



PROSES KULTIVASI *Spirulina platensis* MENGGUNAKAN POME (*Palm Oil Mill Effluent*) SEBAGAI MEDIA KULTUR DALAM RACEWAY OPEN POND BIOREACTOR

Elisa Mutiah (L2C008036) dan Erlinda Khoirunisa (L2C008037)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Soedarto, SH. Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058
Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Abdullah, M.Sc.

Abstrak

Penelitian dilakukan dengan mengkultivasi *Spirulina platensis* pada media POME menggunakan *raceway open pond bioreactor* selama 5 hari. Penelitian dengan variabel konsentrasi POME (pengenceran 3×, 4×, 5×) dan kepadatan umpan *Spirulina platensis* (0.443 g/L; 0.618 g/L; 0.952 g/L) ini, bertujuan untuk mempelajari pengaruh variabel tersebut terhadap pertumbuhan *Spirulina platensis* dan mengetahui perpaduan yang paling baik untuk kedua variabel yang dipelajari. Respon yang diambil adalah biomassa kering dari *Spirulina platensis*. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa untuk konsentrasi POME dengan pengenceran 5× memberikan biomassa kering *Spirulina platensis* paling baik yaitu mencapai 0.7592 g/L. Sedangkan pada kepadatan umpan *Spirulina platensis* yang memberikan biomassa kering paling baik mencapai 0.9932 g/L adalah kepadatan umpan 0.443 g/L. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan biomassa paling baik dari *Spirulina platensis*, digunakan konsentrasi POME dengan pengenceran 5× menggunakan umpan *Spirulina platensis* pada kepadatan 0.443 g/L. Dari penelitian ini, diharapkan dilakukan penelitian lanjutan untuk waktu kultivasi yang lebih lama sehingga dapat menjadi kontribusi bagi upaya budidaya *Spirulina plantesis* untuk dimanfaatkan dalam bahan makanan, pakan, kecantikan, dan kesehatan.

Kata kunci : *Spirulina platensis*, POME, kultivasi, biomassa kering.

1. Pendahuluan

Dengan meningkatnya konsumsi minyak sawit dunia yang mencapai 26%, produksi minyak sawit mentah di Indonesia terus meningkat. Hal ini menyebabkan terus meningkatnya keberadaan limbah cair yang dihasilkan. Limbah cair minyak sawit mentah atau yang biasa disebut dengan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) disinyalir masih mengandung mineral-mineral yang masih dapat dimanfaatkan (Hanum, 2009).

Disisi lain, konsumsi mikroalga dalam berbagai bidang semakin meningkat. Salah satu mikroalga yang dapat tumbuh pada rentang kondisi yang luas dan memiliki banyak manfaat adalah *Spirulina platensis*. Mikroalga ini termasuk makhluk hidup autotrof yang berwarna kehijauan, kebiruan, dengan sel berkolom membentuk filamen terpilih menyerupai spiral (*helix*). *Spirulina*

platensis biasanya ditemukan pada tempat-tempat yang lembab atau lahan yang sering terkena air dan dapat hidup hampir di semua tempat yang memiliki cukup sinar matahari, air dan CO₂ (Hariyati, 2008).

Dalam usaha mengkultivasi *Spirulina platensis*, terdapat 3 jenis reaktor kultivasi yaitu tangki fermentasi, *open pond bioreactor*, dan *photobioreactor*. Untuk skala besar digunakan *open pond bioreactor* dan untuk skala kecil digunakan tangki fermentasi serta *photobioreactor*. Dari ketiga reaktor tersebut, yang sering dipilih adalah *open pond bioreactor* yang tergolong mudah dan murah dalam hal pemeliharaan.

Pada penelitian sebelumnya perlakuan terhadap POME telah dilakukan oleh Vairappan dan Yen, 2008 yaitu dengan memanfaatkan POME sebagai media kultivasi bagi *Isochrysis sp* dan *Nanochloropsis sp*. Saat ini, mikroalga yang

sedang prospektif untuk dikultivasi adalah *Spirulina platensis* Mikroalga ini banyak dimanfaatkan di bidang kesehatan, pangan, biomassa, dan energi. Disamping itu, *Spirulina platensis* juga memiliki rentang hidup yang luas di permukaan bumi ini. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mempelajari laju pertumbuhan *Spirulina platensis* dalam POME menggunakan *open pond bioreactor*.

