

PEMANFAATAN SIMBIOSIS MIKROALGA *Chlorella* sp. DENGAN VARIASI PENAMBAHAN AGROBOST UNTUK MENURUNKAN KADAR PENCEMARAN PABRIK KELAPA SAWIT

UTILIZATION OF MICROALGAE (*Chlorella* sp.) SYMBIOSIS WITH VARIATION OF AGROBOST ADDITION TO DECREASE POLLUTION LEVEL OF PALM OIL MILL EFFLUENT

Angelia¹, Fajar Restuhadi², Yelmira Zalfiatri²

¹Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

Email korespondensi: angeliazp@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this research was to get the best of microalgae (*Chlorella* sp.) symbiosis with variation of Agrobost to decreasing pollution level of palm oil mill effluent (POME) according to standard quality. This research used a completely randomized design (CRD) with 5 treatments and 3 replications. The treatments in this addition was microalgae *Chlorella* sp. as much 800 ml/L (Abundance of cells $6,3 \times 10^6$ cell/ml) of POME with some variations concentrations of Agrobost (0%, 1%, 2%, 3%, and 4%). The data obtained were analyzed statistically using ANOVA and DNMRD at 5% level. The result showed that the addition of Agrobost had significant affect for DO, Nitrate, and Phosphate. The treatment chosen from the result of this research was the P4 treatment showed the highest level of reduction which had the value of Phosphate of 61,05%, Nitrate of 77,63%, and increases in the DO of 564,49%.

Keywords: Palm oil mill effluent, microalgae *Chlorella* sp., Agrobost.

PENDAHULUAN

Provinsi Riau merupakan provinsi yang memiliki areal perkebunan kelapa sawit terluas di Indonesia. Berdasarkan data statistik perkebunan Indonesia, pada tahun 2015 luas areal perkebunan kelapa sawit di Riau mencapai 2,38 juta hektar atau 21,30 persen dari total luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Laju pertumbuhan areal perkebunan kelapa sawit juga ditandai dengan besarnya produksi *crude palm oil* (CPO) di Provinsi Riau yaitu sebesar 8,06 juta ton atau

sekitar 25,94 persen dari total produksi Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2016).

Produksi *crude palm oil* (CPO) yang tinggi menghasilkan limbah yang berdampak negatif bagi lingkungan. Proses produksi satu ton minyak kelapa sawit menghasilkan 2,5 ton limbah cair atau setara dengan 60% kapasitas olah pabrik, yaitu berupa limbah organik berasal dari air kondensat rebusan, air *drab* klarifikasi, dan air hidrosiklon (Ahuat, 2005). Oleh karena itu, produksi minyak kelapa sawit sebesar 8,06 juta ton diperkirakan

1. Mahasiswa Teknologi Pertanian
2. Dosen Mahasiswa Teknologi Pertanian

akan menghasilkan limbah cair sebanyak 20,15 juta ton.

Limbah cair kelapa sawit memiliki kandungan *biochemical oxygen demand* (BOD) rata-rata berkisar antara 20.000-40.000 mg/L, *chemical oxygen demand* (COD) 25.000-50.000 mg/L, dan *total suspended solid* (TSS) 2.000-5.000 mg/L (Rahardjo, 2008). Kandungan BOD, COD, dan TSS yang tinggi telah jauh melebihi ambang batas yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup melalui Peraturan Nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi kegiatan industri. Kandungan maksimum BOD, COD, dan TSS yang diizinkan berturut-turut adalah 100 mg/L, 350 mg/L, dan 250 mg/L.

Pengolahan limbah cair dapat dilakukan dengan tiga cara yakni pengolahan secara fisik, kimia, dan biologi. Salah satu teknologi pengolahan limbah yang ramah lingkungan dan memiliki nilai manfaat adalah pengolahan limbah secara biologis. Sistem pengolahan limbah secara biologis masih dianggap cara yang paling murah apabila dibandingkan dengan cara kimia mengingat harga bahan kimia relatif mahal dan volume air limbah cair sawit yang cukup banyak. Salah satu alternatif adalah penggunaan mikroalga *Chlorella* sp. untuk mengurangi polutan yang ada dalam limbah cair sawit.

