

Potential of *Chlorella* sp As A Bioremediation Agent in Tofu Liquid Waste: Literature Review

Surya Eka Putra^{1*}, Threo Wanda Marten¹, Elsa Yuniarti¹, Linda Handayuni¹

¹Program Pascasarjana Ilmu Lingkungan, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia;

Article History

Received : December 03th, 2022

Revised : December 29th, 2022

Accepted : January 09th, 2023

*Corresponding Author: **Surya Eka Putra,**

Program Pascasarjana Ilmu Lingkungan, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

Email:

suryaekaputra14@gmail.com

Abstract: Tofu liquid waste that contains high levels of COD (Chemical Oxygen Demand), BOD (Biological Oxygen Demand), and TSS (Total Suspended Solid) is usually discharged directly into the waters, causing a foul odor in community drainage and contaminating rivers. This study aims to determine the potential of *Chlorella* sp as a bioremediation agent in tofu wastewater. This type of research is research that uses the literature review method. The stages of literature collection used in this study refer to the Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA) guidelines. This stage consists of four procedures, namely, identification, screening, eligibility, and acceptance. This study shows that the microalgae *Chlorella* sp. can increase population growth and lipid levels, *Chlorella* sp. Can reduce COD and Nitrate levels contained in tofu liquid waste, and increase the pH from acidic to neutral. Based on the results of the study found, it can be concluded that *Chlorella* sp has the potential as a bioremediation agent in tofu liquid waste.

Keywords: bioremediation; *Chlorella* sp; microalgae; tofu liquid waste

Pendahuluan

Tahu salah satu makanan yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Industri pabrik tahu pada proses pengolahannya akan menghasilkan limbah organik dapat berupa limbah padat ataupun limbah cair. Limbah padat yang dihasilkan pada industri pabrik tahu pada umumnya dimanfaatkan untuk makanan ternak. Sementara itu, limbah cair tahu biasanya langsung dibuang ke perairan sehingga mengakibatkan bau busuk pada aliran drainase di masyarakat dan mencemari sungai. Limbah cair tahu memiliki kandungan BOD, COD, dan TSS yang tinggi (Kurnianto *et al.*, 2017), kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*) (Cahyani *et al.*, 2021), dan TSS (*Total Suspended Solid*) pada limbah cair dari tahu, jika tidak diolah terlebih dahulu akan menimbulkan polusi lingkungan perairan.

Pengolahan limbah cair tahu agar tidak mencemari lingkungan perairan diantaranya yaitu, proses menggunakan reactor aerob-anaerob, fitoremediasi, bioremediasi dan lain-lain. Salah satu upaya yang baik dilakukan dan

ramah terhadap lingkungan sekitar yaitu bioremediasi menggunakan mikroalga. Penggunaan mikroalga dalam bioremediasi memiliki kelebihan dibandingkan dengan pengolahan menggunakan bahan kimia. Beberapa keuntungan penggunaan mikroalga dalam pengolahan air limbah antara lain yaitu, prinsip proses pengolahannya berjalan alami seperti prinsip ekosistem alam sehingga ramah terhadap lingkungan dan tidak menghasilkan limbah sekunder, kebutuhan energi rendah, pengurangan emisi gas rumah kaca, dan produksi biomassa mikroalga (Kawaroe *et al.*, 2010).

Salah satu mikroalga yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah cair tahu yaitu alga *Chlorella* sp. Alga ini merupakan jenis mikroalga yang banyak dibudidayakan, hal ini dikarenakan sifatnya yang sangat mudah dan cepat berkembangbiak (Darsono, 2007). *Chlorella* sp merupakan suatu agen bioremediasi yang baik, selain dapat hidup pada lingkungan yang tercemar juga dapat memakai logam berat sebagai logam esensial untuk metabolisme (Aprilliyanti *et al.*, 2016). Selain itu, mikroalga *Chlorella* sp dapat meningkatkan kandungan lipidnya yang dapat dikonversi menjadi salah

satu energi alternatif biodiesel dalam media limbah cair (Elystia *et al.*, 2019). Adanya kebermanfaatan dari *Chlorella* sp dalam dalam media limbah cair, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi *Chlorella* sp sebagai agen bioremediasi pada limbah cair tahu.