2. Bahan dan Metodologi

2.1. Bahan dan Peralatan

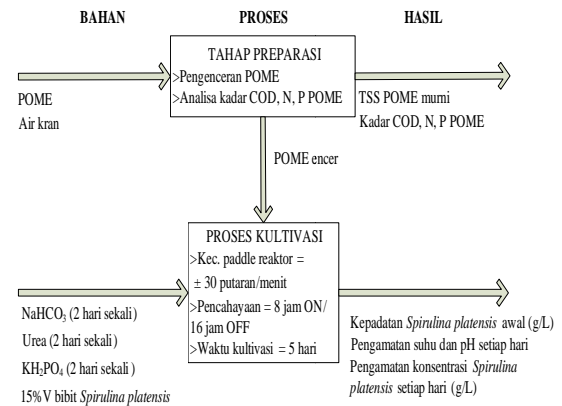
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : POME, soda kue (NaHCO_3), urea, KH_2PO_4 , *Spirulina platensis*, indikator pH, kertas saring, air kran.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *open pond bioreactor*, thermometer, gelas ukur, beaker glass, saringan pompa vakum, corong, ember

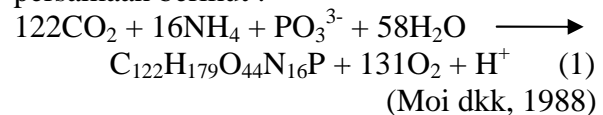
2.2. Metode Penelitian

Dalam melakukan penelitian, terdapat dua variabel yang diuji. Variabel tersebut adalah konsentrasi POME (pengenceran 3x, 4x, 5x) dan kepadatan umpan *Spirulina platensis* (0.443 g/L; 0.618 g/L; 0.952 g/L). Respon yang diambil dari penelitian ini adalah biomassa kering dari *Spirulina platensis* dalam 1 L media biaknya (konsentrasi *Spirulina platensis*, g/L). Pengukuran biomassa kering ini dilakukan setiap hari selama 5 hari. Penelitian dilakukan dengan menggunakan alat *raceway open pond bioreactor* dengan kecepatan *paddle* ± 30 putaran/menit. Dilakukan pencahayaan pada alat dengan menggunakan lampu neon *Philips 18 watt* selama 8 jam sehari (8 jam ON/16 jam OFF). Dalam setiap variabel, ditambahkan bibit *Spirulina platensis* sebanyak 15% V dengan kepadatan tertentu sesuai dengan variabel yang ditentukan.

Langkah-langkah percobaan secara garis besar ditunjukkan pada bagan berikut.



Budidaya *Spirulina platensis* memerlukan nutrien C, H, O, N, P dan K untuk melakukan fotosintesis. Secara stoikiometri, kebutuhan nutrien untuk melakukan fotosintesis disajikan pada persamaan berikut :



Sehingga, pertumbuhan mikroalga memerlukan 56.3% C, 8.6% N, dan 1.2% P (basis berat). Untuk unsur C dapat dihitung dengan menggunakan persamaan,

$$\text{Carbon (ppm)} = \text{COD (ppm)} \times \frac{12}{32} \quad (2)$$

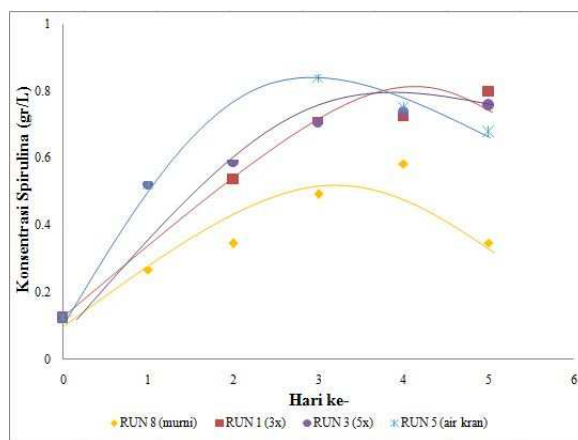
Kemudian dilakukan analisis COD, N, dan P pada POME untuk mengetahui seberapa banyak nutrien yang telah tercukupi oleh POME. Dari hasil analisa kandungan COD, N, P pada POME dan stoikiometri kebutuhan nutrien, dilakukan perhitungan berdasarkan pers. (1) dan (2) sehingga didapatkan banyaknya penambahan nutrien untuk mensuplai kekurangan nutrien yang disediakan oleh POME. Penambahan nutrien berupa NaHCO_3 (unsur C), urea (unsur N), KH_2PO_4 (unsur P) dan dilakukan setiap 2 hari sekali.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh penggunaan POME sebagai media budidaya *Spirulina platensis*

Pada penelitian ini, salah satu variabel yang berpengaruh adalah penggunaan POME sebagai media kultur *Spirulina platensis*. Dimana dilakukan

pengenceran terhadap konsentrasi POME murni yaitu 3× dan 5× pengenceran. Sebagai kontrol terhadap perlakuan ini, dilakukan kultivasi *Spirulina platensis* pada air kran dan juga pada POME murni. Pada penelitian ini konsentrasi umpan *Spirulina platensis* yang dimasukkan adalah 0.952 g/L sebanyak 15% V dari total volum media kultivasi. Waktu kultivasi dilakukan selama 5 hari, dimana untuk pengamatan dilakukan pengambilan sampel setiap hari untuk mendapatkan biomassa kering dari *Spirulina platensis*.



Gambar 3.1 Grafik Konsentrasi *Spirulina platensis* pada media kultivasi yang berbeda

Gambar 3.1 menunjukkan profil konsentrasi pertumbuhan *Spirulina platensis* pada berbagai variasi media kultur dengan waktu kultivasi selama 5 hari. Terlihat dari Gambar 3.1 dari berbagai variasi media kultur yang digunakan, bahwa pada media kultur berupa POME dengan pengenceran 5× memperlihatkan profil pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan media kultur yang berupa POME dengan pengenceran 3×. Pada POME dengan pengenceran 5× konsentrasi *Spirulina platensis* yang diperoleh terus meningkat hingga hari terakhir kultivasi dengan perolehan konsentrasi sebesar 0.7592 g/L. Pada media kultivasi POME dengan pengenceran 3× didapatkan profil konsentrasi *Spirulina platensis* yang juga terus meningkat. Namun, pada fase eksponensial dari pertumbuhan *Spirulina platensis* keduanya didapatkan

konsentrasi *Spirulina platensis* pada media kultur POME dengan pengenceran 5× lebih banyak dibandingkan konsentrasi *Spirulina platensis* pada POME dengan pengenceran 3×. Sebagai pengontrol, dilakukan kultivasi *Spirulina platensis* dengan media kultur air kran dan juga POME murni. Dari Gambar 3.1, diperoleh data bahwa dengan media kultur air kran menghasilkan konsentrasi *Spirulina platensis* yang paling tinggi. Sedangkan pada media kultur POME murni diperoleh konsentrasi *Spirulina platensis* yang paling rendah dan sudah memasuki fase kematian setelah hari ke-3 kultivasi.

Melihat dari hasil yang ditampilkan pada Gambar 3.1, hal ini dikarenakan *Spirulina platensis* merupakan mikroalga yang melakukan fotosintesis untuk tumbuh dan berkembang. Faktor utama yang dibutuhkan adalah keberadaan sinar matahari (sinar UV), CO₂ dan nutrisi pendukung. Sedangkan media kultur yang digunakan adalah POME yang berwarna gelap dan mengandung padatan terlarut. Keberadaan POME sebagai media ini menjadi penghalang cahaya untuk digunakan secara langsung oleh *Spirulina platensis* untuk melakukan fotosintesis. Apabila konsentrasi POME sebagai media kultivasi yang terdapat di medium tinggi, yang menyebabkan medium lebih gelap maka pertumbuhan *Spirulina platensis* akan mengalami penurunan.

Terdapat penelitian lain yaitu tentang kultivasi *Spirulina platensis* dalam skala laboratoris pada media air oleh Hariyati (2008). Oleh Hariyati, dilaporkan bahwa terjadi fase percepatan *Spirulina platensis* pada hari kedua sampai hari kelima dan fase perlambatan pada hari keenam sampai hari ketujuh. Terlihat bahwa, pada media air dan POME, tidak terdapat perbedaan waktu untuk fase kelambanan (penyesuaian terhadap lingkungan baru). Namun, untuk media POME pada hari keempat sudah mengalami fase perlambatan. Sedangkan untuk media air, hari keempat masih termasuk masa percepatan *Spirulina platensis*. Pemanenan *Spirulina platensis* dilakukan pada saat pertumbuhan

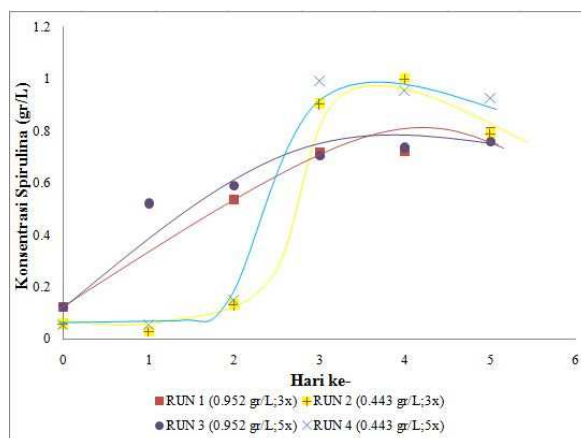
maksimalnya. Sehingga pemanenan dilakukan pada hari ketiga (untuk media POME) dan pada hari kelima (untuk media air).



