

Analisis Karakteristik Biokimia serta Pertumbuhan *Spirulina platensis* pada Campuran Limbah Cair Keju dan Media Zarrouk's dengan Konsentrasi Berbeda

Marsiti Apriastini*, Ni Wayan Sri Agustini

Pusat Riset Mikrobiologi Terapan, Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Kabupaten Bogor, Indonesia

*mapriastini@gmail.com

Diterima: 22 Juli 2024 | Disetujui: 31 Agustus 2024

ABSTRAK

Spirulina platensis merupakan mikroalga biru-hijau multi seluler fotosintetik berfilamen, hidup tersebar luas di semua ekosistem. Selain menggunakan media Zarrouk's sebagai media budidaya pertumbuhan *S. platensis*, juga dapat digunakan limbah cair sebagai media alternatif, karena limbah cair mengandung nutrisi seperti nitrogen, phosphorus, dan mikronutrien esensial untuk pertumbuhan mikroalga. Kondisi pertumbuhan *S. platensis* juga tidak terlepas dari pengaruh cahaya, oksigen, dan pH media. Tujuan penelitian untuk mengamati pengaruh pertumbuhan dan kandungan nutrisi *Spirulina platensis* setelah ditumbuhkan pada media pertumbuhan alternatif limbah cair keju. Penelitian ini menggunakan media limbah cair keju sebanyak 15% pada masing-masing perlakuan. Tahapan penelitian terdiri atas kultivasi *S. platensis* untuk mengetahui pola pertumbuhan yaitu dengan mengukur *optical density* (OD), analisis kandungan protein menggunakan metode biuret, dan analisis kandungan karbohidrat menggunakan metode fenol-sulfat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan fase lag *S. platensis* terjadi pada hari ke-2 karena pada fase tersebut sel masih melakukan penyesuaian terhadap limbah cair. Fase eksponensial terjadi pada hari ke-4 yang ditandai dengan perkembangan dan pertumbuhan sel sangat cepat dan signifikan. Pada fase tersebut nutrisi mampu memenuhi kebutuhan sel *S. platensis* selain adanya dukungan dari faktor lingkungan. Kandungan protein dan fikosianin tertinggi pada campuran antara limbah cair keju dan media Zarrouk's pada konsentrasi 100%, sedangkan kandungan karbohidrat dan lemak tertinggi pada campuran antara limbah cair keju dan media Zarrouk's pada konsentrasi 50%. Disimpulkan bahwa pertumbuhan *S. platensis* paling optimal terjadi pada campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's dengan konsentrasi 50%.

Kata Kunci: *Spirulina platensis*, limbah cair keju, media zarrouk, pertumbuhan mikroalga

Analysis of the Biochemical Characteristics and Growth of *Spirulina Platensis* in Mixtures of Cheese Effluent and Zarrouk's Medium at Different Concentrations

ABSTRACT

Spirulina platensis is a filamentous, photosynthetic, multicellular blue-green microalga that thrives in various ecosystems. In addition to using Zarrouk's medium for the cultivation of *S. platensis*, wastewater can also serve as an alternative medium, as it contains nutrients such as nitrogen, phosphorus, and essential micronutrients for microalgal growth. The growth conditions of *S. platensis* are influenced by light, oxygen, and the pH of the medium. The aim of this study was to observe the growth and nutrient content of *Spirulina platensis* when cultivated in alternative growth media containing cheese liquid waste. This study utilized 15% cheese liquid waste in each treatment. The research involved several stages, including the cultivation of *S. platensis* to determine the growth pattern by measuring optical density (OD), protein content analysis using the Biuret method, and carbohydrate content analysis using the phenol-sulfuric acid method. The results showed that the lag phase of *S. platensis* growth occurred on day 2, during which the cells were still adapting to the wastewater. The exponential phase was observed on day 4, characterized by rapid and significant cell growth and development. In this phase, nutrients were sufficient to meet the needs of *S. platensis* cells, supported by favorable environmental factors. The highest protein and phycocyanin contents were observed in the mixture of cheese liquid waste and Zarrouk's medium at 100% concentration, while the highest carbohydrate and fat contents were observed in the mixture of cheese liquid waste and Zarrouk's medium at 50% concentration. In conclusion, the growth of *S. platensis* was most optimal in the mixture of cheese liquid waste and Zarrouk's medium at a 50% concentration.

Keywords: *Spirulina platensis*, cheese effluent, zarrouk's media, microalgae growth

PENDAHULUAN

Spirulina platensis (*S. platensis*) merupakan ganggang biru-hijau multi seluler fotosintetik berfilamen, secara mikroskopis tampak seperti benang tipis (filamen) yang berbentuk spiral. Filamen ini merupakan koloni sel yang bersifat motil. Filamen bersel banyak memiliki ukuran panjang 200-300 μ dan lebar 5-70 μ . Suatu filamen dengan 7 spiral akan mencapai ukuran 1000 mikron dan berisi 250-400 sel (Phang, 2000). *S. platensis* mampu bertahan hidup pada kandungan unsur hara yang tinggi, dapat tumbuh pada media dengan alkalinitas tinggi yaitu pada pH 8,5-11, dan salinitas 15-20 ppt (Kabinawa, 2006; Hariyati, 2008; Widawati *et al.*, 2022).