Mikroalga *Chlorella* sp. merupakan bakteri fotosintetik yang banyak dimanfaatkan dalam pengolahan limbah cair. Mikroalga *Chlorella* sp. dapat bersimbiosis dengan bakteri pengurai untuk mempercepat proses metabolisme. Habibah (2011) telah melakukan penelitian tentang potensi

pemanfaatan alga *Chlorella pyrenoidosa* dalam pengelolaan limbah cair kelapa sawit dengan perlakuan terbaik yaitu penambahan alga sebanyak 800 ml dalam 1 liter limbah dengan dua kali pengenceran limbah dengan efisiensi penurunan BOD=94,75%, COD= 89,48% TSS= 88,02%, dan Amoniak= 74,04% dalam waktu 9 hari. Lamanya waktu penguraian dikarenakan tidak adanya bakteri pengurai dalam proses penguraiannya.

Agrobost merupakan pupuk organik yang mengandung beberapa bakteri pengurai. Menurut Kementerian Pertanian (2015), Agrobost mengandung *Pseudomonas* sp. Bakteri *Pseudomonas* sp. dapat dimanfaatkan untuk menguraikan limbah cair sawit dengan proses perombakan menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Beberapa penelitian telah menggunakan variasi penambahan bakteri pengurai dalam menurunkan kadar pencemaran limbah cair pabrik kelapa sawit seperti *Bacillus* sp. (Prasetyowati, 2017), B-DECO₃ (Maulana, 2017), dan EM4 (Robbanatun, 2017) dengan perlakuan penambahan bakteri pengurai yang berbeda. Selama ini, bakteri Agrobost juga belum pernah diaplikasikan ke dalam pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit. Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul Pemanfaatan Simbiosis Mikroalga *Chlorella* sp. dengan Variasi Penambahan Agrobost untuk Menurunkan Kadar Pencemaran Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan variasi penambahan

1. Mahasiswa Teknologi Pertanian
2. Dosen Mahasiswa Teknologi Pertanian

Agrobost terbaik yang bersimbiosis dengan mikroalga *Chlorella* sp. dalam menurunkan kadar pencemaran limbah cair pabrik kelapa sawit berdasarkan jumlah kelimpahan sel mikroalga.

METODOLOGI

Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau, Pusat Penelitian Alga (*Algae Research Centre*) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Laboratorium Kimia Laut Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau dan Laboratorium Unit Pelaksanaan Teknis Pengujian Material Dinas Bina Marga Pekanbaru. Penelitian berlangsung selama enam bulan dari bulan April sampai September 2018.

Bahan dan Alat

Bahan yang akan digunakan adalah limbah cair pabrik kelapa sawit diperoleh dari pabrik kelapa sawit PTPN V Sei Pagar, Agrobost diperoleh dari PT SMS Indoputra, kultur mikroalga *Chlorella* sp. diperoleh dari koleksi Prof. Dr. Ir. H. Tengku Dahril, M.Sc., alkohol 96%, akuades, *seed* BOD, $K_2Cr_2O_7$, kalium bikromat, pereaksi asam sulfat, larutan fisiologis, ammonium sulfat, indikator feroin, indikator fenoltalin, H_2SO_4 , *digestion*

solution, larutan *ferro ammonium sulfat* (FAS) dan larutan nutrien.

Alat yang digunakan adalah jerigen, aerator, selang, kompor, aquarium, 15 toples plastik ukuran 2 liter, DO meter, gelas piala, gelas ukur, spektrofotometer, pipet tetes, pipet volume, labu ukur, dan *erlenmeyer*,

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari lima perlakuan dan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Faktor penambahan mengacu pada Maulana (2017) hanya pada penambahan Agrobost yang berubah sesuai perlakuan, sedangkan mikroalga *Chlorella* sp. dan limbah cair sawit dibuat tetap. Berikut perlakuan mikroorganisme Agrobost:

P0 = Tanpa Agrobost

P1 = Agrobost 1 % (v/v)

P2 = Agrobost 2 % (v/v)

P3 = Agrobost 3 % (v/v)

P4 = Agrobost 4 % (v/v)

