

**Peningkatan Skala Percobaan (*Scale Up Experiment*) Pengolahan Limbah Cair Sawit secara Aerobik Menggunakan Teknologi Simbiosis Mutualisme Mikroalga *Chlorella* sp. dan Agrobost**

**Scale Up Experiment Processing of Palm Oil Mill Effluent with Aerobics Using Mutualism Symbiotic Technology Microalgae *Chlorella* sp. and Agrobost**

Fajar Yuliandri<sup>1</sup>, Fajar Restuhadi<sup>2</sup> dan Yelmira Zalfiatri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

Email korespondensi: [fajaryuliandri15@gmail.com](mailto:fajaryuliandri15@gmail.com)

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh variasi penambahan Agrobost terbaik yang bersimbiosis dengan mikroalga *Chlorella* sp. mempercepat penurunan kadar polutan limbah cair sawit dengan peningkatan skala. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Penelitian ini menggunakan mikroalga (kelimpahan  $\pm 6.985.000$  cfu/ml) dan limbah cair sawit dengan 5 perlakuan Agrobost (0% v/v, 4% v/v, 8% v/v, 12% v/v, dan 16% v/v). Data diperoleh secara statistik menggunakan ANOVA dan DNMRD pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi Agrobost berpengaruh signifikan terhadap nitrat dan fosfat. Perlakuan yang dipilih adalah P4 dengan tingkat reduksi tertinggi yang memiliki nilai nitrat 3,40 mg.L<sup>-1</sup> dan fosfat 8,18 mg.L<sup>-1</sup>.

**Kata kunci:** Limbah cair sawit, Agrobost, mikroalga *Chlorella* sp, *scale up*.

**ABSTRACT**

This research was aimed to get the best various additions of Agrobost which symbiotic microalgae *Chlorella* sp. in accelerating to reduce of pollutants level in palm oil mill effluent using the scale up experiment technology. This research used Completely Randomized Design with 5 treatments and 3 repetition. This research used microalgae (with abundance  $\pm 6,985,000$  cfu/ml) and palm oil mill effluent with 5 treatments of Agrobost (0% v/v, 4% v/v, 8% v/v, 12% v/v and 16% v/v). The data were obtained from statistical analytic using ANOVA and DNMRD in 5% level. The results showed that the concentration of Agrobost had significant affects for nitrate and phosphate. The selected treatment was 16% v/v addition Agrobost with the highest reduction level had nitrate of 3.40 mg.L<sup>-1</sup> and phosphate of 8.18 mg.L<sup>-1</sup>.

**Keywords:** palm oil mill effluent, Agrobost, microalgae *Chlorella* sp., *scale up*

---

1. Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

2. Dosen Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

## PENDAHULUAN

Riau merupakan provinsi dengan luas areal perkebunan kelapa sawit terluas di Indonesia. Data statistik perkebunan Indonesia menunjukkan bahwa pada tahun 2017 luas areal perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau telah mencapai 2,5 juta hektar atau 20,32% dari total luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Laju pertumbuhan areal perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau ditandai dengan meningkatnya luas areal perkebunan kelapa sawit dan produksi *crude palm oil* (CPO) dari tahun 2016 hingga 2017. Luas areal perkebunan kelapa sawit pada tahun 2016 yaitu 2.430.508 Ha menghasilkan CPO sebanyak 8.506.646 ton/tahun, sedangkan luas areal perkebunan kelapa sawit pada tahun 2017 mencapai 2.493.176 Ha menghasilkan CPO sebanyak 8.721.148 ton/tahun. (Badan Pusat Statistik, 2017).

Limbah cair sawit mengandung padatan terlarut dan tersuspensi berupa koloid serta residu minyak dengan kandungan BOD COD yang tinggi. Limbah cair pabrik kelapa sawit memiliki kandungan *biological oxygen demand* (BOD) rata-rata berkisar 1004,73-1095,43 mg.L<sup>-1</sup>, *chemical oxygen demand* (COD) 2305,33-2549,33 mg.L<sup>-1</sup> dan *total suspended solid* (TSS) 730,00-854,67 mg.L<sup>-1</sup> (Angelia, 2018). Limbah cair kelapa sawit umumnya dihasilkan dari proses sterilisasi sebesar 15-20%, klarifikasi dan sentrifugasi sebesar 40-50%. Setiap 1 ton minyak kelapa sawit akan menghasilkan 2,5 ton limbah cair atau setara dengan 60% kapasitas olah pabrik, yaitu berupa limbah

organik berasal dari air hidrosiklon, air kondensat rebusan dan air *drab* klarifikasi (Ahuat, 2005). Produksi minyak kelapa sawit di Riau pada tahun 2017 sebesar 8,72 juta ton maka diperkirakan akan menghasilkan limbah cair sebanyak 21,8 juta ton.