S. platensis merupakan ganggang renik yang termasuk dalam golongan Cyanobakteria (Widawati *et al.*, 2022), hidup tersebar luas di semua ekosistem, mencakup ekosistem darat dan ekosistem perairan baik itu tawar, air laut maupun air payau. Secara taksonomi *S. platensis* termasuk ordo Nostocales dan famili Oscillatoriaceae (Kabinawa, 2006). *S. platensis* tersusun atas sel-sel berbentuk silindris tanpa sekat pemisah (septa), tidak bercabang, dengan trikhoma (benang) berbentuk helik (berpilin) dan berwarna hijau kebiruan, sehingga mampu melakukan fotoautotrof (Dayana *et al.*, 2022; Fithria *et al.*, 2022). Panjang trikhoma 20 mm, biasanya dapat dilihat dengan jelas menggunakan mikroskop cahaya. Pada tipe yang lebih kecil memiliki diameter sel 1-3 μ , sedangkan pada tipe yang lebih besar sel berdiameter 3-12 μ , meskipun demikian *S. platensis* mampu tumbuh hingga sel mencapai diameter 35-50 μ . Kondisi ini dimungkinkan karena kebutuhan hidupnya dapat terpenuhi seperti adanya kesesuaian media pertumbuhan, kondisi cahaya, dan oksigen yang diperlukannya (Kabinawa, 2006).

Secara kualitas *S. platensis* memiliki kandungan gizi yang cukup baik yang diprediksi dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan fungsional (Setiawan *et al.*, 2014). Firdaus *et al.* (2011) menegaskan bahwa kandungan nutrisi pada *S. platensis* cukup tinggi terdiri atas protein, karbohidrat,

lemak, antioksidan, dan vitamin. Merujuk pada kandungan dan manfaat *S. platensis* tersebut maka perlu dilakukan pembudidayaannya.

S. platensis dapat dibudidayakan dengan menggunakan media yang berbahan nutrisi dari pupuk anorganik yang seringkali digunakan untuk memupuk tanaman seperti urea dan TSP (Armelia *et al.*, 2023). Pada umumnya media Zarrouk's (MZ) sering digunakan sebagai media budidaya untuk pertumbuhan *S. platensis* karena memiliki komposisi kandungan menyerupai pupuk anorganik (Armelia *et al.*, 2023).

Pada proses pertumbuhannya, *S. platensis* membutuhkan ketersediaan sumber nutrisi untuk pertumbuhannya. Pada umumnya, *S. platensis* untuk memenuhi nutrisinya membutuhkan media atau pupuk anorganik seperti medium Zarrouk's dengan tujuan untuk meningkatkan pertumbuhan, namun pemanfaatan pupuk atau medium Zarrouk's tersebut kurang ekonomis sehingga dibutuhkan alternatif sumber nutrisi lain yang ekonomis, mudah diperoleh, dan ramah lingkungan. Salah satu media alternatif sumber nutrisi untuk *S. platensis* adalah limbah cair, misalnya limbah cair dari industri tahu atau industri kecap yang telah digunakan sebagai media pertumbuhan (Simamora *et al.*, 2017; Tinambunan *et al.*, 2017). Limbah cair mengandung nutrisi seperti nitrogen, phosphorus, dan mikronutrien esensial untuk pertumbuhan mikroalga. Teknologi aplikasi kultivasi mikroalga dengan limbah cair akan menghasilkan biomassa mikroalga yang bermanfaat sebagai sumber pangan dan berpotensi terhadap rendahnya biaya atas kebutuhan nutrien sintetik (Budiyono *et al.*, 2014). Di era modern ini, mikroalga dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif sumber energi yang potensial. Mikroalga dapat menghasilkan nutrien dengan memanfaatkan dan menyerap karbondioksida di lingkungan untuk proses fotosintesisnya sehingga berkontribusi positif terhadap lingkungan (Amir *et al.*, 2014).

