

Evaluasi Efektivitas Kinerja Filter Press Plate and Frame pada Proses Pemanenan *Spirulina* sp

Evaluation of Effectiveness of Press Plate and Frame Filter Performance in the *Spirulina* sp Harvesting Process

Lukman Nulhakim^(1,a*), I Dewa Ray Rahendra Astawa⁽¹⁾ dan Dantje Marten⁽¹⁾

⁽¹⁾Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya

Email : ^(a*) lukman.nh.st@gmail.com

Diterima (31 Oktober 2022), Direvisi (29 November 2022)

Abstract *Spirulina* sp can be used as raw material for making masks and medicines. This research was conducted to determine the effectiveness of the performance of using a Filter Press (plate and frame) in harvesting *Spirulina* sp. In this study, *Spirulina* was cultured in 60 L styrofoam containers with different photoperiods (light/T and dark/G), for 12 hours per day (12T-12G). Parameters observed include dry biomass. For 12 hours per day (12T-12G), Press Filters with 2 and 3 plates were used and pressure of process are 1, 1.5, and 3 Psi. In this study, *Spirulina* sp can grow well with a concentration of 0.6636 gr mL⁻¹. The filter press plate and frame can be used to harvest *Spirulina* Sp with the optimum conditions for the *Spirulina* filtration process by pressing two psi and the number of plates 3, where the highest amounts of filtered *Spirulina* are 39.653 g with a filtering time of 2×10^3 seconds.

Keywords: *Spirulina* sp., photoperiod, pressure, filtering time.

Abstrak *Spirulina* sp dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan masker dan obat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas kinerja penggunaan Filter Press (plate and frame) dalam pemanenan *Spirulina* sp. Dalam penelitian ini, *Spirulina* sp dikultur dalam wadah styrofoam 60 L dengan perlakuan fotoperiode (terang/T dan gelap/G) berbeda, yaitu 12 jam per hari (12T-12G). Parameter yang diamati meliputi biomassa kering. Untuk pemanenan dengan waktu 12 jam per hari (12T-12G) digunakan filter press dengan jumlah plate adalah 2 dan 3 plate dan tekanan operasi sebesar 1, 1,5 dan 3 psi. Pada penelitian ini *Spirulina* sp dapat tumbuh dengan baik dengan konsentrasi 0,6636 gr mL⁻¹. Filter press plate and frame dapat digunakan untuk memanen *Spirulina* sp dengan kondisi optimum proses filtrasi *Spirulina* sp pada tekan 2 psi dan jumlah plate 3, dimana dihasilkan jumlah *Spirulina* sp tersaring terbanyak sebesar 39,653 gr dengan waktu penyaringan 2×10^3 detik.

Kata kunci: *Spirulina* sp, foto periode, tekanan, waktu filtrasi

PENDAHULUAN

Spirulina sp merupakan mesophilic planktonic filamentous cyanobacterium forming yang hidup dan membuat populasi pada suatu perairan. *Spirulina* sp mengkonsumsi karbon monoksida yang terlarut di dalam air sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan. *Spirulina* sp dapat tumbuh pada intensitas matahari dan temperature yang tinggi. *Spirulina* sp dapat dikonsumsi oleh masyarakat di beberapa negara [1]. Hal ini dikarenakan *Spirulina* sp mengandung protein yang tinggi. Selain itu *Spirulina* sp mengandung beta-carotene, sebagai

sumber antioxidant yang membantu melawan beberapa penyakit. *Spirulina* sp mengandung vitamin B yang mencegah penyakit cardiovascular [2]. Karena *Spirulina* sp sangat potensial digunakan sebagai supplement, Pada tahun 1976, *Spirulina platensis* sengaja dipilih sebagai sumber makanan masa depan oleh *International Association of Applied Microbiology* [3]. Namun, budidaya mikroalga terbatas dalam aspek ekonomi. Salah satunya adalah dalam proses pemanenan, karena ukuran sel (mikrometer) dan kestabilan koloid dalam kultur medium membuat proses pemanenan menjadi lebih mahal dan sulit [4]. Metode yang umum digunakan memanen alga adalah sentrifugasi, koagulasi-flokulasi, filtrasi, flotasi atau kombinasi beberapa teknik. Dalam koagulasi dan – flokulasi (metode kimia), yield yang dihasilkan cukup tinggi. Namun koagulan yang digunakan dapat mengkontaminasi alga yang dipanen dan medium kultur yang akan digunakan kembali [5]. Namun, dalam proses fisik, seperti sentrifugasi, membutuhkan energi yang cukup tinggi [6]. Salah satu teknik yang dikembangkan untuk mengurangi biaya pemanenan yaitu dengan menggunakan metode filtrasi seperti *rotary vacuum filter*, *graffity filter* [6] dan membran filtrasi [7]. Membran filtrasi memiliki kelemahan yaitu terjadinya *fauling* dan *scale up* yang cukup kompleks [7]. Pada penelitian ini metode *Filter press plate and frame* digunakan sebagai salah satu pilihan baru untuk memanen *Spirulina* sp. Dimana efektivitas kinerja *Filter press* dicari dengan mencari nilai tahanan medium filter (Rm), Tahanan *Spirulina* sp (Rc), tahanan spesifik *Spirulina* sp (α) dan laju filtrasi pada berbagai tekanan dan jumlah *plate*.

METODE PENELITIAN

Budidaya *Spirulina* sp

Penelitian ini dilakukan dengan meng- kultur *Spirulina* sp. berskala massal dalam bak fiber 60 liter seperti metode yang dilakukan pada penelitian sebelumnya [6]. Untuk mencapai kultur massal 60 liter, dilakukan kultur secara bertingkat. Kultur dimulai dari skala laboratorium 1 liter dalam wadah bervolume 20 liter. Pada kultur tahap pertama, wadah kultur diisi air mineral dan dilakukan pemupukan dengan rasio nitrogen- fosfat (N/P) sebesar 12:1 sebagai media kultur. Komposisi pupuk yang digunakan adalah: NaNO_3 500 mg/L, NaH_2PO_4 200 mg/L, MgSO_4 100 mg/L, FeCl_3 1,5 mg/L, K_2SO_4 1,5 mg/L, Na-EDTA 1 mg/L, dan vitamin B12 0,1 mg/L. Setelah siap, media kultur diinokulasi dengan *Spirulina* sp.

Setelah 1 minggu, 20 liter inokulan *Spirulina* yang berasal dari kultur dimasukkan ke dalam wadah kultur skala 60 liter. Kultur skala massal dilakukan dalam styrofoam box bervolume 60 liter sebanyak 4 buah. Komposisi pupuk pada skala massal berbeda dengan skala laboratorium karena lebih banyak menggunakan pupuk konvensional. Pemupukan pada skala massal ini meng- gunakan rasio nitrogen-fosfat (N/P) 12:1 dengan komposisi pupuk berupa pupuk urea 240 mg/L, pupuk TSP 45 mg/L, dan pupuk ZA 150 mg/L, FeCl_3 3 mg/L, Na-EDTA 7,5mg/L, vitamin B12 0,015 mg/L, NaNO_3 50 mg/L, NaH_2PO_4 20 mg/L, MgSO_4 10 mg/L, dan K_2SO_4 0,15 mg/L. Setiap bak kultur diberi fotoperiode dengan variabel 12 jam terang-12 jam gelap.

Kultur *Spirulina* sp dibudidayakan selama 8 hari dan diukur konsentrasi *Spirulina* sp setiap hari. Konsentrasi *Spirulina* sp didapat dengan cara mengambil 15 mL sampel untuk dilakukan *centrifuge*. *Spirulina* sp hasil *centrifuge* yang telah dikeringkan kemudian ditimbang untuk memperoleh berat keringnya.

Pemanenan *Spirulina* Dengan Menggunakan *Plate and frame Filter press*

Spirulina sp yang telah dikembang biakkan kemudian dipanen dengan cara memasukkan 60 liter *Spirulina* sp ke dalam tanki. Kemudian *Spirulina* sp dalam tanki diaduk menggunakan agitator. Kemudian *Spirulina* sp di alirkan kedalam *plate and frame Filter press* dengan cara memberikan udara tekan menggunakan kompresor. Volume filtrat yang dihasilkan diukur setiap 1 menit. Setelah tidak ada filtrat yang dihasilkan proses filtrasi dihentikan dan memisahkan *Spirulina* sp (*cake*) dari filter kemudian menimbanginya. *Spirulina* sp kemudian dikeringkan di dalam oven hingga berat keringnya konstan.

Model Matematika

Penentuan Waktu Filtrasi

Untuk menentukan efektivitas kinerja filtrasi didapat dengan menggunakan **persamaan 1**.

$$\frac{dt}{dV} = \frac{\mu\alpha c}{A^2(-\Delta p)}V + \frac{\mu}{A(-\Delta p)}Rm = Kp V + B \quad (1)$$

Dimana Kp dalam s/m⁶ dan B dalam s/m³

$$Kp = \frac{\mu\alpha c}{A^2(-\Delta p)} \quad (2)$$

$$B = \frac{\mu}{A(-\Delta p)}Rm \quad (3)$$

Untuk tekanan konstan, α konstant dan ampas yang tidak dapat dimampatkan dan sebagai variabel hanya V dan t, maka dari **persamaan 1**, waktu filtrasi t didapat dari integrasi :

$$\int_0^t dt = \int_0^V (KpV + B)dV \quad (4)$$

$$t = \frac{Kp}{2}V^2 + BV \quad (5)$$

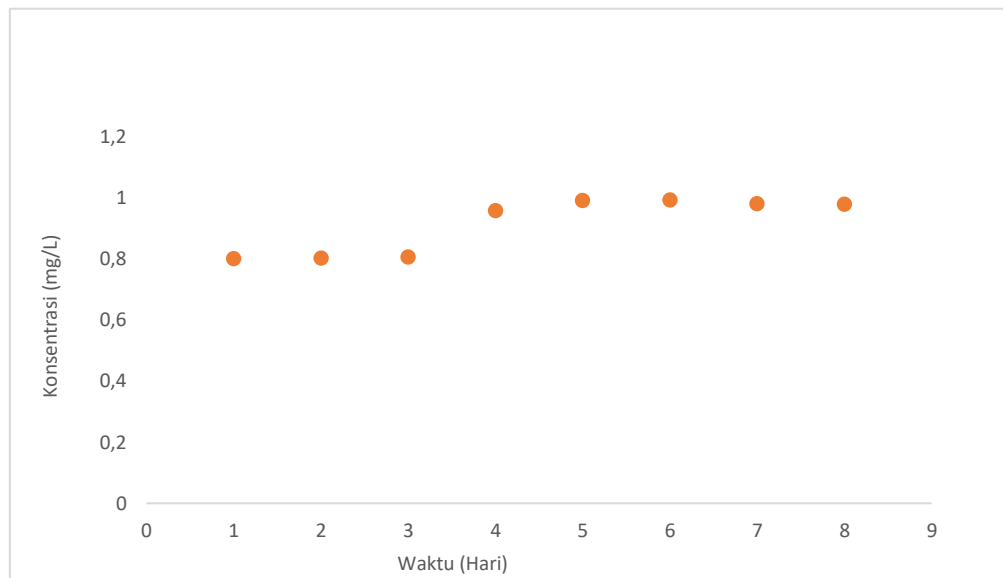
$$\frac{t}{V} = \frac{KpV}{2} + B \quad (6)$$

Untuk mendapatkan nilai Kp dan B maka dilakukan regresi linear orde 2 dengan memplot t/V terhadap V.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Pertumbuhan *Spirulina* sp

Laju pertumbuhan dari *Spirulina* sp perlu dipelajari untuk menentukan waktu optimum untuk pertumbuhan *Spirulina* sp, seperti pada **Gambar 1**. Waktu optimum dibutuhkan untuk menentukan waktu pemanenan sebelum *Spirulina* sp memasuki fase kematian.



Gambar 1. Laju Pertumbuhan *Spirulina* sp

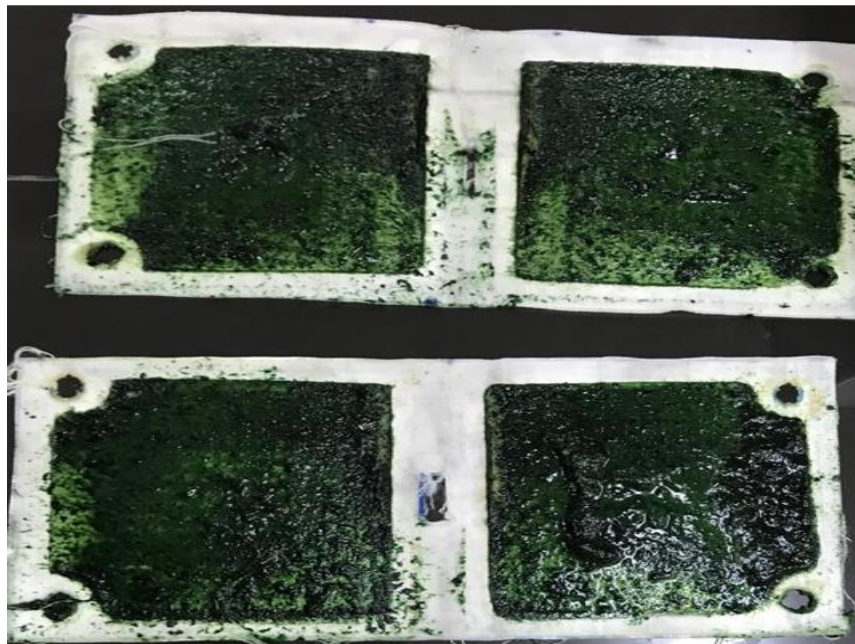
Gambar 1 menunjukkan laju *Spirulina* sp, Pada hari ke 0-3 belum terjadi pertumbuhan *Spirulina* sp hal ini dikarenakan *Spirulina* sp masih beradaptasi dengan lingkungan. Pada hari ke 4 hingga hari ke 5 terjadi fase eksponensial dimana larutan berubah menjadi hijau dengan konsentrasi tertinggi pada $0,6636 \text{ gr mL}^{-1}$. Fase eksponensial merupakan fase pertumbuhan mikroalga secara cepat pembelahan sangat cepat. Hari ke 6 hingga merupakan fase stationer. Pada fase stationer konsentrasi *Spirulina* sp relatif konstan karena *Spirulina* sp mencapai titik jenuh akibat keberadaan nutrisi mulai berkurang. Pada hari ke 8 terjadi fase kematian dimana konsentrasi *Spirulina* sp mulai menurun dan *Spirulina* sp mengendap pada bagian bawah bak.

Efektivitas Kinerja *Filter press*

Filter press flate and frame, dapat digunakan untuk memisahkan *Spirulina* sp dari medium pertumbuhan, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2** Mekanisme kerja alat *Filter press* ini adalah medium pertumbuhan yang mengandung *Spirulina* sp. Masuk dari tangki umpan. Dengan menaikkan tekanan dalam tangki, larutan akan mengalir melalui pipa ke dalam filter. Filter ini terdiri dari *plate* dan *frame*, pada *frame* dipasang *filter cloth* yang berpori untuk menyaring *Spirulina* sp seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 2. *Spirulina* Sp hasil penyaringan



Gambar 3. *Spirulina* Sp yang tertahan dalam *filter cloth*

Hasil data percobaan dapat dilihat pada **Tabel 1 – 4**. Semakin besar tekanan proses maka berat *Spirulina* sp yang tersaring (*cake*) yang dihasilkan semakin banyak. Hal ini dikarenakan debit larutan medium yang dialirkan melalui *Filter press* akan semakin besar. Sebaliknya dengan jumlah *plate*, semakin banyak jumlah *plate* maka jumlah *cake* yang dihasilkan akan semakin menurun seperti pada **Tabel 1** dan **Tabel 3**.

Tabel 1. Data Filtrasi Tekanan 1 Psi dan Jumlah *Plate* 3

Nomor <i>Plate</i>	Berat (gr)	Volume (L)	Waktu (s)	s/L
1	2.953	3.1	60	19.355
2	3.366	5.8	120	20.689
3	5.181	7.7	180	23.376
		9	240	26.667
		10	300	30
Total	11.499			

Tabel 2. Data Filtrasi Tekanan 2 Psi dan Jumlah *Plate* 3

Nomor <i>Plate</i>	Berat (gr)	Volume (L)	Waktu (s)	s/L
1	21.748	4.8	60	12.5
2	11.019	9.4	120	12.76
		13.1	180	13.740
3	6.886	16	240	15
		17.4	300	17.241
Total	39.653			

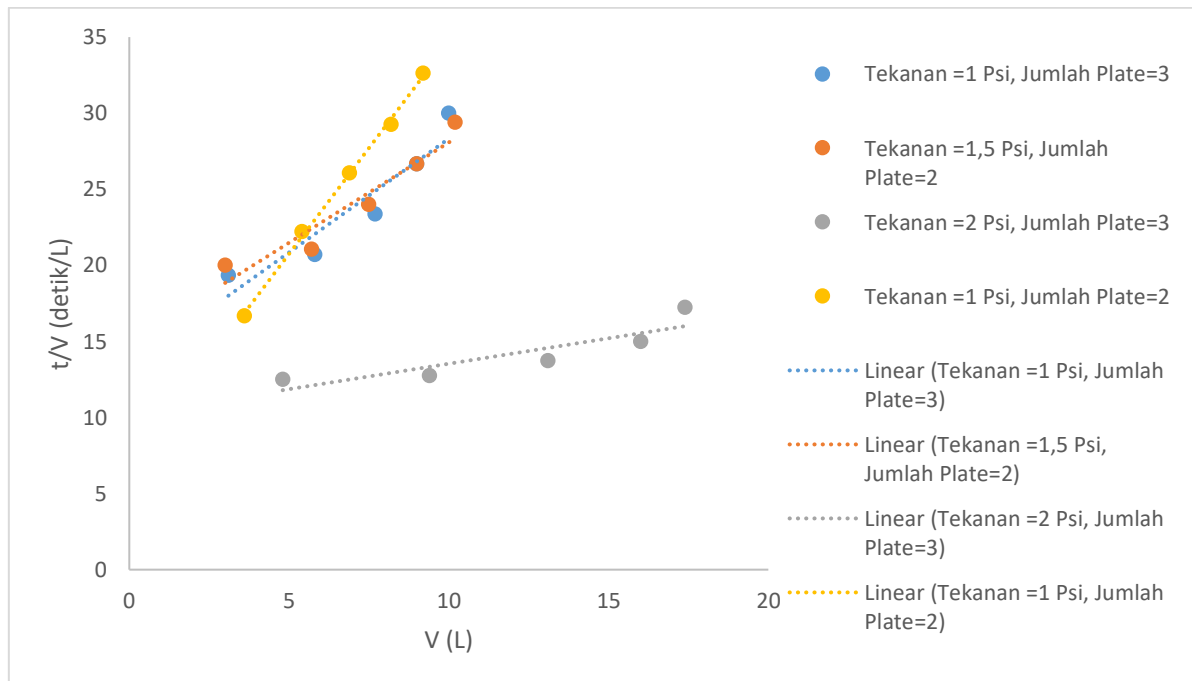
Tabel 3. Data Filtrasi Tekanan 1 Psi dan Jumlah *Plate* 2

Nomor <i>Plate</i>	Berat (gr)	Volume (L)	Waktu (s)	s/L
1	4.695	3.6	60	16.667
2	14.596	5.4	120	22.223
		6.9	180	26.086
		8.2	240	29.268
		9.2	300	32.608
Total	19.291			

Tabel 4. Data Filtrasi Tekanan 1,5 Psi dan Jumlah *Plate* 2

Nomor <i>Plate</i>	Berat (gr)	Volume (L)	Waktu (s)	s/L
1	4.864	3	60	20
2	14.222	5.7	120	21.052
		7.5	180	24
		9	240	26.667
		10.2	300	29.411
Total	19.086			

Tabel 1 – 4 diolah untuk menghasilkan grafik v terhadap t/v seperti pada **Gambar 2**. Nilai *slope* dan *intercept* digunakan untuk mencari nilai B dan K_p . Nilai B dan nilai K_p untuk masing tekanan dan jumlah *plate* dapat dilihat pada **Gambar 4**.



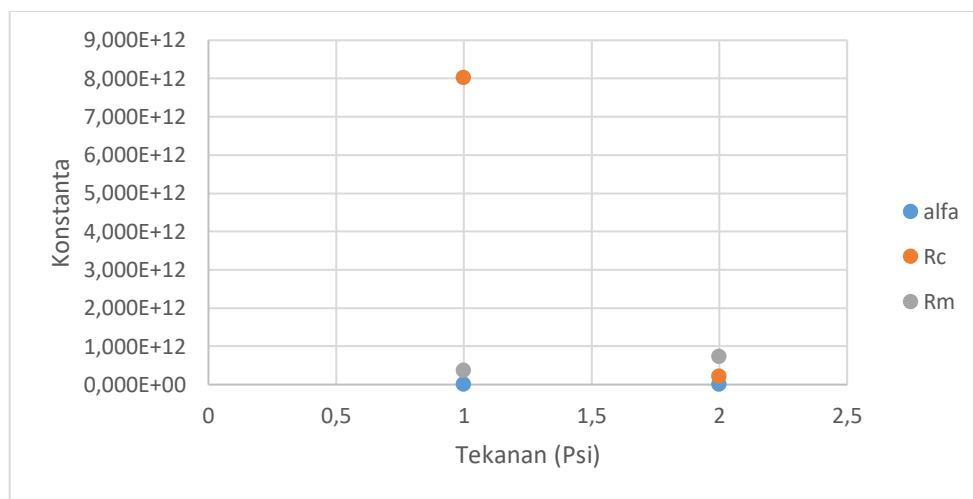
Gambar 4. Grafik hubungan V terhadap t/v

Perhitungan Efektivitas Kinerja *Filter press Plate and frame*

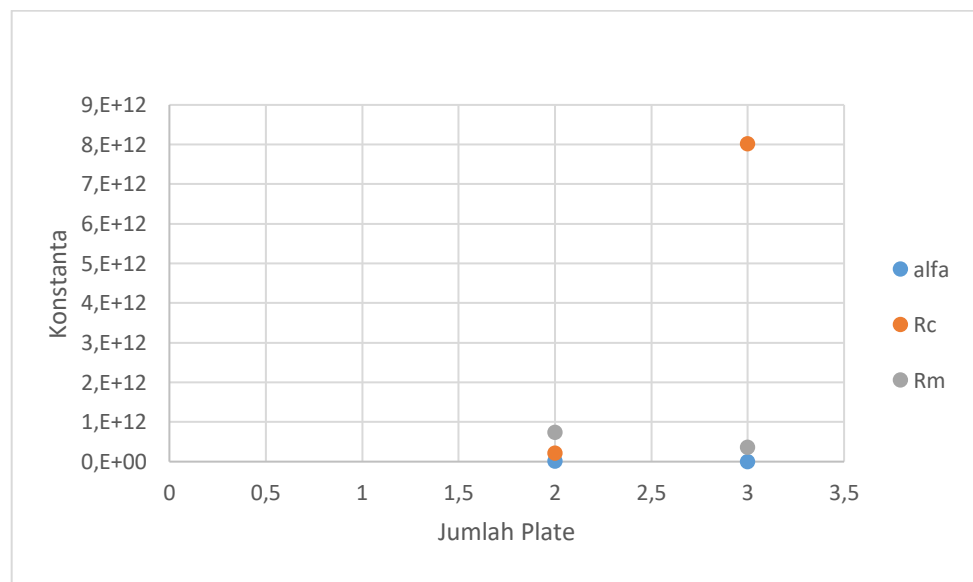
Nilai hasil regresi linear pada **Gambar 4** digunakan untuk mencari konsta α , R_c dan R_m seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 5**. Nilai konstanta α , R_c dan R_m berfungsi untuk menghitung laju filtrasi dan waktu filtrasi. Nilai konstanta α dan R_m meningkat seiring kenaikan tekanan proses dan nilai konstanta R_c menurun seiring meningkatnya tekanan proses seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5**. Akibatnya semakin tinggi tekanan maka laju filtrasi akan semakin besar dan waktu filtrasi akan semakin cepat. Hasil ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Rizki Yuanita Saputra dalam penelitiannya [8], dimana tekanan akan meningkatkan nilai konstanta α dan R_m . Hal ini berkebalikan dengan jumlah *plate* semakin banyak jumlah *plate* maka nilai konstanta α dan R_m menurun dan nilai R_c meningkat seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 6**. Akibatnya semakin banyak jumlah *plate* maka laju filtrasi akan semakin kecil dan waktu filtrasi akan semakin lama. Hasil ini serupa dihasilkan oleh Muhammad Sahrurron dan Irene Septriana dalam penelitiannya [9]. Jumlah *plate* akan menurunkan nilai konstanta α dan R_m . Kondisi optimum proses filtrasi *Sprulina* sp oleh alat filtrasi *plate and frame* adalah tekan 2 psi dan jumlah *plate* 3, dimana dihasilkan jumlah *Spirulina* tersaring terbanyak sebesar 39,653 gr dengan waktu penyaringan 2×10^3 detik. Untuk meningkatkan efektifitas kinerja proses *Sprulina* sp oleh alat filtrasi *plate and frame*, *buble generator* dapat dikombinasikan pada proses filtrasi tersebut [10-11].

Tabel 5. Hasil perhitungan Efektivitas kinerja *Filter press plate and frame*

Nilai	$\Delta P = 1 \text{ psi}, P=3$	$\Delta P = 1,5 \text{ psi}, P=2$	$\Delta P = 1 \text{ psi}, P=2$	$\Delta P = 2 \text{ psi}, P=3$
CS (kg/m ³)	$5,182 \times 10^5$	2×10^3	2×10^2	4×10^2
KP (s/m ⁶)	$2,992 \times 10^6$	8×10^4	1×10^5	4×10^4
Alfa ()	$6,018 \times 10^7$	$3, \times 10^8$	3×10^9	2×10^9
Rc	$8,020 \times 10^{12}$	2×10^{11}	2×10^{11}	2×10^{11}
B (s/m ³)	$1,337 \times 10^4$	2×10^4	1×10^4	1×10^4
Rm	$3,584 \times 10^{11}$	5×10^{11}	7×10^{11}	7×10^{11}
Laju Filtrasi (m ³ /s)	$3,20 \times 10^{-14}$	4×10^{-13}	6×10^{-13}	6×10^{-13}
Waktu Filtrasi (s)	$1,629 \times 10^4$	2×10^3	2×10^3	2×10^3



Gambar 5. Grafik hubungan Tekanan dan Konstanta Alfa (α), Rc, Rm



Gambar 6. Grafik hubungan Jumlah Tekanan dan Konstanta Alfa (α), Rc , Rm

KESIMPULAN

Filter press plate and frame dapat digunakan untuk memanen *Spirulina* Sp. Efektivitas kinerja *Filter press* pada penelitian ini berhasil dievaluasi untuk mencari kondisi optimum.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada FTI-UJ karena telah memberikan fasilitas pada penelitian ini sehingga peneliti bisa menghasilkan karya ilmiah.