Teknologi pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu pengolahan secara fisik, kimia, dan biologi. Dari ketiga cara pengolahan tersebut, pengolahan secara biologi merupakan pengolahan yang paling sederhana dan tidak memerlukan biaya yang besar. Pengolahan secara biologi yaitu dengan memanfaatkan bakteri pengurai sebagai agen pendegradasi limbah cair.

Penelitian sebelumnya dalam skala laboratorium telah dilakukan oleh Angelia (2018) dengan memanfaatkan simbiosis *Chlorella* sp. dan Agrobost untuk menurunkan kadar polutan limbah cair sawit. Pemilihan Agrobost didasari karena mengandung bakteri *Azospirillum* sp. yang dapat menghasilkan hormon tumbuh seperti *indole acetic acid* (IAA). Hormon tumbuh IAA yang dihasilkan dapat mempercepat pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. sesuai dengan hasil penelitian Retnowati (2015), hormon tumbuh IAA yang diaplikasikan pada mikroalga *Chlorella* sp. dengan konsentrasi 65 ppm mampu meningkatkan laju pertumbuhan dengan kepadatan sel rata-rata sebesar 6,322 log cfu.ml<sup>-1</sup>. Laju proses penguraian limbah memerlukan konsentrasi penambahan Agrobost yang tepat untuk bersimbiosis dengan mikroalga *Chlorella* sp. sehingga dapat

---

1. Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau  
2. Dosen Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau  
JOM FAPERTA Vol.7 Edisi 2 Juli s/d Desember 2020

menurunkan nilai cemaran limbah cair sawit sesuai dengan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014.

Peningkatan skala percobaan (*scale up experiment*) akan menghubungkan antara skala laboratorium dan skala industri. Menurut Ismiyati (2013), peningkatan skala percobaan dapat mengembangkan skala laboratorium dan memberi informasi yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan dalam mendesain skala industri. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Angelia (2018), pada skala laboratorium menunjukkan hasil berbeda nyata dari setiap variasi penambahan Agrobost. Peningkatan skala percobaan (*scale up experiment*) juga dapat meningkatkan produksi biomassa, sehingga semua produk yang dihasilkan dapat dimanfaatkan.

## METODOLOGI

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau, Laboratorium Pusat Penelitian Alga (*Algae Research Center*), Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau dan Laboratorium Unit Pelaksanaan Teknis Pengujian Material Dinas Bina Marga Pekanbaru. Penelitian telah dilaksanakan selama 6 bulan, yaitu bulan April hingga September 2019.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroalga *Chlorella* sp. yang berasal dari kultur koleksi Prof. Dr. Ir. H. Tengku Dahril, M.Si. Limbah cair sawit diperoleh dari PT. Perkebunan Nusantara V Sei Garo Kecamatan

Tapung Kabupaten Kampar. Agrobost diperoleh dari PT. SMS Indoputra, alkohol 96%, aluminium sulfat, akuades, bibit BOD,  $K_2Cr_2O_7$ , kalium dikromat, pereaksi asam sulfat, larutan fisiologis, ammonium sulfat, indikator ferriin, indikator fenoltalein,  $H_2SO_4$ , *digestion solution*, larutan FAS (*Ferri Ammonium Sulfat*) dan larutan nutrien.

Alat yang digunakan adalah jerigen limbah cair, aerator, selang, galon, kompor, akuarium, 15 galon ukuran 6 liter, mikroskop, *hymacytometer*, *hand counter*, DO meter, tabung KOK, buret, *magnetic stirrer*, pH meter, gelas piala, gelas ukur, gelas objek, *cover glass*, kertas saring, *vacuum pump*, spektrofotometer, pipet tetes, desikator, timbangan analitik, cawan petri, spatula, timbangan *aluminium*, *erlenmeyer*, *beaker glass*, inkubator, 2 botol *winkler* dan COD reaktor.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari 5 perlakuan dan 3 kali ulangan sehingga diperoleh 15 unit percobaan.

Perlakuan mengacu pada penelitian Angelia (2018). Setiap perlakuan hanya pada penambahan Agrobost yang berubah sesuai perlakuan, mikroalga *Chlorella* sp. dengan kelimpahan sel yaitu  $\geq 2.100.000$  cfu.ml<sup>-1</sup> dan total volume keseluruhan dibuat tetap.

