (2014). Wastewater characteristics from tofu processing facilities in Banda Aceh. *The Proceedings of The 4th Annual International Conference Syiah Kuala University (AIC Unsyiah)*, 22–25.
- Simanjuntak, N. A. M. B., Zahra, N. L., & Suryawan, I. W. K. (2021). Tofu Wastewater Treatment Planning with Anaerobic Baffled Reactor (ABR) and Activated Sludge Application. *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 12(1), 21–27.
- Soni, R. A., Sudhakar, K., & Rana, R. S. (2019). Comparative study on the growth performance of *Spirulina platensis* on modifying culture media. *Energy Reports*, 5, 327–336. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.02.009>
- Suryana, A. (2014). Menuju Ketahanan Pangan Indonesia Berkelanjutan 2025: Tantangan dan Penanganannya. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 32(2), 123. <https://doi.org/10.21082/fae.v32n2.2014.123-135>.
- Syaichurrozi, I., & Jayanudin, J. (2017). Effect of Tofu Wastewater Addition on the Growth and Carbohydrate-Protein-Lipid Content of *Spirulina platensis*. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 30(11). <https://doi.org/10.5829/ije.2017.30.11b.02>.
- Syaichurrozi, Iqbal, & Jayanudin. (2016). Potensi Limbah Cair Tahu Sebagai Media Tumbuh *Spirulina platensis*. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(2), 64–68. <file:///C:/Users/acer/Downloads/809-1691-1-SM.pdf>.