Susu merupakan bahan pangan dengan kandungan nutrisi lengkap yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Susu dapat dimanfaatkan dalam berbagai produk olahan makanan, dan salah satu produk olahannya adalah keju. Semakin meningkatnya produk olahan susu menjadi keju maka semakin meningkat pula limbah yang dihasilkannya. Limbah yang dimaksud adalah limbah cair keju yang diduga kuat merupakan salah satu penyebab masalah pencemaran lingkungan karena kebanyakan limbah tersebut dibuang tidak melalui proses penyaringan (filter), sehingga tidak memenuhi ambang batas minimal dari standar nilai Bahan Berbahaya Beracun (B3). Sementara limbah cair keju yang dihasilkan masih memiliki nilai nutrisi yang tinggi termasuk protein, peptide fungsional, lemak, mineral, vitamin dan laktosa. Oleh karena itu limbah cair keju memiliki potensi untuk digunakan sebagai media tumbuh mikroalga, dan salah satu diantaranya digunakan sebagai media pertumbuhan *S. platensis*.

S. platensis mudah ditumbuhkan dalam medium Zarrouk's maupun cairan yang mengandung bahan organik seperti bahan organik yang terbuat dari rebusan kedelai atau limbah cair bahan olahan kecap. Hal ini dimungkinkan karena limbah olahan kecap mengandung nitrogen, fosfor, karbon, dan kalsium yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroalga tersebut (Tinambunan *et al.*, 2017). Selain dapat ditumbuhkan dalam limbah olahan kecap, *S. platensis* juga dapat ditumbuhkan dengan menggunakan limbah cair lainnya (Fitryani, 2009). Menurut Suminto (2009) bahwa kandungan nitrogen sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan kepadatan sel *S. platensis*, semakin tinggi nitrogen yang dikandungnya maka semakin tinggi pula kepadatan selnya. Limbah cair bahan olahan kecap mengandung senyawa nutrien yang dibutuhkan oleh *S. platensis* (Tinambunan *et al.*, 2017), sama halnya dengan limbah cair lainnya seperti limbah cair keju.

Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan limbah cair keju sebagai media alternatif pertumbuhan *S. platensis*. Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk:

- a) Menentukan konsentrasi terbaik untuk pertumbuhan *S. platensis* dengan menggunakan media pertumbuhan limbah cair keju.
- b) Mendiskripsikan karakteristik komposisi biokimia (protein, lipid dan karbohidrat) *S. platensis* yang ditumbuhkan pada berbagai konsentrasi media limbah cair keju.
- c) Analisa fikosianin pada biomassa *S. platensis* yang ditumbuhkan dalam media limbah cair keju.

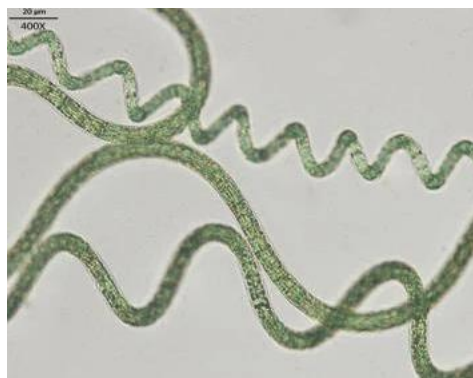
METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan yaitu Januari sampai dengan Maret 2024. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikroalga dan Rekayasa Bioproses, Pusat Riset dan Inovasi Nasional BRIN, Cibinong, Bogor.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan yaitu rak kultur, lampu TL 40 watt, aerator, selang aerasi, botol kultur 500 ml, tabung reaksi, rak tabung reaksi, tabung sentrifuse falcon, mikropipet, tips mikropipet, pipet volume, spektrofotometer (UV-VIS), ruang asam, branson, sentrifuse, neraca, piprt tetes, bulb, erlenmeyer. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu *S. platensis* (Gambar 1), limbah cair keju atau Whey dari PT Guna Mitra Sejahtera, sedangkan media untuk kultivasi mikroalga antara lain $MgSO_4$ teknis, $CaCl_2$ teknis, EDTA teknis, $NaNO_3$ teknis, K_2HPO_4 teknis, K_2SO_4 teknis, $FeSO_4$ teknis, Soda kue, mikronutrien terdiri dari: H_3BO_3 ; $MnCl_2$, Ammonium molibdat; $CuSO_4$ dan $ZnSO_4$. aquadest.



Gambar 1. *Spirulina platensis* secara Mikrokopis (The University of Texas, 2024)

Kultivasi *Spirulina platensis*

Pada penelitian ini digunakan rak kultur yang dilengkapi dengan lampu TL 40 watt karena pertumbuhan mikroalga bergantung pada intensitas cahaya untuk sumber energi dalam proses fotosintesis (Gambar 2), selain itu juga Aerator untuk menghasilkan aerasi bagi mikroalga sekaligus digunakan untuk pengadukan, cahaya dan aerator digunakan secara kontinyu selama 24 jam. Pengambilan Optikal Densiti diukur dengan menggunakan spektrofotometer untuk mengetahui pertumbuhan dari sel mikroalga dan dilakukan setiap hari.