Gambar 3.2 Dokumentasi Hasil Kultivasi Run 1 (kiri) dan Run 3 (kanan)

3.2. Pengaruh Kepadatan Umpan *Spirulina platensis*

Kepadatan umpan *Spirulina platensis* yang dikaji adalah 0.443 g/L; 0.618 g/L; 0.952 g/L. Penentuan berdasarkan biomassa kering *Spirulina platensis* dalam 1 L air. Dilakukan pengambilan sebanyak 100 mL dari induk *Spirulina platensis*, kemudian disaring menggunakan saringan pompa vakum dan dikeringkan. Kultivasi dilakukan selama 5 hari dengan pengambilan sampel setiap hari. Data hasil kultivasi selama 5 hari, disajikan dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.3 Grafik Konsentrasi *Spirulina* pada Umpan *Spirulina platensis* yang berbeda

Pada Gambar 3.3, disajikan bahwa dengan kepadatan umpan *Spirulina platensis* yang lebih sedikit dapat menunjukkan pertumbuhan yang baik. Pada variabel pengenceran POME yang sama (5 \times), kepadatan umpan 0.443 g/L memiliki kurva pertumbuhan yang lebih bagus dibandingkan dengan kurva pertumbuhan pada kepadatan umpan 0.952 g/L. Sehingga, pada kurva RUN 4 dengan variabel pengenceran POME 5 \times dan kepadatan umpan 0.443 g/L memberikan hasil pertumbuhan yang paling baik.

Konsentrasi *Spirulina platensis* yang digunakan pada awal kultivasi sebanyak 0.0578 g/L. Dalam waktu satu hari jumlahnya mencapai 0.0582 g/L. Selama waktu tersebut *Spirulina platensis* menunjukkan fase kelambanan (lag fase), yaitu tahap dimana sel-sel *Spirulina platensis* menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya. Pada pengamatan hari kedua sampai hari ketiga, jumlah *Spirulina platensis* mengalami kenaikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan *Spirulina platensis* berada pada fase percepatan (fase eksponensial). Pada fase ini sel-sel *Spirulina platensis* mengalami pembelahan. Adanya pembelahan sel ini menyebabkan pertumbuhan *Spirulina platensis* berjalan dengan cepat. Jumlah *Spirulina platensis* berturut-turut dari hari kedua sampai hari ketiga adalah 0.1532 g/L; 0.9932 g/L.

Pada hari keempat sampai hari kelima pertumbuhan *Spirulina platensis* mengalami fase perlambatan, dimana jumlahnya sebanyak 0.9572 g/L dan 0.9282 g/L. Hal ini disebabkan karena dengan jumlah nutrisi yang sama, digunakan oleh lebih banyak *Spirulina platensis* sehingga terjadi kompetisi penggunaan nutrisi yang semakin ketat dan mengakibatkan pertumbuhan *Spirulina platensis* yang kurang maksimal. Dalam hal ini, sel-sel *Spirulina platensis* masih dapat membelah tetapi jumlah tidak sebanyak pada fase percepatan. Kompetisi nutrisi ini akan mengakibatkan pertumbuhan lambat dan melemahkan kondisi sel sehingga jumlah

kepadatan sel menurun (Hermanto dkk, 2011). Kadar nutrisi yang rendah dalam media akan menurunkan produktivitas sel mikroalga.

Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Spirulina platensis* adalah intensitas cahaya untuk mendukung proses fotosintesis. Pada jumlah cahaya yang sama, dengan kepadatan umpan *Spirulina platensis* yang berbeda akan menimbulkan transfer cahaya yang berbeda pula. Transfer cahaya akan lebih baik apabila dengan kepadatan umpan *Spirulina platensis* yang sedikit. Hal ini dikarenakan, pada kepadatan umpan *Spirulina platensis* yang banyak, cahaya yang akan masuk ke dalam media kultur *Spirulina platensis* akan terhalangi oleh *Spirulina platensis* itu sendiri sehingga ada *Spirulina platensis* yang tidak memperoleh cahaya dengan cukup dan akhirnya menurunkan produktivitas mikroalga. Dalam penelitian ini, penggunaan waktu kultivasi 5 hari menimbulkan kemungkinan tidak terikut fase stasioner pada pertumbuhan *Spirulina platensis*.