Bahan dan Metode

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian yang menggunakan metode literatur review. Literatur review merupakan suatu metode dalam penelitian untuk mengidentifikasi, mengevaluasi dan menginterpretasi hasil-hasil penelitian yang relevan dengan topik penelitian tertentu, atau fenomena-fenomena yang menjadi fokus penelitian yang dilakukan dengan cara menelaah artikel ilmiah secara terstruktur dan terencana (Kitchenham, 2004).

Prosedur Penelitian

Tahapan pengumpulan literatur yang digunakan pada studi ini mengacu pada panduan *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis* (PRISMA). Pada tahapan ini terdiri atas empat prosedur yaitu, identifikasi, skrining, kelayakan dan keterimaan. Pada tahap identifikasi, dilakukan penelusuran sumber-sumber artikel di internet (*article searching*) atau sumber pada literatur lain. Selanjutnya, pada tahap skrining, dilakukan penyaringan artikel yang terduplikasi, dan dilakukan proses penilaian kelayakan dengan cara mengekstraksi informasi dari judul dan abstrak pada setiap artikel. Artikel yang layak merupakan artikel yang relevan dengan pertanyaan dan tujuan pada penelitian literatur review ini. Kemudian, pada tahap keterimaan, dilakukan penentuan artikel yang memenuhi kriteria inklusi yang telah ditetapkan, dan layak digunakan untuk sintesis kualitatif dan kuantitatif dengan cara membaca keseluruhan pada isi artikel (Liberati *et al.*, 2009).

Kriteria inklusi

Penelitian ini menggunakan lima kriteria inklusi yaitu, penelitian yang dilakukan pada potensi *Chlorella* sp pada pada limbah cair tahu, potensi *Chlorella* sp sebagai agen bioremediasi, artikel yang ditulis dalam Bahasa Indonesia atau inggris, artikel *original research* atau bukan

literatur review, dan penelitian pada rentang 10 tahun terakhir.

Kata kunci pencarian artikel

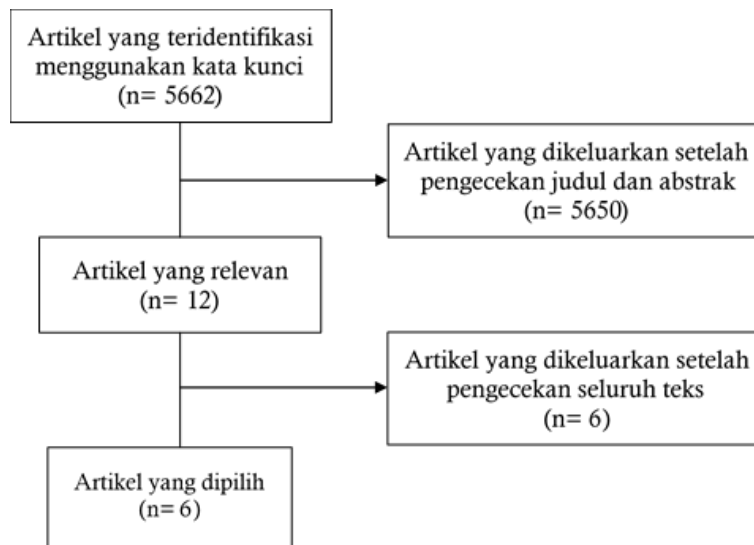
Pencarian artikel pada penelitian ini menggunakan kata kunci dan Boolean operator (AND, OR). Pencarian artikel dilakukan pada bulan desember 2022. Sumber-sumber data base tersebut yaitu Pubmed.gov, Wiley Online Library, Cochrane Library, ProQuest, ScienceDirect, dan google scholar. Selain itu, artikel dicari dengan menggunakan mesin pencari google search. Basis data yang dicari mencakup artikel yang dipublikasikan dari tahun 2012-2022. Pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan kombinasi kata kunci berikut: limbah cair tahu, *Chlorella* sp., bioremediasi, *tofu liquid waste*, dan *bioremediation*.