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan model rancangan acak lengkap (RAL). Data hasil penelitian yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan sidik ragam *analysis of variance* (ANOVA), apabila didapatkan data $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Model matematis rancangan acak lengkap adalah sebagai berikut :

-
1. Mahasiswa Teknologi Pertanian
 2. Dosen Mahasiswa Teknologi Pertanian

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \sum_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} : Nilai pengamatan perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

μ : Rata-rata nilai dari seluruh perlakuan

τ_i : Pengaruh perlakuan ke- i

\sum_{ij} : Pengaruh galat perlakuan ke- i dan ulangan ke- j

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dissolved oxygen (DO)

Oksigen terlarut adalah oksigen yang tersedia dalam air yang berasal dari difusi udara atau perpindahan udara dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah dan hasil fotosintesis organisme

berklorofil yang hidup dalam suatu perairan. kecukupan oksigen di dalam ekosistem air sangat penting untuk mendukung kehidupan organisme di dalam air itu sendiri. Kandungan oksigen terlarut yang rendah akan membahayakan lingkungan perairan, karena mengganggu proses pernafasan pada pertumbuhan organisme yang hidup di air. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa variasi penambahan Agrobost berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai DO limbah cair pabrik kelapa sawit. Rata-rata nilai DO hari ke-0 hingga hari ke-7 pada tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata nilai DO limbah cair kelapa sawit hari ke-0 hingga hari ke-7

Perlakuan	DO (mg/L) Hari ke-0 hingga Hari ke-7							
	0	1	2	3	4	5	6	7
P0	0,96	1,26 ^a	1,91 ^a	2,40 ^a	2,75 ^a	3,25 ^a	3,27 ^a	3,33 ^a
P1	0,98	1,93 ^b	2,53 ^b	3,25 ^b	3,64 ^b	3,83 ^b	3,90 ^b	4,03 ^b
P2	0,99	2,35 ^{bc}	3,04 ^c	3,53 ^c	4,15 ^c	5,00 ^c	5,57 ^c	6,03 ^c
P3	0,99	2,85 ^c	3,36 ^d	3,63 ^d	4,69 ^d	5,48 ^d	5,92 ^d	6,51 ^d
P4	1,07	2,67 ^c	3,59 ^e	3,74 ^e	5,64 ^e	5,76 ^e	6,50 ^e	7,11 ^e

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

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai DO limbah cair pabrik kelapa sawit yang dihasilkan pada hari ke-0 tidak signifikan. Nilai DO hari ke-0 setelah ditambahkan perlakuan berkisar pada 0,96–1,07 mg/L. Nilai DO pada hari ke-1 menunjukkan bahwa perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, P3, dan P4. Sedangkan pada perlakuan P1 berbeda tidak nyata dengan perlakuan P2, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan P0, P3, dan P4. Nilai DO pada perlakuan P2 berbeda nyata dengan perlakuan P0, tetapi

berbeda tidak nyata dengan perlakuan P1, P3, dan P4.

Berdasarkan Tabel 1, dapat dijelaskan bahwa nilai DO pada hari ke-2 hingga hari ke-7 memiliki hasil yang signifikan. Nilai DO pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, P3, dan P4. Pada hari ke-7 terjadi kenaikan nilai DO yaitu berkisar 3,33–7,11 mg/L. Nilai analisis DO yang paling tinggi terdapat pada perlakuan P4 dengan penambahan Agrobost 4% (v/v) yaitu sebesar 7,11 mg/L, sedangkan yang paling rendah

1. Mahasiswa Teknologi Pertanian
2. Dosen Mahasiswa Teknologi Pertanian

pada perlakuan tanpa penambahan Agrobost yaitu sebesar 3,33 mg/L. Meningkatnya jumlah oksigen yang terlarut di dalam air diduga terjadi karena proses fotosintesis oleh mikroalga. Menurut Zulfarina *et al.* (2013), sumber utama oksigen terlarut di dalam air berasal dari adanya kontak antara permukaan air dengan udara dan juga dari proses fotosintesis. Oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut, dengan kadar bervariasi yang dipengaruhi oleh suhu, salinitas dan tekanan atmosfer. Selain diperlukan untuk kelangsungan hidup oksigen juga diperlukan dalam proses dekomposisi senyawa-senyawa organik menjadi senyawa anorganik.