P<sub>0</sub> = Tanpa penambahan Agrobost.

P<sub>1</sub> = Penambahan Agrobost 4% v/v.

P<sub>2</sub> = Penambahan Agrobost 8% v/v.

P<sub>3</sub> = Penambahan Agrobost 12% v/v.

P<sub>4</sub> = Penambahan Agrobost 16% v/v.

### **Pengambilan sampel limbah**

Pengambilan sampel limbah cair mengacu pada Angelia (2018). Pengambilan sampel limbah cair dilakukan dengan teknik *grap sample* yaitu pengambilan sampel yang dilakukan pada waktu yang sama dan titik berbeda, pengambilan sampel diperoleh dari pabrik perkebunan kelapa sawit pada kolam penampungan ke-3 dengan menggunakan jerigen. Jerigen dibersihkan bagian dalamnya dengan cara dibilas dengan menggunakan air limbah yang akan diambil. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada jam 10.00 WIB, hal ini dilakukan karena aktivitas pabrik sudah berjalan.

### **Sterilisasi alat dan limbah cair**

Sterilisasi alat dan limbah cair mengacu kepada Yolanda (2016). Kultur mikroalga mensyaratkan kondisi yang harus steril baik ruang, peralatan maupun seluruh rangkaian kerjanya agar tidak terkontaminasi dengan bakteri pengganggu yang dapat menghambat ataupun mengganggu pertumbuhan *Chlorella* sp. Sterilisasi alat dilakukan dengan cara peralatan seperti gelas ukur, selang, wadah kultur dan lain-lain dicuci dengan sabun dan dibilas dengan air tawar sampai bersih, kemudian disemprot dengan alkohol 96% dan dibiarkan kering. Sterilisasi limbah cair sawit dilakukan dengan menggunakan kompor sampai suhu 100°C agar limbah benar-benar steril. Sterilisasi bertujuan untuk menghindari terjadi kontaminasi limbah dengan bakteri pengurai alami yang terdapat di alam.

### **Persiapan isolat mikroalga *Chlorella* sp.**

Perbanyak isolat mikroalga *Chlorella* sp. mengacu pada Habibah (2011). Wadah akuarium ukuran 20.000 ml yang telah dilakukan sterilisasi disiapkan sebanyak 1 buah. Aquades sebanyak 14.000 ml dan 1.600 ml larutan nutrien dimasukan ke dalam akuarium, kemudian dihomogenkan dengan cara pengadukan hingga berwarna bening atau tercampur rata. Mikroalga *Chlorella* sp. sebanyak 400 ml dimasukan ke dalam akuarium dan diberi aerasi, kemudian ditempatkan di dalam ruangan terkena sinar matahari tidak langsung dan diinkubasi selama 7 hari hingga cairan berubah warna menjadi hijau dengan kelimpahan sel 1.000.000 cfu/ml. Dilakukan perhitungan kelimpahan sel dari hari ke-0 hingga hari ke-7 untuk mendapatkan konsentrasi *Chlorella* sp. yang sesuai. Didapat kultur stok sebanyak 16.000 ml.

### **Proses pengolahan limbah cair sawit**

Hari pertama dilakukan pengambilan limbah cair sawit, setelah dilakukan proses sterilisasi, dilakukan analisis BOD, COD, nitrat, fosfat, pH dan TSS. Selanjutnya sampel limbah cair kelapa sawit dimasukkan ke dalam ember sebanyak 78 L kemudian ditambahkan mikroalga *Chlorella* sp. sebanyak 12 L. Setelah limbah cair dan mikroalga homogen, selanjutnya dimasukkan ke wadah galon tembus cahaya sesuai perlakuan dan diinokulasi Agrobost pada tiap sampel sesuai perlakuan dan diaduk hingga homogen dan diberi aerasi.

## Analisis Data

Tabel analisis sidik ragam rancangan acak lengkap (RAL) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis Sidik Ragam untuk Rancangan Acak Lengkap

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F tabel
Perlakuan	t-1	JKP	KTP	KTP/ KTG	F(0,05) (t-1, DP)
Galat Total	T (r-1) Tr-1	JKG	KTG		