Proses seleksi artikel

Informasi dan data yang diperoleh dari hasil ekstraksi literatur selanjutnya disintesis tanpa meta analisis atau sintesis kualitatif (*Synthesis Without Meta-analysis*) (Campbell *et al.*, 2020). Sintesis kualitatif dilakukan dengan merangkum hasil penelitian secara komprehensif dan menarasikan hasil-hasil tersebut secara deskriptif. Sintesis kualitatif menjelaskan karakteristik penelitian dan mensintesa kuantitas, sumber dan Potensi *Chlorella* sp sebagai agen bioremediasi pada limbah cair tahu.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pencarian artikel di database yang telah ditentukan, didapatkan 5662 artikel yang teridentifikasi. Selanjutnya, dilakukan pengecekan judul dan abstrak dari masing-masing artikel yang teridentifikasi sehingga dikeluarkan 5650 artikel dan didapatkan 12 artikel yang relevan dengan penentuan artikel yang memenuhi syarat kriteria inklusi yang ditetapkan dan layak digunakan untuk sintesis kualitatif dan kuantitatif. Kemudian, 12 artikel yang relevan dibaca secara keseluruhan isi teks, sehingga didapatkan 6 artikel yang memenuhi kelayakan dan keberterimaan. Adapun tahapan dan proses penyeleksian artikel dari identifikasi sampai penentuan artikel yang dipilih dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Penyeleksian artikel

Hasil literatur review, artikel yang memenuhi kelayakan yang dinyatakan dalam tinjauan sistematis ini merupakan artikel *original research* atau bukan literatur review dengan rentang penelitian 10 tahun terakhir. Hasil

literatur review, didapatkan bahwa *Chlorella* sp berpotensi sebagai agen bioremediasi pada limbah cair tahu. Adapun ringkasan deskripsi data dari hasil studi yang disertakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan deskripsi data dari studi yang disertakan

Judul	Penulis / Tahun	Metode	Hasil
Pengaruh Konsentrasi Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan dan Kadar Lipid <i>Chlorella</i> sp	(Rini, 2012)	Rancangan Penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan konsentrasi limbah cair tahu yaitu 15%, 20%, 25%, 30% dan kontrol. Parameter yang diamati adalah kelimpahan sel dan kadar lipid yang dihasilkan oleh <i>Chlorella</i> sp. Data dianalisis dengan menggunakan statistic One Way Anova, Apabila dari hasil analisis diperoleh nilai Fhitung > Ftabel, dan dilanjutkan dengan uji BNT dengan Taraf Signifikansi 5%.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan 0%, 15%, 20%, 25% dan 30% berpengaruh terhadap kelimpahan dan kadar lipid <i>Chlorella</i> sp. Kelimpahan <i>Chlorella</i> sp. tertinggi dalam penelitian ini adalah pada konsentrasi limbah cair tahu 25% dengan nilai rata-rata 7.431.818. Sedangkan kadar lipid tertinggi pada konsentrasi limbah cair tahu 20% dengan persentase 30.388%.
Uji Kemampuan <i>Chlorella</i> Sp Sebagai Bioremediator	(Arifin, 2012)	Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Juni - Juli 2012 bertempat di Laboratorium Ekologi dan Sumber Daya Alam Hayati, Laboratorium Optik, dan Laboratorium Genetik Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang dan Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang (UMM). Parameter yang diamati adalah BOD, COD, NH ₃ , NO ₃ , NO ₂ , dan pH. Metode yang digunakan untuk	Hasil penelitian menunjukkan penurunan dari beberapa parameter yang diamati dibawah standar yang sudah ditetapkan. Nilai BOD: 56.404 mg/l < Baku Mutu (BM): 150 mg/l. Nilai COD: 133 mg/l < BM: 300 mg/l. Nilai NH ₃ : 5.42 mg/l < BM: 5 mg/l. Nilai NO ₃ : 14.47 < BM: 30 mg/l. Nilai NO ₂ : 2.23 mg/l < BM: 3 mg/l. Nilai pH meningkat dari nilai 5 menjadi 8. Hal ini sesuai dengan BM: 6-9. Sel <i>Chlorella</i> sp. yang dikultivasi pada