Pada penelitian ini digunakan botol kultur dengan volume 500 ml, medium pertumbuhan dengan menggunakan medium Zarrouk's yang sudah dimodifikasi terdiri dari makro dan mikronutrien. Medium makronutrien yang sudah dimodifikasi antara lain $MgSO_4$ teknis, $CaCl_2$ teknis, EDTA teknis, $NaNO_3$ teknis, K_2HPO_4 teknis, K_2SO_4 teknis, $FeSO_4$ teknis, Soda kue, dan mikronutrien di antaranya H_3BO_3 ; $MnCl_2$, Ammonium molibdat; $CuSO_4$ dan $ZnSO_4$. aquadest. Perbedaan pemberian nutrisi dilakukan untuk melihat perbedaan pertumbuhan *S. platensis* pada konsentrasi yang berbeda. Hal ini didasarkan atas hasil penelitian terdahulu yang sudah dilakukan dengan menggunakan limbah cair keju berbagai konsentrasi untuk melihat optimasi pertumbuhan yang paling optimal, kemudian hasil yang diperoleh pada konsentrasi 15% yang paling optimal untuk pertumbuhan mikroalga (Agustini & Apriastini, 2023). Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka konsentrasi limbah cair keju yang digunakan pada penelitian ini adalah 15% dengan cara mengencerkan limbah cair keju dengan akuades. Penggunaan limbah cair keju dengan pengenceran 15% kemudian disebut dengan media 100%. Pada penelitian ini media limbah cair kemudian dicampurkan dengan Zarrouk's dengan konsentrasi berbeda, 20%, 30%, 40%, 50% dan 100% (v/v Zarrouk's/limbah) serta kontrol tanpa menggunakan limbah cair keju.



Gambar 2. Kultivasi *S. platensis*

Analisis Hasil

Optikal Densiti (OD)

Pertumbuhan pada organisme adalah penambahan jumlah sel, yang berarti juga penambahan jumlah organisme. Penentuan kurva pertumbuhan dari mikroalga dapat digunakan untuk menentukan fase pertumbuhan. Pengambilan sampel dilakukan setiap hari untuk diamati dengan metode turbidimetri yang diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 750 nm, metode turbidimetri ini digunakan karena cepat, sederhana dan akurat (Zamani & Muhaemin, 2016).

Analisis Kandungan Protein S. platensis Menggunakan Metode Biuret

Analisis kandungan protein dari *S. platensis* yaitu dengan pembuatan Reagen Biuret Analisis protein dengan menggunakan metode Biuret bahannya berupa 0,3 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}/100$ ml akuades dan 1,2 g Na-K-Tartart/100 ml akuades dicampur perlahan lalu tambahkan 60 ml NaOH 10% dan larutkan kembali dengan akuades sampai menjadi 400 ml dengan akuades.

Metode Biuret merupakan salah satu metode penentuan kadar protein dengan menggunakan Reagen Biuret (Becker, 1994). Sebanyak 100 mg biomasa basah *S. platensis* ditambahkan larutan Biuret sebanyak 4 ml kemudian dinding sel dihancurkan dengan menggunakan Branson selama 15 menit lalu disentrifuge dengan kecepatan 8000 Revolutions per Minute (RPM) selama 5 menit. Selanjutnya memisahkan supernatant dari biomasa, supernatan diuji dengan menggunakan spektrofotometri UV-VIS pada panjang gelombang 550 nm.

Analisis Kandungan Karbohidrat S. platensis Menggunakan Metode Fenol-Sulfat (fenol sulfuric acid)

Analisis karbohidrat dengan menggunakan metode *Phenol Sulfuric Acid* (Dubois *et al.*, 1956). Sampel yang digunakan 0,5 mg biomasa basah ditambahkan dengan aquadest sebanyak 0,5 ml kemudian larutan fenol 5% sebanyak 0,5 ml dan asam sulfat (H_2SO_4) sebanyak 2,5 ml lalu divortek sampai homogen, inkubasi selama 30 menit lalu sampel diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 490 nm. Fenol digunakan untuk mendeteksi gula sederhana sedangkan asam sulfat pekat akan menghasilkan warna jingga kekuningan. Karbohidrat dapat mengukur dua molekul gula pereduksi. Karbohidrat dikenal sebagai sumber energi utama, namun apabila dikonsumsi berlebihan akan disimpan sebagai lemak.

