

---

---

Produksi Biomassa *Chlorella* Sp Untuk Bahan Baku Biodiesel Menggunakan Media Modifikasi Limbah Industri Kecap

Aqila<sup>1</sup>, Muliani<sup>1,2\*</sup>, Rachmawati Rusydi<sup>1,2</sup>, Munawwar Khalil<sup>1</sup> & Mainisa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Akuakultur, Perikanan dan kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh, Jl. Cot Tgk Nie Reulet, Muara batu, Aceh Utara, Indonesia 24355,  
<sup>2</sup>Biodiesel Research and Innovation Center (BRAIN) Universitas Malikussaleh

Penulis korespondensi: muliani@unimal.ac.id

Riwayat Artikel

Received: 9 Januari 2024 | Final Revision: 10 Maret 2024 | Accepted: 16 Maret 2024

---

This is an open access article under the CC-BY-SA license 

---

## ABSTRAK

*Chlorella* sp merupakan alga bersel tunggal dari golongan alga hijau (Chlorophyta) yang bisa menghasilkan minyak dan berpotensi sebagai bahan baku biodiesel. *Chlorella* sp memiliki keunggulan antara lain memiliki tingkat reproduksi yang tinggi, pertumbuhan sel cepat dan tidak memerlukan pretreatment dalam pengolahannya. Kultivasi *Chlorella* sp selama ini dikultur menggunakan media pupuk walne dengan harga yang mahal. Oleh karena itu, untuk mengurangi penggunaan pupuk walne dan mengurangi biaya produksinya dapat dilakukan modifikasi media kultur *Chlorella* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh modifikasi media kultur *Chlorella* sp dengan pemanfaatan limbah cair kecap pada skala laboratorium. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial. Faktor perlakuan dalam penelitian ini adalah perbedaan dosis modifikasi media limbah cair industri kecap. Adapun perlakuan terdiri atas 4 perlakuan 3 kali ulangan yaitu A (kontrol), B (25% limbah cair industri kecap+75% media walne), C (30% limbah cair industri kecap+70% media walne), D (35% limbah cair industri kecap+65% media walne). Berdasarkan hasil uji F (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi modifikasi media limbah cair industri kecap berpengaruh nyata terhadap biomassa *Chlorella* sp. Kombinasi media yang direkomendasikan dalam penelitian ini adalah perlakuan B (25 % Limbah+75% media walne)

**Kata Kunci:** biomassa, *Chlorella* sp, limbah cair industri kecap

## Pendahuluan

Untuk saat ini pemenuhan energi bahan bakar di Indonesia masih sangat tergantung pada bahan bakar minyak bumi yang merupakan bahan bakar yang tidak terbarukan. Bahan bakar ini lama kelamaan ketersediaannya akan berkurang dan akan habis. Oleh karena itu, pengembangan bahan bakar energi terbarukan sangat penting dilakukan guna untuk menjamin ketersediaan bahan bakar secara kontinyu (Gultom, 2018). Biodiesel merupakan bahan bakar yang berasal dari biomassa tumbuhan maupun hewan dan bersifat sama seperti solar namun lebih ramah lingkungan. Sumber bahan baku pembuatan biodiesel diantaranya yaitu kedelai, kelapa sawit, jarak, mikroalga, canola, kelapa, bunga matahari. Mikroalga menjadi satu satunya sumber biodiesel terbarukan yang mampu memenuhi permintaan global untuk bahan bakar transportasi. Kemampuan mikroalga dalam memproduksi minyak dari hasil fotosintesis lebih efisien dibandingkan dengan tanaman lain serta tidak membutuhkan lahan yang luas untuk produksi biomassa (Devita *et al.*, 2018).

