

PEMANFAATAN LIMBAH CAIR EKSTRAKSI SAGU LOKAL PAPUA SEBAGAI MEDIA TUMBUH MIKROALGA UNTUK PEMBUATAN BIODISEL

Sarman Oktovianus Gultom¹⁾, Eduard F. Tethool¹⁾, Bambang Susilo²⁾, Aji Sutrisno²⁾

¹⁾Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua

Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari-Papua Barat.

²⁾Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

e-mail: sarmangultom@yahoo.com

ABSTRAK

Sagu merupakan tanaman penghasil pati yang banyak tersebar di Indonesia, termasuk Papua. Dalam proses pengolahannya, untuk memisahkan pati sagu dari empulur batang sagu dibutuhkan media air melalui proses ekstraksi. pada umumnya air hasil ekstraksi pati sagu tersebut hanya dibuang ke perairan ataupun lahan sekitar tempat pengolahan sagu dilakukan menjadi limbah cair yang dapat memberikan dampak terhadap pencemaran lingkungan. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah cair hasil ekstraksi sagu tersebut sebagai media tumbuh mikroalga yang merupakan tumbuhan rendah eukariotik yang memiliki potensi yang besar sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Dalam kondisi heterotrofik mikroalga akan memanfaatkan karbon organik sebagai sumber energinya untuk bertumbuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan mikroalga *Chlorella sp.* pada 5 media perlakuan dengan perbandingan volume media Walne dan limbah cair pengolahan sagu. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif dengan 5 media perlakuan yang berbeda, yaitu 100 ml media Walne (B1), 75 ml media Walne dan 25 ml limbah cair sagu (B2), 50 ml media Walne dan 50 ml limbah cair sagu (B3), 25 ml media Walne dan 75 ml limbah cair sagu (B4), dan 100 ml limbah cair sagu. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kepadatan sel dan konsentrasi biomassa tertinggi diperoleh dari perlakuan B3 masing-masing sebesar 7×10^6 sel/ml dan 0,44 gDW/L.

Kata kunci: Mikroalga *Chlorella sp.*, limbah cair sagu, kepadatan sel, media tumbuh, konsentrasi biomassa.

PENDAHULUAN

Sagu merupakan tanaman penghasil pati yang banyak tersebar di Indonesia, khususnya di wilayah timur Indonesia termasuk Papua. Dalam proses pengolahannya, tanaman sagu ditebang, dihancurkan serta diekstraksi untuk mendapatkan pati sagu yang dapat digunakan sebagai bahan pangan. Pada proses ekstraksi pati sagu, banyak limbah cair yang dihasilkan. Pada umumnya limbah cair tersebut tidak dimanfaatkan dan hanya dibuang secara bebas ke lahan maupun sungai atau perairan yang ada di sekitar tanaman sagu sehingga dapat mencemari lingkungan.

Dalam upaya meminimalkan pencemaran lingkungan akibat limbah cair pengolahan sagu, maka limbah cair tersebut dimanfaatkan sebagai media tumbuh mikroalga. mikroalga merupakan tumbuhan rendah eukariot yang memiliki potensi yang besar sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Namun demikian, tidak semua mikroalga mengandung minyak yang dibutuhkan untuk pembuatan biodiesel. Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa mikroalga dapat mengandung minyak hingga mencapai 40%. Hal ini membuktikan bahwa

pemanfaatan mikroalga sebagai sumber energi bahan bahan biodisel perlu dioptimalkan untuk menjawab permasalahan energi saat ini.

Mikroalga dapat tumbuh pada tiga jenis kondisi, yaitu (1) kondisi fototropik (*phototrophic conditions*) dimana mikroalga membutuhkan cahaya matahari sebagai energi dan CO₂ sebagai sumber karbon, (2) kondisi heterotropik (*heterotrophic conditions*) dimana mikroalga mendapatkan energi dan sumber karbon dari substrat karbon organik, seperti glukosa, dan (3) kondisi mixotropik (*mixotrophic conditions*) yang adalah penggabungan dua kondisi di atas. Dari ke tiga kondisi tersebut, mikroalga yang tumbuh pada kondisi heterotropik dilaporkan menghasilkan biomasa dan kandungan minyak yang lebih tinggi dari yang tumbuh pada kondisi lainnya (Miao & Wu, 2006; Liang, Sarkany, & Cui, 2009).