Analisis Fikosianin

Fikosianin adalah sumber pewarna alami yang dimiliki oleh *S. platensis*, untuk mendapatkan pewarna biru alami dari mikroalga yaitu dengan cara diekstrak terlebih dahulu, karakteristik dari fikosianin tidak stabil oleh cahaya, suhu, dan pH selama proses ekstraksi. Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi fikosianin dengan metode *freezing-thawing* (Moraes *et al.*, 2011) dengan menggunakan buffer

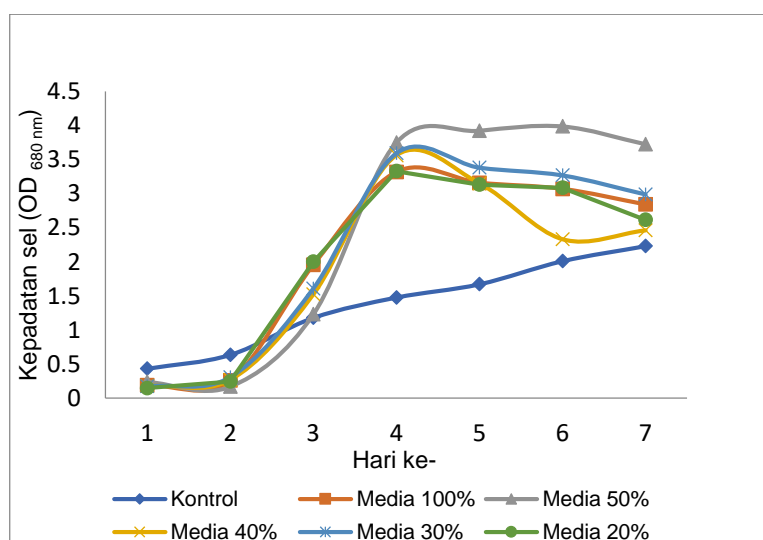
phosfat pH 7 sebanyak 4 ml, di branson 15 menit, freezing selama 24 jam pada suhu -40°C setelah dibekukan kemudian dilakukan pencairan pada suhu ruang sampai berwarna biru. Sentrifuge selama 10 menit pada kecepatan 60 rpm. Setelah mendapatkan hasil ekstrak lalu diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 620 nm (Becker, 1994). Menurut Harborne (1987), ekstraksi merupakan sebuah proses penarikan suatu unsur zat aktif dari sampel dengan menggunakan pelarut tertentu. Dipilihnya pelarut buffer phosfat sebagai metode ekstraksi sesuai dengan sifat unsur yang akan diekstrak, fikosianin termasuk zat yang mudah larut dalam air.

Analisis Lemak Menggunakan Metode Blight and Dyer (1959)

Penentuan kadar lemak dengan menggunakan metode *Blight and Dyer* (1959), sebanyak 100 mg sampel biomasa basah ditambah dengan larutan methanol chloroform air dengan perbandingan 2:1:0,8 sebanyak 2,5 ml kemudian dipecahkan selnya dengan menggunakan branson selama 15 menit, lalu disentrifuge selama 5 menit dengan kecepatan 6.000 rpm. Apabila residu sampel sudah berwarna hijau pucat menandakan bahwa kandungan lemaknya telah terekstrak dalam pelarut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola pertumbuhan mikrolaga dapat dilihat dengan beberapa cara yaitu gravimetrik dan turbidimetri, pertumbuhan *S. platensis* dikultivasi menggunakan metode turbidimetri dan spektrofotometer dengan panjang gelombang 750 nm. Gambar 3 menunjukkan pertumbuhan *S. platensis* yang dikultivasi menggunakan limbah cair keju pada berbagai konsentrasi media pertumbuhan. Gambar tersebut juga mengindikasikan bahwa kultur pada setiap perlakuan mengalami fase lag hingga hari ke-2, di mana pada fase ini sel masih melakukan penyesuaian dengan penambahan limbah cair sebagai media tumbuhnya. Selanjutnya *S. platensis* mengalami peningkatan pada hari ke-4 atau sel memasuki fase eksponensial, pada fase ini perkembangan dan pertumbuhan sel sangat cepat dan signifikan karena pada fase ini didukung oleh nutrisi dan lingkungan yang cukup memenuhi sel *S. platensis*.

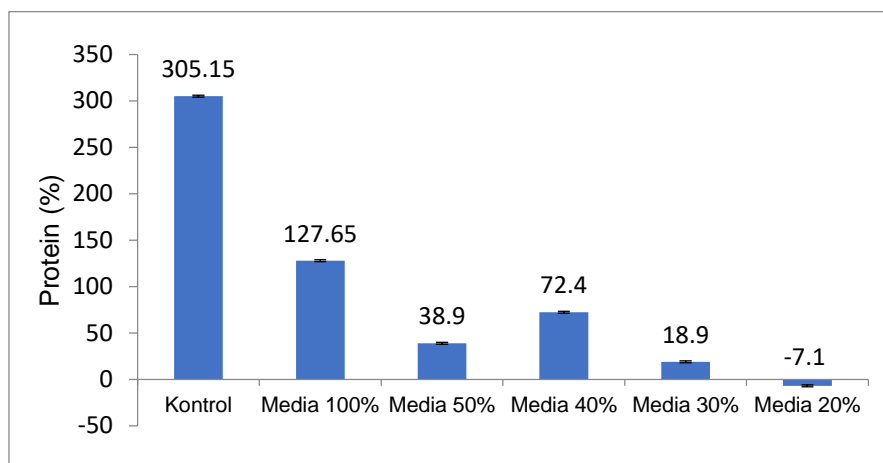


Gambar 3. Kurva pertumbuhan *S. platensis* pada campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's dengan konsentrasi berbeda (100%, 50%, 40%, 30%, 20%)