*Chlorella* sp merupakan mikroalga bersel tunggal dari golongan alga hijau (*Chlorophyta*) yang bisa menghasilkan minyak dan berpotensi sebagai bahan baku biodiesel. *Chlorella* sp memiliki keunggulan antara lain memiliki tingkat reproduksi yang tinggi, pertumbuhan sel cepat dan tidak memerlukan

pretreatment dalam pengolahannya. Kultivasi *Chlorella* sp selama ini dikultur menggunakan media pupuk walne dengan harga yang cukup mahal. Untuk mengurangi penggunaan pupuk walne dan mengurangi biaya produksinya dapat dilakukan modifikasi media kultur *Chlorella* sp. Menurut Budiyono (2014) teknologi kultivasi mikroalga dapat diaplikasikan pada media limbah cair. Dalam hal ini, terdapat keuntungan yang diperoleh yaitu menghasilkan biomassa mikroalga yang dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk biodiesel sekaligus mengurangi biaya kebutuhan nutrisi sintetik dengan memanfaatkan nutrisi yang terkandung dalam limbah. Salah satu limbah cair yang dapat dilakukan untuk memodifikasi media kultur *Chlorella* sp agar mengurangi penggunaan pupuk walne yakni limbah cair industri kecap.

Industri pembuatan kecap merupakan jenis industri domestik yang proses pembuatannya menghasilkan produk utama yaitu kecap dan menghasilkan limbah dalam bentuk cair yang berasal dari air rendaman, air rebusan, dan air dari bak pencucian alat/botol. Limbah cair industri kecap merupakan salah satu jenis limbah cair industri yang mempunyai kandungan bahan organik yang cukup tinggi dan kandungan warna yang cukup pekat. Limbah ini mengandung unsur hara berupa nitrat dan fosfat yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi pada *Chlorella* sp. Berdasarkan hasil penelitian Sulistyani (2009), limbah cair industri kecap mengandung total P 7,47 mgL<sup>-1</sup>, total N 78,40 mgL<sup>-1</sup>. Limbah cair industri kecap juga mengandung minyak dan lemak 20 mgL<sup>-1</sup> dan surfaktan anion: 8,64 mgL<sup>-1</sup>. Hasil penelitian Tinambunan (2017) menyatakan bahwa memodifikasi limbah cair kecap dengan media zarrour berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan populasi *Spirulina platensis*. Berdasarkan uraian diatas, penggunaan limbah cair industri kecap sebagai media kultur *Chlorella* sp menjadi topik penting untuk diteliti. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh modifikasi media kultur pemanfaatan limbah cair kecap pada skala laboratorium terhadap puncak populasi dan biomassa *Chlorella* sp sebagai bahan baku biodiesel.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di Laboratorium Hatchery dan Teknologi Budidaya, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh Aceh Utara pada Bulan Agustus hingga September 2022.

### Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) non-faktorial dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah perbedaan konsentrasi limbah cair industri kecap pada media kultur *Chlorella* sp. Adapun perlakuan pada penelitian adalah sebagai berikut:

Perlakuan A : Media pupuk walne tanpa limbah (kontrol)

Perlakuan B : 25% limbah cair kecap, 75% media walne

Perlakuan C : 30% limbah cair kecap, 70% media walne

Perlakuan D : 35% limbah cair kecap, 65% media walne

### Sterilisasi wadah dan media kultur

Wadah kultur dicuci menggunakan deterjen, dibilas dengan air tawar dan dikeringkan. Selanjutnya wadah disterilisasi dengan menyemprotkan alkohol 70%. Kemudian diberi penamaan label dan disusun sesuai dengan rancangan penelitian. Wadah kultur yang digunakan berupa toples dengan volume 5.000 ml sebanyak 17 unit, 12 unit untuk wadah perlakuan dan 5 unit untuk wadah kultur stok *Chlorella* sp.

Air laut yang digunakan bersalinitas 35 ppt terlebih dahulu di saring dengan menggunakan filter bag. Selanjutnya air laut di sterilisasi dengan clorin 10 ppm kemudian di aerasi kuat dan diendapkan selama 24 jam. Limbah cair yang digunakan pada penelitian ini terlebih dahulu disaring menggunakan kain halus, kemudian limbah cair diendapkan selama 2 minggu hal ini dilakukan untuk meminimalisir kekeruhan. Limbah cair yang telah diendapkan kemudian disaring kembali menggunakan filterbag dan diencerkan menggunakan air tawar dengan perbandingan 1:4. Kemudian limbah cair disterilkan menggunakan Clorine dengan dosis 300 mgL<sup>-1</sup> dan diaerasi selama 24 jam, kemudian dinetralkan menggunakan Na-thiosulfat dengan dosis 150 mgL<sup>-1</sup> diaerasi kembali selama 24 jam. Untuk optimasi salinitas ditambahkan NaCl 25%.