Nitrat

Nitrat adalah nutrisi utama bagi pertumbuhan mikroalga. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan

bersifat stabil. Nitrat dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen dan amonia di perairan. Sumber utama nitrat berasal dari erosi tanah, limpasan dari daratan termasuk pupuk dan limbah (Kirchman, 2000). Kadar nitrat yang berlebihan pada perairan juga dapat mengakumulasi pertumbuhan ganggang yang tidak terbatas, sehingga akan menghalangi penetrasi cahaya ke dalam perairan yang akan memberi pengaruh terhadap organisme di perairan.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa variasi penambahan Agrobost memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan nilai nitrat limbah cair kelapa sawit. Nilai rata-rata nitrat limbah cair kelapa sawit pada hari ke-0 dan hari ke-7 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata nilai Nitrat limbah cair kelapa sawit hari ke-0 dan hari ke-7

Perlakuan	Nitrat (mg/L)	
	Hari ke-0	Hari ke-7
P0	7,56 ^a	5,27 ^e
P1	8,03 ^b	4,65 ^d
P2	8,13 ^b	3,76 ^c
P3	8,43 ^c	2,92 ^b
P4	8,93 ^d	2,00 ^a

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

Tabel 2 menunjukkan bahwa konsentrasi pemberian mikroalga *Chlorella* sp. dengan variasi penambahan Agrobost mampu menurunkan kandungan nitrat yang terdapat pada limbah cair kelapa sawit. Nilai nitrat hari ke-0 setelah ditambahkan perlakuan berkisar antara 7,56-8,93 mg/L. Pada hari ke-7 terjadi penurunan nilai nitrat yaitu berkisar 5,27-2,00 mg/L. Nilai nitrat

pada hari ke-0 menunjukkan hasil yang signifikan. Nilai nitrat pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, P3, dan P4. Sedangkan pada perlakuan P1 berbeda tidak nyata dengan perlakuan P3, tetapi perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan P0, P3, dan P4. Pada hari ke-7 menunjukkan bahwa pada nilai nitrat pada perlakuan P0 berbeda nyata

1. Mahasiswa Teknologi Pertanian
2. Dosen Mahasiswa Teknologi Pertanian

dengan perlakuan P1, P2, P3, dan P4. Berdasarkan tabel, dapat dijelaskan bahwa nilai analisis nitrat yang paling tinggi pada hari ke-7 terdapat pada perlakuan tanpa penambahan Agrobost yaitu sebesar 5,72 mg/L, sedangkan yang paling rendah pada perlakuan konsentrasi Agrobost 4% (v/v) yaitu sebesar 2,00 mg/L.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada hari ke-0 kadar nitrat cenderung meningkat dari yang awalnya 7,45 mg/L menjadi 7,56 mg/L hingga 8,93 mg/L. Peningkatan kandungan nitrat ini dikarenakan pada Agrobost terdapat bakteri *Azotobacter* sp. yang berfungsi merubah nitrogen (N_2) menjadi nitrat (NH_3). *Azotobacter* sp. termasuk bakteri yang dapat menambat nitrogen dalam jumlah yang cukup besar. Menurut Whedastri (2002), pada medium yang sesuai, *Azotobacter* sp. mampu mengikat 10-20 mg nitrogen/g gula. Hal inilah yang membuat nilai nitrat hari ke-0 saat pengujian pada perlakuan P4 lebih tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Peningkatan kandungan nitrat ini juga dikarenakan peran mikroalga dalam memanfaatkan nitrat pada limbah cair sawit belum maksimal, karena mikroalga pada hari ke-0 masih mengalami fase adaptasi. Menurut Wulan (2016), sel *Chlorella* sp. memerlukan waktu adaptasi dengan kondisi lingkungan yang baru dan kemudian berkembangbiak sesuai dengan kondisi lingkungan tersebut.