Setelah 7 hari proses kultivasi, *optical density* tertinggi diperoleh pada campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's dengan konsentrasi 50%, yaitu pada absorbansi 3,9235, kemudian diikuti oleh campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's dengan konsentrasi 30%, 100%, 20% dan 40%. Sementara pertumbuhan pada media kontrol menghasilkan nilai absorbansi sebesar 3,1315. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan media limbah cair keju untuk kultivasi *S. platensis* dapat menghasilkan produksi biomasa yang lebih tinggi melebihi media kontrol Zarrouk's. Selain itu, juga

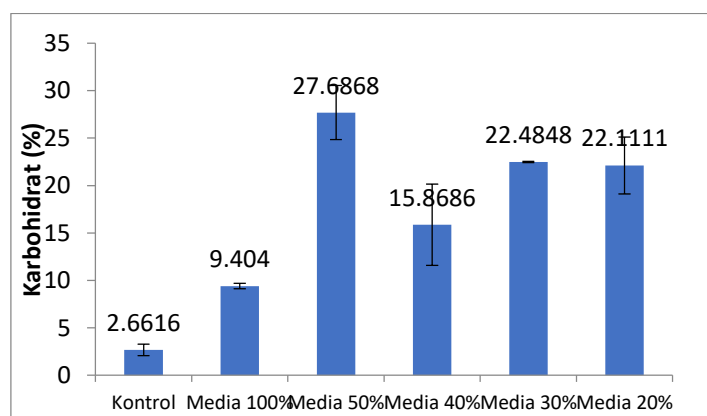
menandakan bahwa limbah cair keju mengandung nutrisi yang diperlukan oleh *S. platensis* untuk pertumbuhannya.

Protein memiliki peranan penting di dalam tubuh, diantaranya untuk proses pembentukan sel-sel baru sehingga dapat memperbaiki tubuh yang rusak. Kadar asam amino yang tinggi baik untuk kesehatan karena merupakan salah satu bahan pembuat protein. Kandungan protein mikroalga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti intensitas cahaya, batasan nutrisi terutama nitrogen, salinitas, suhu, pH, dan usia kultur. Komposisi nutrisi yang lengkap dan konsentrasi nutrisi yang tepat dapat menentukan produksi biomassa dan kandungan gizi mikroalga.



Gambar 4. Grafik kandungan protein *S. platensis* pada campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's dengan konsentrasi berbeda (100%, 50%, 40%, 30%, 20%)

Kandungan protein tertinggi dalam berat basah *S. platensis* adalah pada kontrol, selain itu pada campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's dengan konsentrasi 100%, dan yang paling rendah pada campuran dengan konsentrasi 20%. Meskipun nilai absorbansi tertinggi diperoleh pada penggunaan campuran media dengan konsentrasi 50%, tetapi untuk kandungan protein campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's dengan konsentrasi 40% lebih tinggi dibandingkan campuran media dengan konsentrasi 50% yaitu pada 72,4% (Gambar 4).

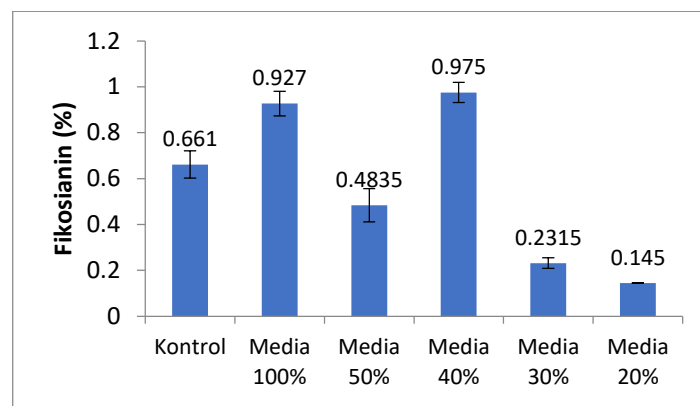


Gambar 5. Kandungan karbohidrat *S. platensis* pada campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's dengan konsentrasi berbeda (100%, 50%, 40%, 30%, 20%)

Kadar karbohidrat pada *S. platensis* yang di kultivasi menggunakan campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's pada konsentrasi 50% lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan campuran media dengan konsentrasi 100%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media kontrol Zarrouk's pada *S. platensis* menghasilkan kadar protein yang tinggi, sementara kandungan karbohidratnya

menjadi lebih rendah. Sementara penggunaan limbah cair keju meningkatkan produksi karbohidrat pada sel dan menurunkan produksi atau kandungan proteinnya. Kondisi ini disebabkan oleh kadar organik dan anorganik karbon yang cukup tinggi pada limbah cair keju yang kemudian disimpan oleh sel mikroalga sebagai karbohidrat dan lemak (Gambar 5).