## Kultur stok *Chlorella sp*

Kultur stock bertujuan untuk menyediakan starter bibit *Chlorella sp* untuk dikultur ke tahapan berikutnya. Pengkulturan dilakukan dengan menambahkan 3.000 ml media air laut dan 600 ml bibit *Chlorella sp* dan penambahan pupuk walne sebanyak 1 ml/Liter air. Kultur stok *Chlorella sp* dilakukan selama 7 hari, pembaharuan stok *Chlorella sp*. dilakukan pada hari ke-5 dengan media kultur yang baru. Media yang digunakan untuk kultur stock ini adalah pupuk walne.

## Kultur *Chlorella sp* dalam media limbah

Bibit *Chlorella sp* yang didapatkan dari hasil pengkulturan stok berumur 5 hari digunakan sebanyak 600 ml pada setiap wadah kultur dimasukkan kedalam 3.000 ml media air laut yang sudah ditambahkan limbah dan diberikan 1 ml/Liter pupuk walne. Kemudian diberi aerasi dan penerangan menggunakan lampu 30 watt dengan jarak 30 cm dari permukaan air dan wadah ditutup menggunakan penutup plastik. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kontaminasi pada *Chlorella sp* kemudian pengkulturan dilakukan selama 7 hari.

## Pemanenan

Pemanenan *Chlorella sp* dilakukan pada saat fase penurunan yaitu pada hari ke-7. Pemanenan dilakukan dengan metode flokulasi yaitu menambahkan larutan NaOH dosis 1 gr/L kemudian didiamkan selama 24 jam sampai menghasilkan flok. Selanjutnya dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring whatman no 42, setelah diperoleh biomassa basah kemudian di oven pada suhu 60°C, kemudian ditimbang kembali untuk memperoleh biomassa keringnya.

## Analisis Data

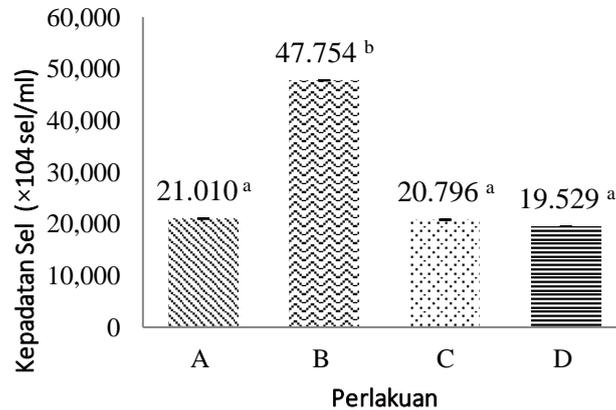
Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Software SPSS versi 21. Data dianalisis dengan ANOVA (analysis of Variant) menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan tingkat kepercayaan 95 %. Apabila terdapat perbedaan pengaruh pada perlakuan maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Uji Tukey.