Keterangan:

$$\text{Faktor koreksi (FK)} = \frac{Y^2}{r.t}$$

$$\text{Jumlah kuadrat total (JKT)} = \sum Y^2 - \text{FK}$$

$$\text{Jumlah kuadrat perlakuan (JKP)} = \frac{\sum Y^2_{ij}}{r} - \text{FK}$$

$$\text{Jumlah kuadrat galat (JKG)} = \text{JKT} - \text{JKP}$$

$$\text{Kuadrat total perlakuan (KTP)} = \frac{\text{JKP}}{t-1}$$

$$\text{Kuadrat total galat} = \frac{\text{JKG}}{n-1}$$

$$\text{F. hitung} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}}$$

Uji lanjut dengan *duncan's new multiple range test* (DNMRT) dilakukan jika terdapat pengaruh yang nyata pada taraf 5 % menggunakan aplikasi *statistical package for social sciences* (SPSS).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kelimpahan Sel

Pengukuran kelimpahan sel dilakukan dari hari ke-0 hingga hari ke-7 pada setiap perlakuan bertujuan untuk mengetahui tingkat laju pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp.

yang bersimbiosis dengan bakteri pengurai yang terkandung di dalam Agrobost. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa variasi penambahan Agrobost berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kelimpahan sel mikroalga *Chlorella* sp. (Lampiran 11). Nilai rata-rata kelimpahan sel *Chlorella* sp. pada hari ke-0, 1, 3, 5 dan 7 dapat dilihat pada Tabel 1.

Perlakuan	Hari				
	0	1	3	5	7
P0	6,821 <sup>c</sup>	6,840 <sup>a</sup>	7,043 <sup>a</sup>	7,678 <sup>a</sup>	7,729 <sup>a</sup>
P1	6,815 <sup>c</sup>	6,853 <sup>b</sup>	7,224 <sup>b</sup>	7,729 <sup>b</sup>	7,818 <sup>b</sup>
P2	6,812 <sup>bc</sup>	6,860 <sup>c</sup>	7,345 <sup>c</sup>	7,764 <sup>c</sup>	7,836 <sup>c</sup>
P3	6,807 <sup>ab</sup>	6,871 <sup>d</sup>	7,417 <sup>d</sup>	7,776 <sup>d</sup>	7,875 <sup>d</sup>
P4	6,805 <sup>a</sup>	6,879 <sup>e</sup>	7,461 <sup>e</sup>	7,784 <sup>d</sup>	7,918 <sup>e</sup>

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama, menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Tabel 1 menunjukkan kelimpahan sel mengalami peningkatan dari hari ke-0 hingga hari ke-7 pada setiap perlakuan. Hal ini diduga karena mikroalga mampu beradaptasi dengan lingkungan dan memanfaatkan hormon tumbuh *indole acetic acid* (IAA) yang dihasilkan oleh *Azospirillum* yang terkandung di dalam Agrobost. Oleh karena itu, kelimpahan sel akan semakin meningkat seiring dengan konsentrasi Agrobost yang ditambahkan. Retnowati (2015) menyatakan bahwa hormon tumbuh IAA yang diaplikasikan pada mikroalga *Chlorella* sp. mampu meningkatkan laju pertumbuhan sel. Kelimpahan sel mikroalga pada perlakuan P4 penelitian *scale up* sedikit lebih tinggi dengan nilai rata-rata 7,918 log cfu.ml<sup>-1</sup> dibandingkan dengan kelimpahan sel mikroalga pada penelitian skala laboratorium yang hanya berkisar 7,894 log cfu.ml<sup>-1</sup>. Hal ini disebabkan

1. Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau
2. Dosen Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

konsentrasi Agrobost yang ditambahkan pada penelitian *scale up* lebih tinggi yaitu 16% (v/v), sedangkan pada penelitian skala laboratorium hanya 4% (v/v). Pupuk cair Agrobost mengandung hormon tumbuh *indole acetic acid* (IAA) yang dapat mempercepat pertumbuhan sel mikroalga. Mikroalga dapat berfotosintesis dalam limbah cair organik dan menghasilkan produk berupa oksigen yang kemudian akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme aerob untuk mempercepat proses penguraian. Menurut Hadiyanto dan Azim (2012), fotosintesis alga menghasilkan O<sub>2</sub> untuk respirasi pada pertumbuhan bakteri pengoksidasi limbah, sebaliknya reaksi oksidasi limbah yang dilakukan oleh bakteri menghasilkan CO<sub>2</sub> dapat mendukung pertumbuhan alga.

### Nitrat

Nitrat merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroalga. Nitrat merupakan produk turunan nitrogen yang paling teroksidasi dalam limbah dan diperlukan dalam penyusunan klorofil (Kabinawa dan Agustini, 2004). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa variasi penambahan Agrobost memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kandungan nilai nitrat limbah cair kelapa sawit (Lampiran 15). Nilai rata-rata nitrat limbah cair kelapa sawit pada hari ke-0 ke-0, 1, 3, 5 dan 7 dapat dilihat pada Tabel 2.