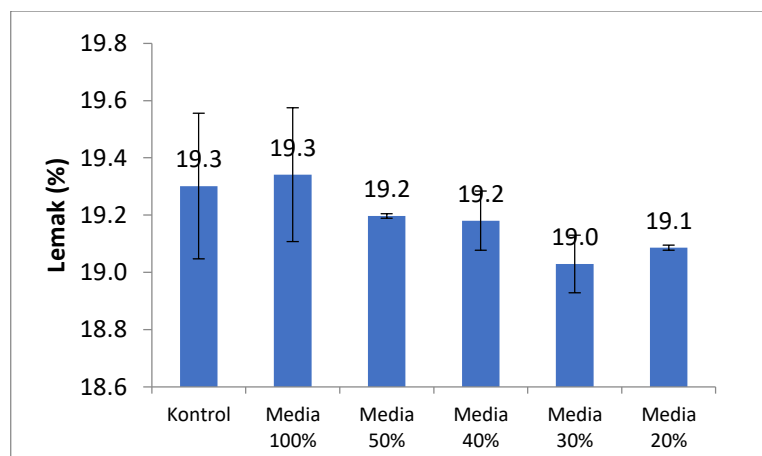
Pada penelitian ini, uji kadar fikosianin dilakukan dari biomasa basah *S. platensis* dengan menggunakan metode *freezing-thawing*. Hasil tertinggi diperoleh dengan nilai 0,4935 mg/ml (0,927%) yang dikultivasi menggunakan campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's pada konsentrasi 100% (Gambar 6). Limbah cair keju mengandung beberapa senyawa yang bersifat toksin seperti kandungan *volatile fatty acid* dan kandungan lemak yang tinggi (Lanni *et al.*, 2020). Senyawa tersebut menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan sel mikroalga menjadi terhambat, seperti produksi fikosianin pada *S. platensis*. Produksi metabolit sekunder bersifat sebagai mekanisme pertahanan diri sel mikroalga dalam lingkungan yang kurang bersahabat (Sareong, 2008). Oleh karena itu, penggunaan media campuran limbah cair dengan Zarrouk's pada konsentrasi 100% dapat diterapkan untuk memaksimalkan produksi fikosianin dalam *S. platensis*.



Gambar 6. Kandungan fikosianin *S. platensis* pada campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's dengan konsentrasi berbeda (100%, 50%, 40%, 30%, 20%)

Lemak/Lipid

Senyawa potensial yang dimiliki *S. platensis* selain protein yaitu lipid terdiri dari unsur karbon, hidrogen dan oksigen. Fungsi utama cadangan lemak adalah sebagai sumber energi, pada umumnya lipid yang diakumulasi oleh mikroorganisme adalah trigliserida yang digunakan sebagai cadangan energi dalam sel. Hasil penelitian menunjukkan kadar lipid pada *S. platensis* tidak ada peningkatan yang signifikan dari tiap konsentrasi media pertumbuhan yang diberikan. Namun hasil lipid tertinggi diperoleh pada media campuran limbah cair dengan Zarrouk's pada konsentrasi 40% sebanyak 0,975% (Gambar 7).



Gambar 7. Grafik kandungan lemak *S. platensis* pada campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's dengan konsentrasi berbeda (100%, 50%, 40%, 30%, 20%)