## Hasil dan Pembahasan

### Puncak Populasi *Chlorella sp* pada Modifikasi Media Limbah Cair Industri Kecap

Berdasarkan hasil penelitian Puncak Populasi tertinggi terdapat pada Perlakuan modifikasi media limbah cair industri kecap 25 % + 75% Media Walne yaitu,  $47.754 \times 10^4$  sel/ml. Puncak populasi *Chlorella sp* terendah diperoleh pada perlakuan modifikasi 35% limbah + 65% media walne dengan nilai rata-rata sebesar  $19.529 \times 10^4$  sel/ml. Berdasarkan uji statistik menggunakan Uji F (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi modifikasi media limbah cair industri kecap berpengaruh nyata terhadap puncak populasi *Chlorella sp* ( $p < 0.05$ ). Data puncak populasi disajikan dalam bentuk grafik, dapat dilihat pada Gambar 4. Tingginya nilai puncak populasi pada modifikasi media (25% limbah + 75% media walne karena media ini memiliki senyawa organik yang dapat diuraikan melalui proses biologis. Bahan organik ini diuraikan menjadi sumber nutrisi yang berupa nitrat, fosfat, dan amonia. Selain itu, faktor pendukung meningkatnya sel *Chlorella sp* hingga fase puncak ini disebabkan oleh kondisi lingkungan salah satunya adalah pH. Pada hari puncak nilai pH perlakuan mulai stabil yaitu berkisar 7,0-8,1. Menurut Sari, *et al* (2019), menyatakan bahwa pH antara 6-9 merupakan media dengan kesuburan yang tinggi dan tergolong produktif, karena kisaran nilai pH yang dapat mendorong pembongkaran bahan organik menjadi mineral-mineral yang dapat disimpan oleh *Chlorella sp*. perubahan nilai pH akan sangat mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas biologis. Menurut Suprayitno (2018), batas pH untuk pertumbuhan fitoplanton berpengaruh terhadap kegiatan enzim, mengubah keseimbangan dari senyawa organik, mengubah ketersediaan nutrisi yang dapat mempengaruhi fisiologi sel. Dibandingkan dengan penelitian Sidabutar (2016), penambahan limbah cair tahu pada media kultur *Chlorella sp*, diperoleh hasil puncak populasi tertinggi pada perlakuan 85% limbah cair tahu dengan jumlah nilai sebesar  $18.460 \times 10^4$  sel/ml terjadi pada hari ke-13 selama kultivasi. Pada penelitian tersebut dapat dilihat bahwa penggunaan limbah cair industri kecap lebih cepat mencapai

puncak populasi dengan kepadatan yang lebih tinggi. Puncak populasi penelitian ini terjadi pada hari ke 6 untuk semua perlakuan.



Gambar 1. Puncak Populasi *Chlorella* sp Yang dikultivasi pada Media Modifikasi Limbah Cair Industri Kecap

Menurut Nurfadila *et al.*, (2012), menyatakan bahwa pertumbuhan sel *Chlorella* sp disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu proses fotosintesis, ketersediaan nutrisi yang cukup, dan tingkat kekeruhan pada media. Karena kekeruhan ini dapat mengganggu aktivitas fitoplankton dalam melakukan fotosintesis. Kandungan nutrisi yang terdapat pada media yang masih dibatas optimum, akan tetap berpengaruh apabila kualitas media tidak dapat ditoleransi oleh fitoplankton.

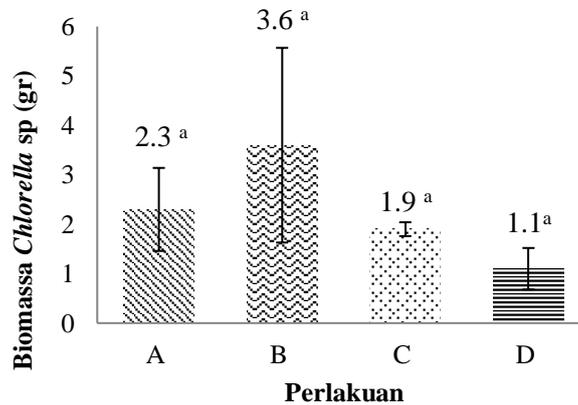
#### Produksi Biomassa *Chlorella* sp pada Modifikasi Media Limbah Cair Industri Kecap

Biomassa *Chlorella* sp selama kultivasi diperoleh dengan menimbang berat *Chlorella* sp setelah di oven. Biomassa *Chlorella* sp dapat diperoleh hasil setelah dikultivasi selama 7 hari, hasil biomassa *Chlorella* sp dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan hasil penelitian produksi tertinggi biomassa *Chlorella* sp terdapat pada modifikasi media kultur limbah cair industri kecap, 25% limbah + 75% media walne yaitu sebesar 3,6 gr. Hasil analisis statistik dengan uji F (ANOVA) menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi modifikasi media limbah cair industri kecap berpengaruh nyata terhadap biomassa *Chlorella* sp. ( $p > 0.05$ ).