Perlakuan	Nitrat (mg.L <sup>-1</sup> )				
	Hari ke-0	Hari ke-1	Hari ke-3	Hari ke-5	Hari ke-7
P0	15,7 <sup>a</sup>	14,3 <sup>a</sup>	13,0 <sup>a</sup>	11,4 <sup>a</sup>	10,3 <sup>a</sup>
P1	15,2 <sup>a</sup>	13,8 <sup>b</sup>	11,5 <sup>b</sup>	9,4 <sup>a</sup>	7,5 <sup>a</sup>
P2	14,9 <sup>b</sup>	13,4 <sup>c</sup>	11,2 <sup>c</sup>	8,3 <sup>b</sup>	6,1 <sup>b</sup>
P3	13,5 <sup>b</sup>	12,1 <sup>c</sup>	10,2 <sup>c</sup>	6,2 <sup>c</sup>	3,6 <sup>c</sup>
P4	13,2 <sup>c</sup>	11,6 <sup>d</sup>	9,7 <sup>d</sup>	6,0 <sup>d</sup>	3,4 <sup>d</sup>

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama, menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Tabel 2 menunjukkan nilai nitrat hari ke-0 perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P2, P3 dan P4 tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan P1. Nilai nitrat hari ke-1 dan ke-3 pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, P3 dan P4. Nilai nitrat pada hari ke-5 hingga hari ke-7 menunjukkan bahwa P0 berbeda nyata dengan perlakuan P2, P3 dan P4 tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan P1. Rata-rata nilai nitrat hari ke-0 setelah diberi perlakuan berkisar antara 13,23-15,77 mg.L<sup>-1</sup> dan mengalami penurunan pada hari ke-7 menjadi berkisar 3,40-10,35 mg.L<sup>-1</sup>.

Penurunan nilai nitrat sejalan dengan penambahan konsentrasi Agrobost yang diberikan. Hal ini diduga terjadi karena Agrobost mengandung bakteri *Azotobacter* sp. yang berfungsi merubah nitrogen (N<sub>2</sub>) menjadi nitrat (NH<sub>3</sub>). Nitrat kemudian akan dimanfaatkan kembali oleh mikroalga sebagai makronutrien. Sejalan dengan hasil penelitian Angelia (2018), semakin besar penurunan kandungan nitrat pada limbah cair sawit menandakan kelimpahan sel mikroalga *Chlorella* sp. yang dihasilkan akan semakin meningkat. Menurut Kabinawa dan Agustini, (2004), nitrat dalam air

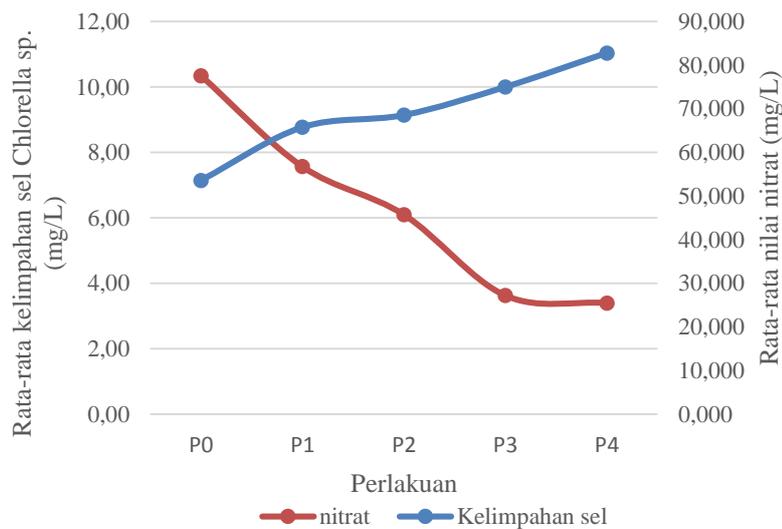
1. Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau  
 2. Dosen Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau  
 JOM FAPERTA Vol.7 Edisi 2 Juli s/d Desember 2020

limbah diperlukan oleh mikroalga sebagai makronutrien untuk sintesis protein, pembentukan klorofil, asam nukleat (DNA dan RNA) demikian juga dalam sintesis asam lemak tak jenuh seperti omega ( $\omega$ )-6. Makronutrisi ini dapat diserap langsung oleh mikroalga dalam bentuk nitrogen, nitrat maupun amonium ( $\text{NH}_4^+$ ).