Dapat disimpulkan bahwa, laju pertumbuhan *Spirulina platensis* akan lebih baik apabila dengan jumlah umpan *Spirulina platensis* yang lebih sedikit dengan konsentrasi POME yang lebih sedikit juga. Dalam penelitian ini, pada konsentrasi umpan 0.443 g/L dan pada pengenceran POME 5×



Gambar 3.4 Dokumentasi Run 4 (kiri) dan Run 2 (kanan)

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan antara lain:

1. Konsentrasi POME untuk media kultur *Spirulina platensis* yang paling baik adalah POME dengan 5× pengenceran.
2. Kepadatan umpan *Spirulina platensis* yang paling baik adalah pada konsentrasi 0.443 g/L
3. Kondisi yang dapat menghasilkan *Spirulina platensis* yang paling baik (pada penelitian ini) adalah pada POME dengan 5× pengenceran dan kepadatan umpan *Spirulina plantesis* 0.443 g/L

Daftar Pustaka

- Chrismadha, T, Panggabean, L.M, Mardiaty, Y. 2006. *Pengaruh Konsentrasi Nitrogen dan Fosfor terhadap Pertumbuhan, Kandungan Protein, Karbohidrat dan Fikosianin pada Kultur Spirulina fusiformis*. LIPI Bogor
- Costa, J.A.V, Colla, L.M, Filho, P.D. 2002. *Spirulina plantesis Growth in Open Raceway Ponds Using Fresh Water Supplemented with Carbon, Nitrogen and Metal Ions*, Laboratório de Engenharia Bioquímica, Departamento de Química, Fundação Universidade. Rio Grande. Brasil
- Habib, M.A.B, Parvin, M. 2008. *A Review On Culture, Production And Use of Spirulina As Food For Humans And Feeds For Domestic Animal And Fish*. Department of Aquaculture Bangladesh Agricultural University Mymensingh. Bangladesh
- Hanum, F. 2009. *Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dari Unit Deoiling Ponds Menggunakan Membran Mikrofiltrasi*, M.T. Tesis, Universitas Sumatera Utara, Medan
- Hariyati, R. 2008. *Pertumbuhan dan Biomassa Spirulina sp dalam Skala Laboratoris*. Laboratorium Ekologi dan Biosistemik Jurusan Biologi FMIPA



- Undip, BIOMA, Juni 2008, ISSN: 1410-8801, Vol. 10, No. 1, Hal. 19-22.
- Hermanto, M.B, Sumardi, Hawa L.C, Fiqtinovri, S.M. 2011. *Perancangan Bioreaktor Untuk Pembudidayaan Mikroalga*. Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Muzar, A. 2008. *Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit terhadap Tanah Ultisol Dan Pengaruhnya pada Tanaman Kedelai*. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jambi .J. Agrivigor 80): 24-32, September-Desember 2008; ISSN 1412-2286.
- Schmauder, H.P, 1997. *Methods in Biotechnology*, Taylor & Francis Ltd., London.
- Sethupathi, S. 2004. *Removal Of Residue Oil From Palm Oil Mill Effluent (POME) Using Chitosan*, M.Sc. Thesis, Universiti Sains Malaysia
- Siregar, Parpen. 2009. *Produksi Biogas Melalui Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit Dengan Digester Anaerob*. (<http://uwityangyoyo.wordpress.com/2009/04/11/produksi-biogas-melalui-pemanfaatan-limbah-cair-pabrik-minyak-kelapa-sawit-dengan-digester-anaerob/> diakses tanggal 19 Maret 2011)
- Vairappan, C.S, Yen, A.M. 2008. *Palm oil mill effluent (POME) cultured marine microalgae as supplementary diet for rotifer culture*. J Appl Phycol (2008) 20:603–608, DOI 10.1007/s10811-007-9305-1
- Wen, Z. 2010. *Algae for Biofuel Production*. Biological Systems Engineering Department, Virginia Tech (<http://www.extension.org/pages/26600/algae-for-biofuel-production>, diakses tanggal 27 Maret 2011)
- http://www.algae.wur.nl/UK/factsonalgae/growing_algae/reactor/ diakses tanggal 23 Maret 2011
- http://www.algae.wur.nl/UK/technologies/production/heterotrophic_organisms/ diakses tanggal 23 Maret 2011