Jumlah biomassa pada penelitian ini berbanding lurus dengan jumlah peningkatan sel *Chlorella* sp, semakin banyak sel *Chlorella* sp maka akan semakin banyak jumlah biomassa yang diperoleh. Hal ini disebabkan media pada perlakuan B (25% limbah + 75% media walne) memiliki senyawa organik dan anorganik yang mampu menunjang pertumbuhan sel *Chlorella* sp. Senyawa anorganik yang dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp berupa amonia ( $\text{NH}_3$ ).

Menurut Nurhayati *et al.* (2014), Amonia ( $\text{NH}_3$ ) merupakan sumber nitrogen utama selain nitrat yang mampu digunakan oleh mikroalga untuk proses metabolisme. Apabila nitrat dan amonia terdapat secara bersamaan maka nitrat tidak akan diabsorpsi sampai semua amonia habis terserap. Hasil penelitian ini lebih baik dibandingkan hasil penelitian Arisva (2019) menggunakan media kultivasi modifikasi limbah cair kecap dan media zarrouk menghasilkan nilai biomassa tertinggi yaitu 0,45 gr dan kepadatan sel *Chlorella* sp tertinggi sebesar  $17.900 \times 10^4$  sel/ml. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa penggunaan modifikasi media limbah cair industri kecap mampu meningkatkan jumlah biomassa.



Gambar 1. Produksi Biomassa *Chlorella* sp Yang dikultivasi Pada Media Modifikasi Limbah Cair Industri Kecap

### Kesimpulan

Modifikasi media limbah cair Industri Kecap berpotensi untuk dijadikan sebagai media kultivasi *Chlorella* sp hal ini di buktikan dengan tingginya pertumbuhan populasi dan biomassa sebagai bahan baku biodiesel. Nilai populasi dan biomassa tertinggi diperoleh pada modifikasi media limbah cair industri kecap 25 % dan 75% media walne.

### Daftar Pustaka

- Arisva, A. D. 2019. Pengaruh Pemberian Ekstrak Tomat (*Lycopersicum Esculentum*) Dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Kelimpahan *Chlorella* SP. Disertasi, Universitas Islam Riau.
- Budiyono, B., Syaichurrozi, I., Sumardiono, S., & Budi Sasongko, S. 2014. Production of *Spirulina platensis* biomass using digested vinasse as cultivation medium. *Journal Trends in Applied Sciences Research*. 9 (2) : 93-102.
- Devita, I., Isnaini, & Diansyah, G. 2018. Kultivasi Mikroalga *Chaetoceros* sp. dan *Spirulina* sp. untuk Potensi Biodiesel. *Maspuri Journal* 10 (2): 123-130
- Gultom, S. O. 2018. Mikroalga: Sumber energi terbarukan masa depan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(1), 95-103.
- Nurfadillah, N., Damar, A., & Adiwilaga, E. M. 2012. Komunitas fitoplankton di perairan Danau Laut Tawar Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Aceh. *Depik*, 1(2).
- Nurhayati, C., Hamzah, B., & Pambayun, R. 2014. Pengaruh pH, konsentrasi isolat *Chlorella vulgaris* dan waktu pengamatan terhadap tingkat cemaran limbah cair crumb rubber. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 25(2), 96-106.
- Sari, R. Y., Watiniasih, N. L., & Ayumayasari, S. 2019. Laju Pertumbuhan Rotifera (*Branchionus plicatilis*) di Media Kultur Berdasarkan Jenis Pakan Kombinasi. *Current Trends in Aquatic Science II* (1), 93-100.
- Sidabutar, E. A. 1999. Pengaruh jenis medium pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. terhadap aktivitas senyawa pemacu pertumbuhan yang dihasilkan. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor
- Suprayitno, H. 2018. Pemberian *Chlorella* SP Dengan Jumlah Berbeda Terhadap Pertambahan Populasi *Moina* SP. Disertasi, Budidaya Perairan. Universitas Islam Riau.
- Tinambunan, J., Wijayanti, M., & Jubaedah, D. (2017). Pertumbuhan populasi *Spirulina platensis* dalam media limbah cair bahan olahan kecap dan media zarrouk. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(2), 209-219.