KESIMPULAN

Merujuk pada hasil analisis disimpulkan bahwa pertumbuhan *S. platensis* paling optimal dengan campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's pada konsentrasi 50%. Hasil uji proksimat pada kultivasi mikroalga uji kadar protein dan fikosianin yang paling tinggi terdapat pada campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's pada konsentrasi 100%, sedangkan pada uji kadar karbohidrat dan lemak terdapat pada campuran media dengan konsentrasi 50% sehingga limbah cair keju dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan *S. platensis* dengan campuran limbah cair keju dan media Zarrouk's pada konsentrasi 40%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kepala Laboratorium Mikroalga dan Rekayasa Bioproses, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) atas ijin dan dukungan yang diberikan selama melakukan penelitian. Kepada Dra. Ni Wayan Sri Agustini terima kasih atas bantuan dan bimbingannya selama melakukan penelitian, demikian pula ucapan terimakasih kami sampaikan kepada teman-teman di Laboratorium Mikroalga dan Rekayasa Bioproses BRIN.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, N.W.S. & Apriastini, M. (2023). *Laporan magang riset BRIN: Kultivasi mikroalga Spirulina platensis pada berbagai konsentrasi limbah keju* [unpublished]. Badan Riset dan Inovasi Nasional.
- Amir, M., Nurjanah, A., & Agustini, N.W.S. (2014). Analisis fikobiliprotein dan polisakarida dari mikroalga merah (*Porphyridium Cruentum*) yang dikultivasi pada media limbah cair *nata de coco*. *Sainstech Farma*, 7(1), 1-8.
- Armelia, A., Djarot, I.N., Paminto, A.K., Nurfaiz, I., Nuha, & Handayani, T. (2023). Analisis limbah media Zarrouk modifikasi yang digunakan untuk budidaya *Spirulina platensis* dan analisis kualitas biomasnya sebagai bahan pangan fungsional. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2), 315-322.
- Becker, E.W. (1994). *Microalgae biotechnology and microbiology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bligh, E.G., & Dyer, W.J. (1959). Rapid method of total lipid extraction and purification. *J. Biochem. Physiol*, 37, 911–917
- Budyono, Syaichurozi, I., Sumardiono, S., & Sasongko, S.B. (2014). Production of *Spirulina platensis* biomass using digested vinasse as cultivation medium. *Trends in Applied Sciences Research*, 9(2), 93-102.
- Dayana, M.E., Singkam, A.R., & Jumiarni, D. (2022). Keanekaragaman mikroalga sebagai bioindikator di perairan sungai. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 5(1), 77-84.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., & Smith, F. (1956). Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350–56.
- Firdaus, M., Fauzan, A. & Lestari, C. (2011). Pengembangan *Spirulina* sp. sebagai super food: solusi berbasis akuakultur dalam penanggulangan gizi buruk dan kerawanan pangan di Indonesia. Diakses dari <https://repository.ipb.ac.id>
- Fithria, R.F., Aryono, B., & Zainuddin, M. (2022). Pengaruh intensitas pencahayaan yang berbeda pada kultur *Spirulina platensis* terhadap kandungan protein, kadar pigmen dan aktivitas antioksidan. *Journal of Marine Research*, 11(4), 819-828.
- Fitryani, D. (2009). *Pertumbuhan Populasi Spirulina platensis dalam Media Campuran Limbah Cair Industri Tahu dan Media Zarrouk Modifikasi*. (Skripsi). Universitas Sriwijaya.
- Harborne, J.B. (1987). *Metode fitokimia: Penuntun cara modern menganalisis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

- Hariyati, R. (2008). Pertumbuhan dan biomassa pada *Spirulina* sp. dalam skala laboratoris. *Bioma*, 10(1), 19-22.
- Kabinawa, I.N.K. (2006). *Spirulina: Ganggang penggempur segala penyakit*. Depok: PT. Agro Media Pustaka.
- Lanni, A., Bennato, F., Martino, C., Grotta, L., & Martimo, G. (2020). Volatile flavor compounds in cheese as affected by Ruminant diet. *Molecules*, 25(3), 1-16.
- Moraes, C.C., Sala, L., Cerveira, G.P., & Kalil, S.J. (2011). C-Phycocyanin extraction from *Spirulina platensis* wet biomass. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 28(01), 45- 49.
- Phang, S.M., Miah, M.S., Chu, W.L., & Hashim, M. (2000). *Spirulina* culturein digested sago starch factory waste water. *J. Appl. Phycol.*, 12, 395-400.
- Sareong, W. (2008). *Uji efektivitas ekstrak kasar alga merah Eucheuma cottonii sebagai antibakteri terhadap bakteri patogen*. (Skripsi). Makassar: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
- Setiawan, Y., Surachman, A., Asthary, P. B. & Saepulloh. (2014). Pemanfaatan emisi gas CO₂ untuk budidaya *Spirulina platensis* dalam upaya penurunan gas rumah kaca (GRK). *Jurnal Riset Industri*, 8(2), 83-89.
- Simamora, L.A., Sudarno, & Istirokhatun, T. (2017). Kultivasi mikroalga sebagai metode pengolahan dalam menyisihkan kadar COD dan amonium pada limbah cair tahu. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1-14.
- Suminto. (2009). Penggunaan jenis media kultur teknis terhadap produksi dan kandungan nutrisi sel *Spirulina platensis*. *Saintek Perikanan*, 4 (2), 53-61.
- The University of Texas (2024). Living algal strains. Diakses dari <https://utex.org/products/utex-lb-2340?variant=30992067067994>
- 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.
- Widawati, D., Santosa, G.W., & Yudiati, E. (2022). Pengaruh pertumbuhan *Spirulina platensis* terhadap kandungan pigmen beda Salinitas. *Journal of Marine Research*, 11(1), 61-70.
- Zamani, N.P., & Muhaemin, M. (2016). Penggunaan spektrofotometer sebagai pendeteksi kepadatan sel mikroalga laut. *MASPARI Journal*, 8(1), 39-48.