Perbandingan nilai nitrat limbah cair sawit skala laboratorium dengan *scale up* pada konsentrasi Agrobost yang sama yaitu 4% (v/v) memperoleh hasil yang berbeda. Setelah dilakukan pengolahan hingga hari ke-7, nilai nitrat pada skala laboratorium sebesar  $2,00 \text{ mg.L}^{-1}$ , sedangkan pada penelitian *scale up* lebih tinggi yaitu  $7,57 \text{ mg.L}^{-1}$ . Data tersebut menunjukkan bahwa nilai nitrat pada *scale up* lebih tinggi dibandingkan pada skala laboratorium. Hal ini diduga terjadi karena perbedaan sumber bahan baku yang digunakan, nilai nitrat awal pada penelitian *scale up* sudah lebih tinggi daripada skala laboratorium. Nilai nitrat awal pada skala laboratorium sebesar  $7,45 \text{ mg.L}^{-1}$ , sedangkan pada *scale up* sebesar  $16,00 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Peningkatan jumlah kelimpahan sel ditandai dengan biomassa yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah biomassa yang dihasilkan, maka nilai nitrat akan semakin rendah karena dimanfaatkan sebagai nutrisi untuk menunjang pertumbuhan mikroalga. Peningkatan kelimpahan sel mikroalga *Chlorella* sp. dipengaruhi oleh ketersediaan substrat yang dibutuhkan untuk proses metabolisme. Substrat yang dibutuhkan mikroalga dihasilkan dari aktivitas mikroorganisme dekomposer yang mengurai bahan organik menjadi anorganik. Hasil pengukuran kandungan nitrat terendah terdapat pada perlakuan P4 dengan konsentrasi Agrobost 16% (v/v) di dalam 6000 ml limbah cair sawit dan mikroalga *Chlorella* sp. Hal ini sejalan dengan pertumbuhan sel mikroalga *Chlorella* sp. paling pesat jika dibanding dengan perlakuan lainnya.

Penurunan nitrat yang terkandung di dalam limbah cair sawit berkaitan dengan kelimpahan sel mikroalga *Chlorella* sp. Hubungan antara kelimpahan sel mikroalga *Chlorella* sp. dan nilai nitrat dapat dilihat pada gambar 1.



Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah biomassa yang dihasilkan berbanding terbalik dengan nilai nitrat yang terkandung di dalam limbah cair kelapa sawit pada hari ke-7. Peningkatan jumlah kelimpahan sel ditandai dengan biomassa yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah biomassa yang dihasilkan, maka nilai nitrat akan semakin rendah. Penurunan nilai nitrat diduga terjadi karena adanya pemanfaatan nitrat sebagai nutrisi bagi pertumbuhan mikroalga. Menurut Hadiyanto dan Azim (2012), limbah cair sawit mengandung unsur hara berbentuk kompleks sebagai sumber nutrisi yang dibutuhkan mikroalga untuk mendukung pertumbuhannya. Bakteri dekomposer akan mengoksidasi senyawa organik menjadi anorganik yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh mikroalga *Chlorella* sp. untuk perkembangan selnya sehingga kelimpahan sel mikroalga akan semakin meningkat.

### Fosfat

Fosfat merupakan mikronutrien yang sangat penting dalam pertukaran energi dari organisme, sehingga fosfat berfungsi sebagai faktor pembatas bagi pertumbuhan organisme. Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan (Amelia *et al.*, 2014). Fosfor merupakan salah satu elemen utama yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroalga secara normal. Senyawa fosfat ( $PO_4$ ) sebagai senyawa makro bermanfaat bagi mikroalga untuk pertumbuhan sel, untuk transformasi energi pada proses fotosintesis dan pembentukan klorofil (Kabinawa dan Agustini, 2004). Hasil sidik ragam analisis fosfat menunjukkan bahwa variasi penambahan Agrobost memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kandungan nilai fosfat limbah cair kelapa sawit (Lampiran 16). Nilai rata-rata kadar fosfat limbah cair kelapa sawit pada hari ke-0, 1, 3, 5 dan 7 dapat dilihat pada Tabel 2.