DAFTAR NOTASI

ΔP	= Tekanan (Psi)
P	= Jumlah Plate
t	= Waktu (s)
Alfa (α)	= Tahanan Spesifik <i>Spirulina</i> sp
Rc	= Tahanan <i>Spirulina</i> sp
Rm	= Tahanan Medium
Cs	= Konsentrasi
μ	= Viscositas (cp)

REFERENSI

- [1] L.M , Andrade,. C.J, Andrade., M, Dias., C.A.O, Nascimento., M.A, Mendes., Chlorella and *Spirulina* microalgae as sources of functional foods, nutraceuticals, and food supplements; an overview. MOJ Food Process. Technol. vol.6, no.1,p. 45–58. 2018.
- [2] K.S, Khoo., K.W, Chew ., G. ., Yew., W H, Leong., Y H, Chai., P L, Show., and W H, Chen., Recent advances in downstream processing of microalgae lipid recovery for biofuel production. Bioresour. Technol. vol.304, p.122996, 2020
- [3] M. Christwardana, M. M. A. Nur and Hadiyanto, "Review: *Spirulina* Platensis: Potensinya Sebagai Bahan Pangan Fungsional," *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, vol. 2, no. 1, pp. 1-4, 2011.
- [4] M, Sakarika., and M, Kornaros., Chlorella vulgaris as a green biofuel factory: comparison between biodiesel, biogas and combustible biomass production. Bioresour. Technol. vol. 273,p. 237–243. 2019.
- [4] S, Salim., R, Bosma., M.H, Vermuë., and R.H, Wijffels. Harvesting of microalgae by bio- flocculation. J. Appl. Phycol. vol.23, no.5, 849–855, 2011.

- [5] B.V, Umesh., Performance of two new filtration devices for harvesting of *Spirulina* alga. *Biotechnology Letters*, vol.6.no.5, p.309–312. 1984
- [6] D, Marten., I.D.R.R, Atawa., and L, Nulhakim., Pengaruh Foto Periode dalam Budidaya dan Penggunaan Plate and Frame Filter Press dalam Pemanenan *Spirulina* sp, Seminar Nasional TRED 2, Jakarta, 2021
- [7] I. Ismail, K. A. Kurnia, S. Samsuri and M. Bilad, "Energy efficient harvesting of *Spirulina* sp. from the growth medium using a tilted panel membrane filtration," *Bioresource Technology Reports*, vol. 15, no. 1, pp. 1-9, 2021.
- [8] R.Y, Saputri, Pengaruh Perbedaan Tekanan Terhadap Efisiensi Proses Filtrasi Sludge dengan Menggunakan Plate And Frame Filter Press., Universitas Diponogoro, Semarang. 2019
- [9] M, Sahrurondon., I, Septiriana., Filtrasi Caco3 Menggunakan Filter Plate & Frame Dengan Variasi Konsentrasi Dan Variasi Jumlah Plate & Frame. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Cilegon Banten, 2017
- [10] A. Eliseus, N. Nordin, M. R. Bilar, Z. A. Putra and M. D. H. Wirzal, "Tilted membrane panel: A new module concept to maximize the impact of air bubbles for membrane fouling control in microalgae harvesting," *Bioresource Technology*, vol. 241, p. 661–668, 2017.
- [11] T. Hwang, Y. K. Oh, B. Kim and J. I. Han, "Dramatic improvement of membrane performance for microalgae harvesting with a simple bubble-generator plate," *Bioresource Technology*, vol. 186, p. 343–347, 2015.