		menganalisa data adalah deskriptif kualitatif	media limbah cair tahu mengalami laju pertumbuhan yang baik, karena dalam limbah cair tahu terdapat nutrisi yang dibutuhkan oleh <i>Chlorella</i> untuk pertumbuhannya.
Pengaruh Substitusi Limbah Cair Tahu Untuk Menstimulasi Pembentukan Lipida Pada <i>Chlorella</i> sp	(Harahap <i>et al.</i> , 2013)	Metode yang dilakukan dalam penelitian adalah eksperimental laboratoris. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2011 sampai Februari 2012. Sampel diperoleh dari koleksi mikroalga di Pusat Penelitian Bioteknologi bagian Bioproses, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong. Materi penelitian ini adalah <i>Chlorella</i> sp. yang diperoleh dari koleksi kultur Laboratorium Bioproses Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Analisis data berupa analisis varians, prosedur yang mencoba menganalisis variasi dari respon penambahan limbah cair tahu 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%, dan mencoba menerapkan porsi varians ini pada setiap kelompok dari variabel independent. Hasil	Hasil penelitian ini menunjukkan perlakuan yang menghasilkan lipid tertinggi pada pemeliharaan <i>Chlorella</i> sp. dengan media penambahan limbah cair tahu 15% pada hari ke-42, sebesar 0,5160 gram/Liter, dan <i>Chlorella</i> sp. dengan penambahan limbah cair tahu 20% pada hari ke-45 menghasilkan lipid tinggi sebesar 0,4040 gram/Liter. Kultur <i>Chlorella</i> sp. dengan penambahan limbah cair tahu sebagai media menghasilkan lipid yang kurang optimum.
Potensi <i>Chlorella</i> Sp. untuk Menyisihkan COD dan Nitrat dalam Limbah Cair Tahu	(Istirokhatun dkk., 2017)	Upaya untuk mengetahui potensi penggunaan limbah cair pemrosesan tahu sebagai media pertumbuhan mikroalga, penelitian ini dilakukan dengan membudidayakan mikroalga dalam berbagai konsentrasi. Jenis mikroalga yang dipilih adalah <i>Chlorella</i> sp. karena tingkat reproduksi yang tinggi. Kemampuan <i>Chlorella</i> sp. dalam menyisihkan kadar COD dan nitrat yang terkandung dalam limbah cair tahu juga diselidiki. Penelitian ini menguji tingkat pertumbuhan mikroalga, nilai kelimpahan sel mikroalga, penurunan kadar organik COD dan nitrat oleh <i>Chlorella</i> sp yang dikembangkan dalam media limbah cair tahu. Pertumbuhan	Pertumbuhan optimum <i>Chlorella</i> sp didapatkan pada konsentrasi 30% v/v limbah cair tahu yang dapat menurunkan COD dan nitrat masing-masing hingga 77,40% dan 30,03%. Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa limbah cair tahu efektif digunakan sebagai media pertumbuhan mikroalga dan pada saat bersamaan, efektif untuk menghilangkan COD dan nitrat.
Pengaruh Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Populasi <i>Chlorella pyrenoidosa</i> H. Chick dalam Skala Laboratorium	(Munir <i>et al.</i> , 2017)	Metode yang digunakan adalah mengkultivasi <i>C. pyrenoidosa</i> H.Chick dalam media air yang diberi berbagai konsentrasi limbah cair tahu sebagai sumber nutrisi mikroalga terdiri dari 0% sebagai kontrol, 15%, 30%, 45%, dan 60% sebanyak tiga kali pengulangan. Data yang diperoleh di uji dengan ANOVA. Apanila, nilai F berbeda nyata maka dilanjutkan dengan Uji Duncan. Hasil	Hasil penelitian menunjukkan puncak pertumbuhan populasi mikroalga yang optimal pada media dengan konsentrasi 15% limbah cair tahu sebesar 337.500 sel/ml disusul dengan lainnya kontrol (0%), 170.000 sel/ml dan 30%, 119.167 sel/ml, 45%, 81.667 sel/ml. Kepadatan populasi terendah pada konsentrasi 60% sebesar 65.833 sel/ml. Hal ini menunjukkan pemberian konsentrasi limbah cair tahu yang berbeda berpengaruh terhadap

Pertumbuhan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> dalam Berbagai Konsentrasi Limbah Cair Industri Tahu	(Mutmainah, 2021)	Metode yang digunakan adalah metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) berpola Faktorial dengan dua faktor yaitu konsentrasi dan waktu inkubasi. Konsentrasi perlakuan terdiri dari 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% v/v. Sedangkan waktu inkubasi terdiri dari 3, 6, 9, 12 hari. Masing-masing kombinasi diulang 5 kali. Variabel yang diukur adalah jumlah sel <i>Chlorella pyrenoidosa</i> (sel/ml), kadar klorofil, suhu, dan pH selama waktu inkubasi 12 hari. Hasil	pertumbuhan populasi <i>C. pyrenoidosa</i> H. Chicks dan pertumbuhan populasi <i>C. pyrenoidosa</i> yang paling optimum pada konsentrasi 15% limbah cair tahu.
---	-------------------	--	--

Hasil literatur review, dapat dilihat pada salah satu penelitian yang dilakukan oleh Rini (2012) tentang Pengaruh Konsentrasi Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan dan Kadar Lipid *Chlorella* sp. Hasilnya menunjukkan bahwa, Pemberian konsentrasi limbah cair tahu pada *Chlorella* sp berpengaruh terhadap pertumbuhan atau kelimpahannya. Kelimpahan tertinggi dihasilkan pada konsentrasi cair tahu 25% sedangkan terendah dengan konsentrasi 0% (kontrol). Sedangkan pada kadar lipid *Chlorella* sp, kadar lipid tertinggi dihasilkan pada konsentrasi 20%, dan terendah pada konsentrasi 0% (kontrol).

Media kultur mikroalga yaitu *Chlorella* sp, mengandung nutrien organik seperti karbohidrat, protein, dan lemak yang dibutuhkan sebagai sumber nutrisi yang apabila diuraikan akan menjadi monomer-monomer penyusunnya (Prihantini *et al.*, 2005). Glukosa pada proses respirasi akan dipecah menjadi asam piruvat melalui proses glikolisis. Selanjutnya, didekarboksilasi menghasilkan Asetil KoA yang nantinya akan masuk ke dalam siklus Krebs, serta dilanjutkan dengan rantai transpor elektron yang akan menghasilkan ATP. Energi yang terkandung dalam ATP tersebut akan digunakan untuk pertumbuhan dan pembelahan bagi alga *Chlorella* sp tersebut. Faktor cahaya juga diperlukan dalam proses fotosintesis (Gunawan, 2012). Hal ini dikarenakan cahaya berhubungan dengan jumlah energi yang diterima oleh *Chlorella* sp untuk melakukan fotosintesis untuk menghasilkan glukosa yang nantinya akan

digunakan sebagai sumber energi untuk pembelahan dan pertumbuhan sel *Chlorella* sp.

Hasil literatur review yang lain, penelitian yang serupa dengan hasil review penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Harahap *et al.*, (2013) mengenai Pengaruh Substitusi Limbah Cair Tahu Untuk Menstimulasi Pembentukan Lipida Pada *Chlorella* sp. Hasilnya menunjukkan bahwa, *Chlorella* sp. dengan penambahan limbah cair tahu sebanyak 15% pada hari ke-42 menghasilkan lipid paling tinggi sebesar 0,0129 gram/ 25ml, dan *Chlorella* sp. dengan penambahan limbah cair tahu 20% pada hari ke-45 menghasilkan lipid paling tinggi sebesar 0,0101 gram/ 25ml. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Mutmainah (2021) menunjukkan bahwa, perlakuan terbaik untuk pertumbuhan sel *Chlorella pyrenoidosa* adalah perlakuan limbah dengan konsentrasi 100% yang diinkubasi selama 6 hari, dengan jumlah sel 4,21.10 sel/ml. Hal ini dikarenakan limbah tahu masih mengandung N,P,S dan K yang berperan penting dalam pertumbuhan sel.

Pola pertumbuhan mikroalga yang hanya mencapai fase eksponensial, hal ini berpengaruh terhadap kadar lipid yang dihasilkan sel alga (Widianingsih *et al.*, 2011). Fase stasioner sel alga akan memiliki kadar lipid yang lebih besar dibanding pada fase eksponensial, karena pada fase eksponensial seluruh nutrient yang dibentuk pada sel alga masih digunakan untuk pertumbuhan. Fase stasioner telah terjadi penurunan pembelahan sel yang diikuti dengan penyimpanan produk dalam bentuk lipid. Hasil

literatur review lainnya, terdapat penelitian Istirokhatun *et al.*, (2017) mengenai Potensi *Chlorella* sp. untuk menyisihkan COD dan Nitrat dalam Limbah Cair Tahu. Hasil menunjukkan bahwa, *Chlorella* sp. berpotensi dalam menyisihkan COD dan nitrat yang terdapat dalam limbah cair tahu. Pertumbuhan sel tertinggi pada perlakuan konsentrasi 30% sebesar 9.850.000 sel/mL sedangkan pertumbuhan sel terendah pada perlakuan dengan konsentrasi 0%, yaitu 7.400.000 sel/mL.

Efisiensi removal COD yang paling efektif berada pada konsentrasi 30% sebesar 71,549% dan yang terendah adalah konsentrasi 75%, yaitu 17,494%. Selain itu, terlihat juga penyisihan kadar nitrat tertinggi terlihat pada konsentrasi 30% sebesar 30,03% dan penyisihan terendah adalah konsentrasi 100% dengan nilai 7,56%. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa fase pertumbuhan sel dilihat dari kepadatan sel yang berbanding terbalik dengan kandungan COD yang ada di dalam limbah cair tahu. Semakin besar jumlah *Chlorella* sp. yang tumbuh dengan cara membelah diri, maka kandungan COD yang turun pun semakin banyak. Hal ini dikarenakan sel-sel *Chlorella* sp. tumbuh dengan memanfaatkan zat-zat organik sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Istirokhatun *et al.*, (2017), hasil yang sama juga didapatkan pada hasil literatur review pada 2 penelitian yang dilakukan dengan skala laboratorium yaitu, mengenai uji kemampuan *Chlorella* sp sebagai bioremediator (Arifin, 2012). Hasilnya menunjukkan bahwa mikroalga *Chlorella* sp. mempunyai kemampuan sebagai bioremediator limbah cair tahu, yang ditunjukkan dengan terjadinya penurunan parameter yang diamati meliputi: BOD, COD, NH₃, NO₂, NO₃. Sementara itu, nilai pH meningkat dari kondisi asam menjadi netral. Kelimpahan sel *Chlorella* sp. pada media kultivasi limbah cair tahu meningkat, karena dalam limbah cair tahu terdapat nutrisi yang dibutuhkan *Chlorella* sp. untuk pertumbuhannya. Selain itu, hasil ini juga sejalan dengan penelitian dalam hasil literatur review lainnya yang dilakukan oleh Munir *et al.*, (2017) menyatakan bahwa, pemberian limbah cair tahu pada konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi *Chlorella pyrenoidosa* H. Chick. Pertumbuhan populasi *Chlorella pyrenoidosa* yang paling

optimum adalah pada pemberian limbah cair tahu konsentrasi 15%.

Kesimpulan

Berdasarkan kajian literatur review pada artikel-artikel penelitian yang telah dilakukan, *Chlorella* sp berpotensi sebagai agen bioremediasi pada limbah cair tahu yang meliputi yaitu, meningkatkan pertumbuhan populasi dan kadar lipid pada *Chlorella* sp., penurunan kadar COD dan Nitrat yang ada di dalam limbah cair tahu, serta meningkatkan pH dari asam menjadi netral. Pada kajian literatur review ini hanya dilakukan pada potensi *Chlorella* sp sebagai agen bioremediasi pada limbah cair tahu. Bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk menambahkan perbandingan dengan mikroalga lain seperti *Spirulina* sp.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara moral maupun material sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Referensi

- Aprilliyanti, S., Soeprbowati, T. R., & Yulianto, B. (2016). Hubungan Kemelimpahan *Chlorella* sp Dengan Kualitas Lingkungan Perairan Pada Skala Semi Masal di BBBPBAP Jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 77–81. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jil.14.2.77-81>
- Arifin, F. (2012). *Uji Kemampuan Chlorella Sp Sebagai Bioremediator [Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim]*. URL: <http://etheses.uin-malang.ac.id>. <http://etheses.uin-malang.ac.id/1072/>
- Cahyani, M. R., Zuhaela, I. A., Saraswati, T. E., Rahardjo, S. B., Pramono, E., Wahyuningsih, S., Lestari, W. W., & Widjonarko, D. M. (2021). Pengolahan Limbah Tahu dan Potensinya (Tofu). *Proceeding of Chemistry Conferences*, 6, 27–33. DOI: <https://doi.org/10.20961/pcc.6.0.55086.27-33>
- Darsono, D. (2007). *Pengolahan Limbah Cair*

- Tahu Secara Anaerob dan Aerob*. Universitas Atmajaya.
- Elystia, S., Muria, S. R., & Pertiwi, S. I. P. (2019). Pemanfaatan Mikroalga *Chlorella* Sp. Untuk Produksi Lipid dalam Media Limbah Cair Hotel dengan Variasi Rasio C:N dan Panjang Gelombang Cahaya. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 11(1), 25–43. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.20885/jstl.vol11.iss1.art3>
- Gunawan, G. (2012). Respon Pertumbuhan Mikroalga (*Tetraselmis* sp.) Pada Berbagai Intensitas Cahaya. *BIOSCIENTIAE*, 9(1), 55–59. URL: <https://repositori.uin-ulm.ac.id/handle/123456789/21731>
- Harahap, P. S., Susanto, A., Susilaningih, D., & YR, D. (2013). Pengaruh Substitusi Limbah Cair Tahu Untuk Menstimulasi Pembentukan Lipida Pada *Chlorella* sp. *Journal of Marine Research*, 2(1), 80–86. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jmrv.2i1.2070>
- Istirokhatun, T., Aulia, M., & Sudarno, S. (2017). Potensi *Chlorella* Sp. untuk Menyisihkan COD dan Nitrat dalam Limbah Cair Tahu. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 14(2), 88–96. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/presipitasi.v14i2.88-96>
- Kawaroe, M., Prariono, T., Sanuddin, A., Wulansari, D., & Augustine, D. (2010). *Mikroalga, Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*. IPB PRESS.
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele University. URL: <https://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf>
- Kurnianto, E., Apriani, I., & Pramadita, S. (2017). Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Penambahan Kitosan Pada Reaktor Anaerob dengan Variasi Waktu Tinggal. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 5(1), 1–11. DOI: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26418/jtllb.v5i1.18405>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Munir, F., Hariyati, R., & Wiryani, E. (2017). Pengaruh Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Populasi *Chlorella pyrenoidosa* H. Chick dalam Skala Laboratorium. *Jurnal Akademika Biologi*, 6(2), 84–92. URL: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/19545>
- Mutmainah, F. (2021). Pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* dalam Berbagai Konsentrasi Limbah Cair Industri Tahu. *UNBARA Environmental Engineering Journal*, 1(2), 1–7. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.54895/ueej.v1i02.725>
- Prihantini, N. B., Putri, B., & Yuniati, R. (2005). Pertumbuhan *Chlorella* Spp. dalam Medium Ekstrak Tauge (Met) Dengan Variasi pH Awal. *MAKARA of Science Series*, 9(1), 1–6. DOI: <https://doi.org/10.7454/mss.v9i1.457>
- Rini, I. S. (2012). Pengaruh Konsentrasi Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan dan Kadar Lipid *Chlorella* sp [Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim]. In *etheses.uin-malang.ac.id*. URL: <http://etheses.uin-malang.ac.id/895/>
- Widianingsih, Hartati, R., Endrawati, H., Yudiati, E., & Iriani, V. R. (2011). Pengaruh Pengurangan Konsentrasi Nutrien Fosfat dan Nitrat Terhadap Kandungan Lipid Total *Nannochloropsis oculata*. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 16(1), 24–29. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/ikijms.16.1.24-29>