Kadar nitrat limbah cair sawit pada hari ke-7 menurun bila dibandingkan dengan hari ke-0. Semakin banyak variasi penambahan bahan pendegradasi Agrobost maka

nilai nitrat akan semakin menurun. Kandungan nitrat yang dihasilkan setelah dilakukan penambahan bahan pendegradasi Agrobost pada tiap perlakuan yaitu berkisar antara 2,00 mg/L hingga 5,27 mg/L. Hasil ini berbanding terbalik dengan kandungan nitrat pada hari ke-0, hal ini terjadi karena pada hari ke-7 mikroalga memasuki fase eksponensial (fase puncak), ditandai dengan kelimpahan mikroalga *Chlorella* sp semakin meningkat. Sesuai dengan pernyataan Wulan (2016), pada hari ke-6 hingga hari ke-7 diperkirakan periode ini memasuki fase eksponensial (fase puncak), dimana perkembangan sel *Chlorella* sp. mengalami pertumbuhan puncak.

Fosfat

Fosfat (PO_4) merupakan unsur yang sangat esensial sebagai bahan nutrisi bagi berbagai organisme akuatik. Fosfat merupakan unsur hara yang sangat penting dalam pertukaran energi dari organisme yang sangat dibutuhkan dalam jumlah sedikit (mikronutrien), sehingga fosfat berfungsi sebagai faktor pembatas bagi pertumbuhan organisme.

Hasil sidik ragam analisis fosfat menunjukkan bahwa variasi penambahan Agrobost memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan nilai fosfat limbah cair kelapa sawit. Nilai rata-rata kadar fosfat limbah cair kelapa sawit pada hari ke-0 dan hari ke-7 dapat dilihat pada tabel 3.

-
1. Mahasiswa Teknologi Pertanian
 2. Dosen Mahasiswa Teknologi Pertanian

Tabel 3. Rata-rata kadar fosfat limbah cair kelapa sawit hari ke-0 dan hari ke-7

Perlakuan	fosfat(mg/L)	
	Hari ke-0	Hari ke-7
P0 = Tanpa Agrobost	24,39 ^a	15,62 ^c
P1 = Agrobost 1% v/v	24,64 ^a	14,45 ^c
P2 = Agrobost 2% v/v	25,03 ^b	14,57 ^c
P3 = Agrobost 3% v/v	25,72 ^b	12,49 ^b
P4 = Agrobost 4% v/v	25,83 ^c	10,06 ^a

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

Tabel 3 menunjukkan bahwa konsentrasi pemberian mikroalga *Chlorella* sp. dengan variasi penambahan Agrobost mampu menurunkan kandungan fosfat yang terdapat pada limbah cair kelapa sawit. Nilai fosfat hari ke-0 setelah ditambahkan perlakuan berkisar 24,39–25,83 mg/L. Pada hari ke-7 terjadi penurunan nilai fosfat yaitu berkisar 10,05–15,62 mg/L. Nilai fosfat pada hari ke-0 menunjukkan hasil yang signifikan. Nilai fosfat pada perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P2, P3, dan P4, tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan P2. Sedangkan pada perlakuan P2 berbeda tidak nyata dengan perlakuan P3, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan P0, P1, dan P4. Pada hari ke-7 hasil analisis menunjukkan bahwa nilai fosfat pada perlakuan P0 berbeda tidak nyata dengan perlakuan P1, dan P2, sedangkan perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P3, dan P4. Nilai analisis fosfat yang paling tinggi terdapat pada perlakuan tanpa penambahan Agrobost yaitu sebesar 15,62 mg/L, sedangkan yang paling rendah pada perlakuan konsentrasi Agrobost 4% (v/v) yaitu sebesar 10,05 mg/L.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada hari ke-0 kadar fosfat cenderung meningkat dari yang