Perlakuan	Fosfat				
	Hari ke-0	Hari ke-1	Hari ke-3	Hari ke-5	Hari ke-7
P0	19,5 <sup>c</sup>	19,0 <sup>c</sup>	16,4 <sup>d</sup>	13,1 <sup>d</sup>	11,3 <sup>c</sup>
P1	18,4 <sup>b</sup>	17,7 <sup>b</sup>	15,1 <sup>c</sup>	11,7 <sup>c</sup>	9,6 <sup>b</sup>
P2	18,2 <sup>b</sup>	17,4 <sup>b</sup>	14,5 <sup>b</sup>	10,7 <sup>bc</sup>	8,8 <sup>ab</sup>
P3	17,5 <sup>a</sup>	16,7 <sup>a</sup>	13,4 <sup>a</sup>	10,1 <sup>ab</sup>	8,3 <sup>ab</sup>
P4	17,2 <sup>a</sup>	16,4 <sup>a</sup>	12,9 <sup>a</sup>	9,6 <sup>a</sup>	8,1 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama, menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

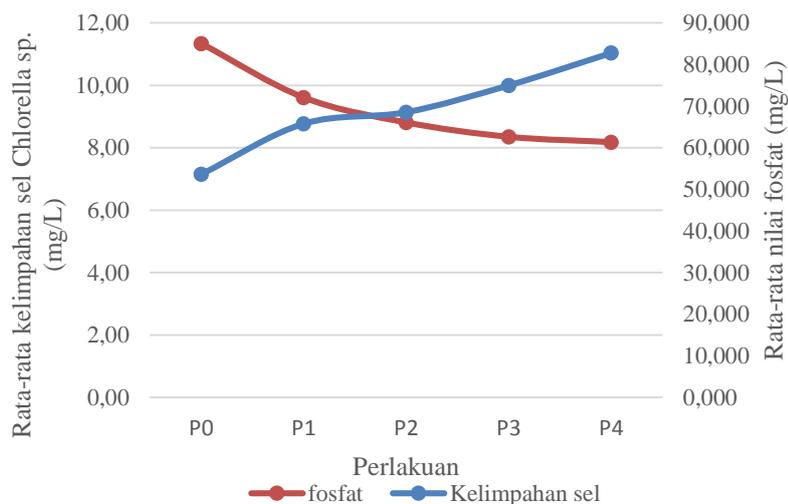
Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai fosfat dari hari ke-0 dan hari ke-1 perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, P3 dan P4. Nilai fosfat hari ke-3 pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, P3 dan P4 tetapi perlakuan P3 berbeda tidak nyata dengan perlakuan P4. Nilai fosfat hari ke-5 dan hari ke-7 menunjukkan bahwa P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, P3 dan P4. Rata-rata nilai fosfat hari ke-0 setelah diberi perlakuan berkisar antara 17,27-19,53 mg.L<sup>-1</sup> dan mengalami penurunan pada hari ke-7 menjadi berkisar 8,18-11,34 mg.L<sup>-1</sup>.

Tabel 11 menunjukkan bahwa penurunan nilai fosfat berkaitan dengan peningkatan konsentrasi Agrobost yang ditambahkan. Peningkatan konsentrasi penambahan Agrobost sejalan dengan biomassa yang dihasilkan, sedangkan nilai fosfat yang terkandung akan semakin rendah. Hal ini diduga terjadi karena mikroalga mampu bersimbiosis dengan mikroba pelarut P yang akan

mengurai fosfat kemudian dimanfaatkan oleh mikroalga untuk mendukung pertumbuhan selnya. Menurut Ilham *et al* (2014), mikroba pelarut P akan melakukan mekanisme pelarutan fosfat dengan mengekskresikan sejumlah asam organik berbobot molekul rendah.

Perbandingan nilai fosfat limbah cair pabrik kelapa sawit skala laboratorium dengan *scale up* pada konsentrasi Agrobost yang sama yaitu 4% (v/v) memperoleh hasil yang berbeda. Hasil analisis nilai fosfat setelah dilakukan pengolahan hingga hari ke-7 pada skala laboratorium yaitu sebesar 10,06 mg.L<sup>-1</sup>, sedangkan pada penelitian *scale up* hanya 9,61 mg.L<sup>-1</sup>. Data tersebut menunjukkan bahwa nilai fosfat pada *scale up* lebih rendah dibandingkan pada skala laboratorium. Hal ini diduga terjadi karena perbedaan karakteristik bahan baku yang digunakan dimana nilai fosfat awal pada skala laboratorium lebih tinggi daripada *scale up*. Nilai fosfat awal pada skala laboratorium sebesar 24,09 mg.L<sup>-1</sup>, sedangkan pada *scale up* hanya 21,02 mg.L<sup>-1</sup>.