Pada kondisi heterotropik, mikroalga membutuhkan substrat yang memiliki karbon organik untuk pertumbuhannya karena pada kondisi ini mikroalga tumbuh tanpa adanya cahaya. Glukosa, asetat dan gliserol merupakan sumber karbon organik yang paling banyak digunakan pada kondisi herotropik. Akan tetapi penggunaan glukosa yang sangat banyak pada skala industri akan berdampak pada total biaya produksi yang sangat besar. Untuk mengurangi biaya produksi mikroalga tersebut, maka sumber karbon organik alternatif perlu dikembangkan.

Pada penelitian ini, limbah cair yang dihasilkan dalam proses ekstraksi pati sagu akan dimanfaatkan sebagai media tumbuh mikroalga *Chlorella*, *sp* yang menurut hasil penelitian sebelumnya memiliki kandungan minyak yang cukup tingi sebagai bahan baku pembuatan biodisel. Hal ini dimungkinkan karena limbah cair ekstraksi sagu masih mengandung pati dan beberapa nitrisi penting untuk pertumbuhan mikroalga.

METODE

Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan antara lain: *laminar air flow*, *incubated shaker*, *autoclave*, *Haemocytometer Neubauer*, mikroskop cahaya, oven analisis, *hand counter*, mikropipet dan tip, *centrifuge*, pH meter, dan peralatan gelas. Bahan-bahan yang digunakan adalah mikroalga *Chlorella sp*, pupuk Walne dan vitamin, air akuades, dan limbah cair pengolahan sagu.

Persiapan mikroalga

Mikroalga yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroalga *Chlorella sp*, diperoleh dari koleksi mikroalga di Balai Besar Penelitian Budidaya Air Tawar (BBPBAP) Jepara. Nutrisi pada media yang digunakan untuk pertumbuhan kultur induk mikroalga (*starter*) yaitu menggunakan pupuk Walne dan vitamin.

Persiapan limbah cair sagu

Limbah cair sagu diperoleh dari pengolahan sagu yang berasal dari hutan sagu di Sorong Selatan, Papua Barat. Batang pohon sagu dipotong-potong menjadi bagian-bagian

yang pendek dengan ukuran 1,5-2 meter. Batang-batang sagu tersebut kemudian dikupas dan dibersihkan dari pelepah dan kulit batang hingga diperoleh bagian empulur. Bagian empulur tersebut kemudian diparut menggunakan alat pamarut sagu. Setelah itu, empulur yang telah diparut diekstraksi menggunakan air dan dilakukan dengan cara diperas pada saringan kain seperti yang biasa dilakukan oleh masyarakat. Pati yang ada pada empulur sagu akan terikut bersama dengan air pada proses ekstraksi dan ditampung pada sebuah wadah dan dibiarkan selama 1 malam. Pati yang telah mengendap kemudian dipisahkan dari air, dimana air tersebut digunakan pada seluruh percobaan.

Pelaksanaan percobaan

Pada penelitian ini 5 (lima) perlakuan berbeda dilakukan pada media tumbuh mikroalga dengan variasi perbandingan volume media Walne: limbah cair sagu, dimana total media sebanyak 100 ml (Tabel 1)

Tabel 1. Perlakuan berdasarkan variasi volume media tumbuh mikroalga *Chlorella sp.*

Perlakuan	Perbandingan volume	
	Media Walne (ml)	Limbah cair sagu (ml)
B1	100	0
B2	75	25
B3	50	50
B4	25	75
B5	0	100

Ke dalam semua media sel mikroalga *Chlorella sp* diinokulasi dengan kepadatan sel awal 1×10^6 sel/ml. Kultivasi sel mikroalga dilakukan pada *incubated shaker* dengan kecepatan rotasi 150 rpm pada suhu 27°C.

Pengukuran pH media

pH media tumbuh diukur secara berkala setiap 24 jam sekali menggunakan pH meter. Nilai yang tertera pada pH meter merupakan nilai pengukuran pH media tumbuh mikroalga.

Perhitungan jumlah sel mikroalga

Perhitungan jumlah sel dilakukan secara berkala setiap 24 jam sekali dimulai dari jam ke-0 hingga jam ke-144. Penghitungan jumlah sel dilakukan di bawah mikroskop cahaya pada pembesaran 40x dengan menggunakan *Heamocytometer Neubauer* dan dibantu alat penghitung *hand counter*. Kepadatan sel *Chlorella sp* untuk setiap milliliter dihitung dengan rumus (Mudjiman & Suryanto, 2007):

$$\text{Jumlah} \frac{\text{Sel}}{\text{ml}} = \left(\frac{N}{25} \right) \times 250.000 \times 10$$

Pengukuran konsentrasi biomassa mikroalga

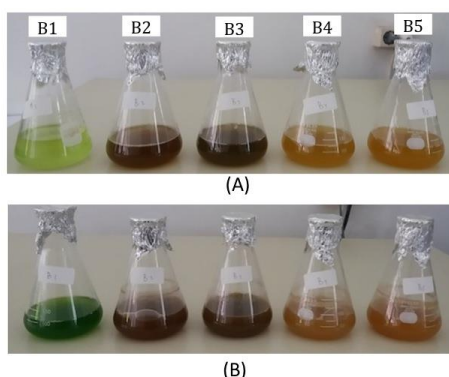
Pada akhir kultivasi mikroalga, berat biomassa kering diukur untuk mengetahui konsentrasi biomassa mikroalga yang dihasilkan. Sel mikroalga dipisahkan dari media

tumbuhnya dengan menggunakan *centrifuge* dengan kecepatan putar sebesar 4000 rpm selama 10 menit. Sel yang telah terpisah dari media tumbuh tersebut kemudian dikeringkan menggunakan oven analisis pada suhu 60°C selama 2 hari hingga beratnya konstan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Warna media

Limbah cair pengolahan sagu memiliki memiliki warna kecoklatan yang diduga berasal dari kandungan lignin yang masih menempel pada empulur sagu. Selain itu, proses enzimatis yang terjadi selama proses pamarutan hingga ekstraksi pati sagu karena pengaruh adanya oksigen dapat pula menyebabkan reaksi *browning* pada empulur, yang kemudian menghasilkan warna coklat pada air limbah ekstraksi sagu. Penambahan limbah cair sagu pada media Walne (B2, B3, B4, dan B5) memberikan warna coklat pada media tumbuh mikroalga. Setelah inokulasi sel mikroalga *Chlorella sp* dilakukan sebanyak 1×10^6 sel/ml pada media tersebut, terlihat bahwa hanya pada media tanpa penambahan limbah cair sagu (B1) yang memiliki warna hijau, sedangkan media lainnya tetap berwarna coklat (Gambar 1).

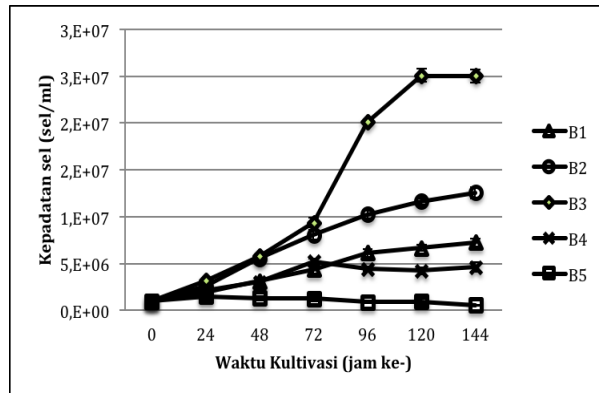


Gambar 1. Warna media tumbuh setelah dilakukan inokulasi sel mikroalga *Chlorella sp* (A) kultivasi jam ke-0, (B) kultivasi jam ke-144

Kepadatan sel mikroalga *Chlorella sp*

Pada hari ke-144 kepadatan sel mikroalga *Chlorella sp* paling tinggi terdapat pada media perlakuan B1 (3×10^7 sel/ml) dimana perbandingan volume media Walne : limbah cair sagu yaitu 50 ml : 50 ml atau volume limbah cair sagu 50% dari volume total media. Kepadatan sel pada media perlakuan B1 dan B2 juga terlihat mengalami peningkatan terutama setelah jam ke-24. Berbeda halnya dengan media B4 dan B5, kepadatan sel terlihat semakin menurun setelah jam ke-72 dan mengalami fase kematian (Gambar 2).

Hasil pengamatan ini menunjukkan bahwa sel mikroalga mengalami fase adaptasi pada jam 48 jam pertama dan setelah itu, secara perlahan sel terus meningkat. Sel mikroalga pada media perlakuan B1 mengalami fase eksponensial pada jam ke-72, terlihat dengan meningkatnya kepadatan sel secara drastis.

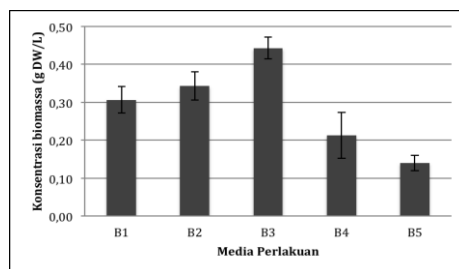


Gambar 2. Kepadatan sel mikroalga *Chlorella sp* (sel/ml) pada 5 perlakuan media.

Pertumbuhan sel mikroalga *Chlorella sp.* terjadi dengan cepat pada media perlakuan dimana media Walne dan limbah cair sagu memiliki volume yang sama. Hal ini diduga karena kebutuhan akan karbon organik oleh sel mikroalga untuk bertumbuh terpenuhi oleh limbah cair pengolahan sagu yang masih mengandung pati sagu. Selain itu, keseimbangan nutrisi yang terkandung dalam media Walne dan limbah cair sagu dapat menjadi faktor pendukung yang penting dalam pertumbuhan mikroalga *Chlorella sp.* Akan tetapi, pada media perlakuan B4 (75% limbah cair sagu) dan B5 (100% limbah pati sagu) sel mikroalga tidak bertumbuh dengan baik. Hal ini diduga karena tidak tersedianya nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan mikroalga.

Konsentrasi biomassa

Konsentrasi biomassa mikroalga dinyatakan dalam gram berat kering per liter (gDW/L). Penghitungan konsentrasi biomassa mikroalga dilakukan pada akhir kultivasi dengan cara mengeringkan sel mikroalga yang telah dipisahkan dari media tumbuhnya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi biomassa tertinggi terjadi pada media B3 (0,44 g/L), sedangkan konsentrasi terendah ada pada media B5 yaitu sebesar 0,14 g/L (Gambar 3). Hasil ini masih rendah bila dibandingkan dengan hasil yang diperoleh Amini, et.al (2011) dimana konsentrasi biomassa *Chlorella sp* yang dikultivasi pada fotobioreaktor sebesar 1,9 g/L. Namun demikian, jika *Chlorella* ditumbuhkan pada kondisi mixotrofik, yaitu penggabungan cahaya dan karbon organik secara bersamaan, maka akan meningkatkan konsentrasi biomassa secara maksimal (Yang, Hua, & Shimizu, 2000)



Gambar 3. Konsentrasi biomassa *Chlorella sp* (g DW /L) pada 5 perlakuan media

Konsentrasi biomassa mikroalga tersebut sejalan dengan kepadatan sel mikroalga. Media yang memiliki kepadatan sel mikroalga yang tinggi akan menghasilkan konsentrasi biomassa yang tinggi pula. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Yang, Hua, & Shimizu (2000) yang menunjukkan bahwa *Chlorella* memiliki kemampuan untuk bertumbuh dengan baik pada media yang memiliki karbon organik yang cukup. Akan tetapi hal tersebut perlu dikaji lebih lanjut karena padatan yang ada pada limbah cair sagu dapat pula mempengaruhi konsentrasi biomassa yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Penambahan limbah cair sagu pada media tumbuh mikroalga memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan mikroalga *Chlorella sp.* Hal ini ditunjukkan dengan tingginya kepadatan sel serta konsentrasi biomassa mikroalga pada media B3 (50 ml media Walne dan 50 ml limbah cair sagu) masing-masing sebesar 7×10^6 sel/ml dan 0,44 gDW/L. Pencampuran media Walne dan limbah cair sagu dengan volume yang seimbang memberikan nutrisi yang tepat bagi pertumbuhan mikroalga *Chlorella sp.*

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini melalui Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) skema penelitian PEKERTI Tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Amini, S., Najafabadi, N., Mobasher, M., Alhashemi, S., & Ghasemi, Y. (2011). *Chlorella sp.*: A new strain with highly saturated fatty acids for biodiesel production in bubble-column photobioreactor. *Applied Energy*, 88, 3354-3356.
- Liang, Y., Sarkany, N., & Cui, Y. (2009). Biomass and lipid productivities of *Chlorella vulgaris* under autotrophic, heterotrophic and mixotrophic growth condition. *Biotechnology Letters*, 1043-1049.
- Mudjiman, A., & Suryanto, S. (2007). *Budidaya Udang Windu*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Miao, X., & Wu, Q. (2006). Biodiesel production from heterotrophic microalgal oil. *Bioresour. Technol.*, 97, 841-846.
- Yang, C., Hua, Q., & Shimizu, K. (2000). Energetics and carbon metabolism during growth of microalgal cells under photoautotrophic, mixotrophic and cyclic light-autotrophic/dark-heterotrophic conditions. *Biochemical Engineering Journal*, 6, 87-102.