awalnya 24,09 mg/L menjadi 24,39 mg/L hingga 25,83 mg/L pada tiap perlakuan. Sedangkan kandungan fosfat pada hari ke-7 semakin menurun seiring dengan banyaknya penambahan bahan pendegradasi pada tiap perlakuan. Seperti halnya yang terjadi pada kandungan nitrat, pada hari ke-0 mikroalga *Chlorella* sp. masih dalam fase adaptasi, sehingga pemanfaatan fosfat yang telah diurai mikroorganisme dekomposer belum dimanfaatkan secara maksimum. Fase adaptasi pada mikroalga *Chlorella* sp. membuat kandungan fosfat pada hari ke-0 semakin meningkat seiring dengan banyaknya penambahan Agrobost pada tiap perlakuan. Kadar fosfat limbah cair sawit mengalami penurunan pada hari ke-7 dibandingkan dengan hari ke-0. Menurut Wulan (2016), sel *Chlorella* sp. memerlukan waktu adaptasi dengan kondisi lingkungan yang baru, kemudian dapat bermetabolisme sesuai dengan kondisi lingkungan tersebut

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Mahasiswa Teknologi Pertanian
2. Dosen Mahasiswa Teknologi Pertanian

1. Simbiosis mikroalga *Chlorella* sp. dengan Agrobost memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai DO, Nitrat, dan Fosfat.
2. Perlakuan terpilih pada penelitian ini adalah perlakuan P4 dengan variasi penambahan Agrobost sebanyak 4% (v/v), menurunkan Nitrat sebesar 77,63%, Fosfat sebesar 61,06%, dan menaikkan nilai DO sebesar 564,49%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuat 2005. Annual Report of POM PT Pinago Utama. Sugiwaras Sekayu Palembang.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2016. BPS. Jakarta.
- Habibah, Z, E. 2011. Potensi Pemanfaatan Alga *Chlorella pyrenoidosa* dalam Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit. Tesis (Dipublikasikan). Universitas Riau. Pekanbaru.
- Kementrian Pertanian. 2015. Pupuk Terdaftar. Direktorat Pupuk dan Pestisida. Jakarta.
- Kirchman, D. L. 2000. Microbial Ecology of Marine Science. Edisi Kedua. Boca Raton. CRC Press Inc.
- Maulana, T. 2017. Pemanfaatan Simbiosis Mikroalga *Chlorella* Sp. dan B-DECO₃ dalam Menurunkan Nilai Pencemaran Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Prasetyowati, R. 2017. Pemanfaatan Simbiosis Bakteri *Bacillus* Sp. dan Mikroalga *Chlorella* Sp. dalam Menurunkan Nilai Pencemaran Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Prayitno, J. 2016. Pola pertumbuhan dan pemanenan biomassa dalam fotobioreaktor mikroalga untuk penangkapan karbon. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 17(1) : 45-52.
- Rahardjo, P. N. 2008. Pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit dengan bioreaktor anaerobik biakan melekat dalam skala laboratorium pengamatan pengurangan BOD, COD dan TSS dengan variabel waktu tinggal. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Edisi Khusus: 49-57.
- Retnowati, Y., W.D. Uno, dan S.H.E. Putri. 2015. Potensi penghasil hormon IAA oleh mikroba endofit akar tanaman jagung (*Zea Mays*). Fakultas Matematika dan IPA. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Robbanatun. 2017. Simbiosis Mutualisme EM₄ dan Mikroalga (*Chlorella* Sp) dalam Menurunkan Polutan Limbah Cair Kelapa Sawit. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Wedhastri, S. 2002. Isolasi dan seleksi *Azotobacter* spp. penghasil faktor tumbuh dan penambat nitrogen dari tanah

-
1. Mahasiswa Teknologi Pertanian
 2. Dosen Mahasiswa Teknologi Pertanian

- masam. *Jurnal Tanah
Lingkugan*. 3(1): 45-51.
- Wulan, P. S. 2016. Pemanfaatan
Limbah Cair Biogas dari
Pabrik Kelapa Sawit untuk
Produksi Mikroalga *Chlorella*
Sp. Skripsi. Fakultas
Perikanan. Universitas Riau.
Pekanbaru.
- Zulfarina, I. Sayuti, dan H. T. Putri.
2013. Potential utilization of
algae *Chlorella pyrenoidosa*
for rubber waste
management. Prosiding
Semirata FMIPA Universitas
Lampung. 511-519.

-
1. Mahasiswa Teknologi Pertanian
 2. Dosen Mahasiswa Teknologi Pertanian