Penurunan fosfat yang terkandung di dalam limbah cair sawit berkaitan dengan kelimpahan sel mikroalga *Chlorella* sp. Hubungan antara kelimpahan sel mikroalga *Chlorella* sp. dan nilai fosfat dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 2. Grafik hubungan kelimpahan sel mikroalga dan fosfat pada hari ke-7

Gambar 2 menunjukkan bahwa peningkatan kelimpahan sel *Chlorella* sp. berbanding terbalik dengan nilai fosfat yang terkandung di dalam limbah cair kelapa sawit pada hari ke-7. Penurunan nilai fosfat berkaitan dengan laju pertumbuhan sel mikroalga. Menurut Kabinawa dan Agustini (2004), senyawa fosfat ( $PO_4$ ) sebagai senyawa makro bermanfaat bagi mikroalga untuk pertumbuhan sel, untuk transformasi energi pada proses fotosintesis dan pembentukan klorofil. Senyawa fosfat sendiri merupakan bagian dari unsur fosfor. Menurut Hadiyanto dan Azim (2012), fosfor akan dimanfaatkan oleh mikroalga untuk memproduksi phospholipid, ATP dan asam nukleat. Mikroalga akan mengasimilasi fosfor sebagai ortho fosfor anorganik, baik dalam bentuk  $H_2PO_4$  atau  $HPO_4^{2-}$ . Fosfor organik tersebut diubah menjadi ortho fosfor lewat proses fotosintesis pada permukaan sel dan hal ini terjadi ketika ortho fosfor berada dalam jumlah yang sedikit.

Penurunan nilai fosfat menandakan bahwa mikroalga *Chlorella* sp. telah memanfaatkan fosfat yang terkandung di dalam limbah cair sawit sebagai nutrisi untuk menunjang pertumbuhan sel. Proses pemanfaatan nutrisi oleh mikroalga ini akan membuat kandungan fosfat semakin menurun. Penurunan kandungan fosfat pada limbah cair kelapa sawit semakin besar seiring dengan peningkatan konsentrasi Agrobost. Hasanudin (2003) berpendapat bahwa bakteri pelarut fosfat melepaskan senyawa organik yang mampu membuat kation-kation pengikat P menjadi tidak aktif karena berikatan dengan senyawa organik yang dilepaskan oleh bakteri.

## KESIMPULAN

Penambahan konsentrasi bakteri pengurai Agrobost yang bersimbiosis dengan mikroalga *Chlorella* sp. di dalam 6000 ml limbah cair kelapa sawit pada peningkatan skala percobaan (*scale up experiment*) berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap nilai nitrat dan fosfat yang telah memenuhi baku mutu limbah cair sesuai dengan

1. Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau
2. Dosen Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahuat. 2005. Annual Report of POM PT Pinago Utama. Sugiwaras Sekayu Palembang.
- Angelia. 2018. Pemanfaatan Simbiosis Mikroalga *Chlorella* sp. dengan Variasi Penambahan Agrobost untuk Menurunkan Kadar Pencemaran Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. Skripsi. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2016. Jakarta.
- Habibah, E. Z. 2011. Potensi pemanfaatan *Chlorella pyrenoidosa* dalam Pengelolaan Limbah Cair Kelapa Sawit. Thesis. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Hadiyanto dan M. Azim. 2012. Mikroalga Sumber Pangan dan Energi Masa Depan. UNDIP Press. Semarang.
- Hasanudin. 2003. Peningkatan ketersediaan dan serapan n dan p serta hasil tanaman jagung melalui inokulasi mikoriza, azotobacter dan bahan organik pada ultisol. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 5(2): 83-89.
- Ilham, I. B. G. D., I. G. M. O. Nurjaya dan R. Kawuri. 2014. Isolasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat potensial pada tanah konvensional dan tanah organik. *Jurnal Simbiosis*. 2(1): 173-183.
- Ismiyati. 2013. Kajian model kinetika sebagai parameter dalam penggandaan skala (*scale up*) produksi natrium lignosulfonat berbasis lignin isolat. *Konversi*. 2(2).
- Kabinawa, I. N. K dan W. S. Agustini. 2004. Aplikasi *Chlorella pyrenoidosa* Strain Lokal (ink) dalam Penanggulangan Limbah Cair Agroindustri. Puslit-Bioteknologi-LIPI. Bogor.
- Retnowati, Y., W. D. Uno dan S. H. E. Putri. 2015. Potensi Penghasilan Hormon IAA oleh Mikroba Endofit Akar Tanaman Jagung (*Zea mays*). Fakultas Matematika dan IPA. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Yolanda Y. 2016. Pemanfaatan limbah cair biogas sawit untuk reproduksi mikroalga *Chlorella* sp. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru.