

**PEMANFAATAN SIMBIOSIS MIKROALGA *Chlorella sp* DAN EM4
UNTUK MENURUNKAN KADAR POLUTAN LIMBAH CAIR SAGU**

**UTILIZATION SYMBIOTIC OF MIKROALGAE *Chlorella sp* AND EM4
TO REDUCE LEVELS OF POLLUTANS SAGO LIQUID WASTE**

**Dewi Simatupang¹, Fajar Restuhadi², Tengku Dahril³, Program Studi
Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas
Pertanian, Universitas Riau, Kode Pos 28293, Indonesia
Dewisimatupang16@gmail.com**

ABSTRACT

The aimed of the research was to got the best combination of EM4 and *Chlorella sp* in reduced pollutant sago liquid waste. This research was used a Completely Randomized Design (CRD) non factorial with five treatments and three replications to obtain 15 experimentals unit. Formulation treatments were A0 (without addition EM4), A1(addition 5 ml EM4), A2 (additon 10 ml EM4), A3 (addition 15 ml EM4), A4 (addition 20 ml EM4). Data obtained was Analyzed Statistically Using Analysis of Variance (ANOVA). If F calculated equal to or greater than F table then proceed to test Duncan's Multiple New Range Test (DNMRT) at level 5%. The result showed that the addition of 20 ml EM4 effectively reduce levels of sago waste pollutant as much as 90,2% COD, 83% BOD, and 81% TSS. The other side pH was increase from 4,17 to 7,07.

Keywords: EM4, *Chlorella sp*, sago liquid waste, COD, BOD, TSS, pH.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil sagu terbanyak di dunia. Tanaman sagu (*Metroxylon sp*) merupakan salah satu sumber karbohidrat yang penting bagi kehidupan. Untuk mengolah tanaman sagu agar menghasilkan pati, diperlukan proses ekstraksi. Pada dasarnya proses ekstraksi pati adalah pemisahan pati dari empulur batang sagu dengan bantuan air. Dengan media air ini, pati sagu dapat dipisahkan dari seratnya. Akibatnya, air mengandung pati setelah proses

ekstraksi. Air limbah industri sagu mengandung bahan organik dalam jumlah besar. Kandungan bahan organik yang terdapat dalam air limbah industri sagu yaitu berupa pati, serat, lemak, dan protein. Adanya senyawa organik tersebut menyebabkan limbah cair industri sagu mengandung kadar polutan yang tinggi dan apabila dibuang keperairan tanpa pengolahan akan menyebabkan pencemaran. Menurut Singhal dkk., (2008) air limbah industri sagu memiliki rasio karbon, nitrogen, dan posfor yang sangat tinggi yaitu 105:0,12:1. Bahan organik yang cukup

1. Mahasiswa FAPERTA Universitas Riau

2. Dosen FAPERTA Universitas Riau

tinggi dalam air limbah akan mempengaruhi kebutuhan oksigen mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik tersebut.

Pencemaran air dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang bisa membahayakan kesehatan makhluk hidup. Mengolah dan mendaur ulang limbah memerlukan tambahan energi atau biaya yang tidak sedikit. Biaya tersebut tergantung dari beban pencemaran, hasil yang diharapkan dan teknologi pengolahan yang digunakan. Semakin tinggi kualitas pengolahan yang diharapkan dan semakin canggih teknologi dan peralatan yang dibutuhkan maka biaya yang dibutuhkan juga semakin tinggi.

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 pati sagu yang cukup banyak. Salah satu alternatif adalah penggunaan mikroalga *Chlorella sp* untuk mengurangi polutan yang ada dalam limbah cair pati sagu.

Mikroalga merupakan salah satu mikroorganisme fotosintetik yang dikembangkan selain bakteri dalam penanggulangan limbah cair saat ini. *Chlorella sp* dipilih sebagai sarana penanganan limbah cair karena alga ini dapat berkembangbiak dengan cepat pada kondisi tumbuhnya, mudah dalam membudidayakan, menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis, mengandung protein yang tinggi dengan komponen utama asam amino (Arifin, 2012). *Chlorella sp* tersedia dalam jumlah yang banyak

dan pemanfaatannya belum maksimal dan *Chlorella sp* juga tidak membutuhkan area yang luas jika dibandingkan tumbuhan lain yang juga dimanfaatkan sebagai fitoremediasi disebabkan ukurannya yang mikro.

Zikra (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%.

Penggunaan mikroalga dalam pengolahan limbah cair industri memiliki keuntungan yaitu prinsip proses pengolahannya berjalan alami seperti prinsip ekosistem alam sehingga sangat ramah lingkungan dan tidak menghasilkan limbah sekunder. Zikra (2011) melakukan penelitian selama sembilan hari maka untuk mempercepat proses pengolahan limbah dengan *Chlorella sp* akan ditambahkan bakteri yang dapat memfermentasi limbah organik secara tepat dan efektif serta ramah lingkungan. Salah satunya dengan menggunakan EM4.

EM4 bersifat fermentatif dan sintetik terdiri dari lima kelompok mikroorganisme yaitu, bakteri fotosintetik, jamur fermentasi, *Lactobacillus sp*, *Actinomycetes* dan ragi. EM4 lebih mampu mendegradasi senyawa-senyawa organik yang terdapat didalam limbah cair dan lebih cepat dari pada hanya menggunakan mikroorganisme alami yang terdapat didalam limbah cair tersebut. Degradasi ini akan melepaskan karbondioksida (CO₂) yang berguna bagi pertumbuhan

mikroalga. Karbondioksida (CO₂) selanjutnya digunakan mikroalga sebagai sumber karbon utama dan sintesis sel baru bila tersedia cahaya yang cukup dan melepaskan oksigen melalui mekanisme fotosintesis.

Muslimin (2013) telah melakukan penelitian tentang aplikasi EM4 (*effective microorganism*) dalam pengolahan limbah cair mocaf (*modified cassava flour*) dengan perlakuan terbaik yaitu penambahan 5 ml EM4 aktif kedalam satu liter limbah dengan efisiensi penurunan sebesar 88,25%.

Berdasarkan hal tersebut maka dimanfaatkan strain lokal alga *Chlorella sp* yang diaplikasikan pada limbah cair sagu yang difermentasi dengan EM4 untuk memperoleh kemungkinan yang terjadi pada skala laboratorium.

Dengan mempertimbangkan hal-hal di atas maka penulis melakukan penelitian dengan judul “**Pemanfaatan Simbiosis Mikroalga *Chlorella sp* dan EM4 untuk Menurunkan Kadar Polutan Limbah Cair Sagu**”.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi terbaik EM4 dan *Chlorella sp* dalam menurunkan kadar polutan limbah cair sagu.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau dan Laboratorium unit pelaksanaan teknis pengujian material Pekanbaru. Penelitian berlangsung selama 4 bulan, yaitu bulan September hingga Desember 2016.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroalga *Chlorella sp* yang diperoleh dari koleksi pribadi Prof. Dr. Ir. Tengku Dahril, M.Sc, limbah cair sagu yang diperoleh dari pabrik pengolahan sagu di kepulauan Meranti, EM4 pertanian, akuades, pupuk urea, pupuk TSP, K₂Cr₂O₇, kalium bikromat, larutan fisiologis, ammonium sulfat, indikator feroin dan larutan nessler.

Alat yang digunakan adalah toples-toples kaca sebagai bak perlakuan, jerigen limbah cair, aerator, selang, buret, *magnetic stirrer*, pH meter, *haemocytometer*, gelas piala, objek gelas, *cover glass*, kertas saring, pipet, oven, desikator, timbangan analitik, cawan petri, *aluminium foil*, *erlenmeyer*, *beaker glass*.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 3 kali ulangan sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Dengan perlakuan:

Ao : Mikroalga 800 ml dalam 1 L limbah tanpa penambahan EM4 (kontrol)

A1 : Mikroalga 800 ml dalam 1 L limbah ditambahkan EM4 5 ml

A2 : Mikroalga 800 ml dalam 1 L limbah ditambahkan EM4 10 ml

A3 : Mikroalga 800 ml dalam 1 L limbah ditambahkan EM4 15 ml

A4 : Mikroalga 800 ml dalam 1 L limbah ditambahkan EM4 20 ml

Pelaksanaan Penelitian

Perbanyakan Alga *Chlorella sp*

Perbanyakan *Chlorella sp* mengacu pada Hadinata (2013). Tahap pertama adalah sebanyak 500

ml bibit alga yang diperoleh dari koleksi pribadi Prof. Dr. Ir. Tengku Dahril, M.Sc ditambah dengan 4 L akuades dan dimasukkan kedalam wadah steril. Sebanyak 30 g pupuk urea dan 10 g pupuk TSP sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan alga. Bibit alga dipindahkan ke dalam botol aqua masing-masing sebanyak 1 L. Dibiarkan selama 7-10 hari dengan memperhatikan pencahayaan dan aerasi agar bibit alga dapat melakukan fotosintesis dan terus berkembangbiak.

Pengambilan Sampel Limbah

Limbah cair sagu akan diperoleh dari industri pengolahan sagu yang terdapat di Kepulauan Meranti milik pak Izam dimana limbah pengolahan sagu nya hanya menggunakan satu kolam dan setelah itu langsung dialirkan ke sungai. Limbah akan diambil satu hari sebelum melakukan penelitian dikarenakan lokasi pengambilan sampel dengan lokasi penelitian memiliki jarak yang jauh dan akan dibawa langsung ke Laboratorium menggunakan kendaraan roda empat (mobil). Pengambilan sampel limbah cair sagu dilakukan pada kolam penampung dengan menggunakan jerigen warna hitam (untuk menghindari cahaya masuk ke dalam limbah) di beberapa titik sampel secara acak. Jerigen dibersihkan bagian dalamnya dengan cara dibilas dengan menggunakan air limbah yang akan diambil. Kemudian limbah dimasukkan ke dalam jerigen secara perlahan-lahan dan hindari terjadinya turbulensi didalam jerigen. Selanjutnya limbah cair sagu dianalisis kadar BOD, COD, pH dan TSS sebagai D_0 .

Inokulasi Mikroalga ke dalam Limbah Cair Sagu

Inokulasi mikrolaga ke dalam sampel limbah cair sagu yaitu dengan cara menambahkan mikroalga sebanyak 800 ml dan EM4 sesuai perlakuan kedalam limbah cair. Kemudian dibiarkan selama 7 selama 7 hari (D_7). Dianalisis COD, BOD, pH dan TSS nya.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis Of Variance* (ANOVA). Apabila didapatkan data $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ maka dilakukan uji lanjut dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Karakteristik Limbah Cair Sagu

Karakteristik air limbah organik tinggi ditunjukkan dengan tingginya parameter COD dan BOD dalam air limbah tersebut. Limbah cair sagu yang terdapat di Kepulauan Meranti sebagian besar langsung dibuang ke perairan tanpa proses pengolahan. Padahal limbah ini memiliki karakteristik yang sangat berbahaya untuk lingkungan terlebih biota air. Karakteristik limbah cair sagu adalah zat-zat yang terkandung didalam limbah cair sagu tersebut, dalam hal ini kandungan yang berbahaya terhadap lingkungan. Sebelum limbah cair sagu diolah terlebih dahulu dianalisis kandungan polutannya dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar penurunan kadar polutan limbah cair sagu sebelum diolah dan setelah diolah dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3. Dari empat karakteristik yang telah di analisis

pH, COD, BOD, dan TSS dapat dilihat bahwa seluruh parameter masih jauh melebihi baku mutu limbah cair sagu yang telah

ditetapkan Kepmen LH No. KEP 51-/MENLH/10/1995.

Tabel 3. Karakteristik limbah cair sagu sebelum diolah

Parameter	Satuan	Nilai	Baku mutu (*)
pH	-	4,19	6,0-9,0
COD	Mg/L	2.924	300
BOD	Mg/L	820	150
TSS	Mg/L	422	100

Dari Tabel 3 dapat dilihat tinggi nya kandungan polutan limbah cair sagu sebelum diolah atau yang selama ini langsung dibuang ke perairan. Maka dari itulah sangat perlu dilakukan pengolahan limbah cair sagu secara biologis.

Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Peranan pH sangat penting bagi proses kimiawi di dalam larutan karena suasana larutan dapat mempengaruhi beberapa hal, misalnya aktivitas biologis dan mikrobiologis yang membutuhkan

rentang pH tertentu untuk mendapatkan hasil yang optimal. Salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan pH di dalam air adalah ketersediaan CO₂ terlarut dimana CO₂ di dalam air berasal dari atmosfer dan hasil respirasi dari mikroorganismenya. Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 4) dengan rasio penambahan EM4 yang berbeda-beda memberikan pengaruh nyata terhadap nilai pH setiap perlakuan yang dihasilkan. Rata-rata nilai pH limbah cair sagu setelah diuji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata nilai pH limbah cair sagu pada hari ke-7

Perlakuan	pH (H ₇)
A0 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 0 ml)	5,06 ^a
A1 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 5 ml)	5,07 ^a
A2 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 10 ml)	5,96 ^b
A3 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 15 ml)	6,43 ^c
A4 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 20 ml)	7,07 ^d

Ket : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa derajat keasaman (pH) pada perlakuan A0 dan A1 tidak berbeda nyata, sedangkan A2, A3 dan A4 berbeda nyata serta A0 dan A1 dengan A2, A3, A4 berbeda nyata. Derajat keasaman (pH) awal limbah

cair sagu sebelum di campur dengan mikroalga dan EM4 adalah 4,19. Rata-rata nilai pH akhir yang dihasilkan adalah 5,06-7,07. Derajat keasaman (pH) pada setiap perlakuan naik sejalan dengan tingginya jumlah penambahan EM4. Perlakuan A0

yaitu tanpa penambahan EM4 nilai pH juga semakin naik tetapi belum memenuhi baku mutu limbah cair sagu, hal ini membuktikan bahwa proses fotosintesis *Chlorella sp* dapat menaikkan nilai pH limbah sagu tetapi hanya sedikit.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Hartini (2016) dimana nilai pH semakin tinggi dengan hanya penambahan *Chlorella sp* 250 ml tanpa penambahan bakteri lain. Selain karena proses fotosintesis *Chlorella sp* kenaikan pH dibantu dengan adanya simbiosis antara EM4 dengan *Chlorella sp*, hal ini dapat dilihat dari data Tabel 4, dimana semakin banyak jumlah EM4 yang ditambah semakin tinggi nilai pH yang dihasilkan. Karena pada saat *Chlorella sp* berfotosintesis akan mensintesis sel baru dan juga menghasilkan oksigen yang kemudian akan digunakan mikroorganisme EM4 untuk mendegradasi senyawa organik limbah sagu, hal ini sesuai dengan pernyataan Prihantini (2005) yang menyatakan penyerapan CO₂ dan bikarbonat oleh mikroalga

menyebabkan penurunan konsentrasi CO₂ dan mengakibatkan peningkatan nilai pH. Kenaikan nilai pH juga disebabkan oleh karena adanya proses pengenceran dalam limbah, dimana pada saat mikroalga ditambahkan ke dalam limbah maka keasaman limbah akan berkurang karena mikroalga bersifat basa, sehingga secara otomatis nilai pH dari limbah akan semakin naik.

Kadar *Chemical Oxygen Demand*

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan banyaknya kandungan bahan organik yang dapat dioksidasi secara kimiawi baik yang bersifat biodegr adabel (dapat terdegradasi secara biologis) maupun non biodegradabel (tidak dapat terdegradasi secara biologis) di suatu perairan. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 5) dapat dilihat bahwa nilai COD dari setiap perlakuan yang telah dilakukan memiliki nilai yang berbeda-beda. Nilai COD berdasarkan uji DNMRT pada ta raf 5% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata nilai COD limbah cair sagu pada hari ke-7

Perlakuan	COD H ₀ (mg/L)	COD H ₇ (mg/L)
A0 (mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 0 ml)	1292,66	646,33 ^d
A1 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 5 ml)	1072,00	536,00 ^c
A2 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 10 ml)	941,32	470,66 ^c
A3 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 15 ml)	776,00	388,00 ^b
A4 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 20 ml)	577,32	288,66 ^a

Ket : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan A0, A1 dan A2, A3, A4 berbeda nyata sedangkan perlakuan A1 dan A2 tidak berbeda nyata. Nilai COD paling rendah terdapat pada perlakuan A4 yaitu 288,66 mg/L dimana angka ini sudah memenuhi

baku mutu limbah cair sagu menurut Kepmen LH No. KEP 51-/MENLH/10/1995 yaitu 300 mg/L. Semakin banyak jumlah EM4 yang tambahkan ke dalam limbah sagu semakin rendah nilai COD yang dihasilkan, hal ini disebabkan karena

semakin banyak jumlah EM4 semakin tinggi aktivitas mikroorganisme yang dapat mengurai bahan organik yang terdapat dalam limbah sesuai dengan pernyataan Moertinah (2010) apabila komponen-komponen dalam air limbah dapat diurai oleh mikroorganisme maka dengan atau tanpa aklimitasi air limbah dapat diolah secara biologis.

Penurunan nilai COD juga disebabkan karena adanya simbiosis mutualisme antara mikroalga dengan EM4. Dimana pada saat mikroalga berfotosintesis akan menghasilkan oksigen (O₂) yang kemudian akan digunakan mikroorganisme untuk bertahan hidup dan mendegradasi senyawa organik dalam limbah, pada saat mikroorganisme mendegradasi senyawa organik akan menghasilkan karbondioksida (CO₂) dan karbondioksida ini dibutuhkan mikroalga untuk melakukan fotosintesis. Adanya simbiosis antara mikroalga dengan EM4 dapat dilihat dari data perlakuan A0 yaitu tanpa penambahan EM4 mengalami penurunan COD lebih sedikit dibanding dengan perlakuan dengan penambahan EM4. Dari data yang dihasilkan dapat dilihat bahwa kemampuan mikroalga dalam

menurunkan kadar COD limbah cair sagu masih rendah, tetapi dengan bersimbiosis dengan mikroorganisme EM4 20 ml, mampu menurunkan kadar polutan limbah sagu sesuai baku mutu yang sudah ditetapkan. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian Hartini (2016) dimana nilai COD limbah sagu tersebut menurun pada ke-7 tetapi masih jauh dari baku yang ditetapkan.

Kadar *Biochemical Oxygen Demand*

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen (O₂) yang harus dipakai oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam air buangan. Kandungan BOD yang tinggi dalam air limbah industri dapat menyebabkan turunnya oksigen perairan, keadaan anaerob (tanpa oksigen) sehingga dapat mematikan ikan dan menimbulkan bau busuk. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 6) dapat dilihat bahwa setiap perlakuan memiliki nilai BOD yang berbeda. Nilai BOD berdasarkan uji DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata nilai BOD limbah cair sagu pada hari ke-7

Perlakuan	BOD H ₀ (mg/L)	BOD H ₇ (mg/L)
A0 (mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 0 ml)	614,00	307,00 ^c
A1 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 5 ml)	590,66	295,33 ^c
A2 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 10 ml)	577,32	288,66 ^c
A3 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 15 ml)	400,00	200,00 ^b
A4 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 20 ml)	285,32	142,66 ^a

Ket : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai BOD pada perlakuan A0, A1, A2 tidak berbeda nyata, sedangkan

perlakuan A3 dan A4 berbeda nyata. Rata-rata nilai BOD yang dihasilkan adalah 307,00–142,66 mg/L. Nilai

BOD paling rendah terdapat pada perlakuan A4 dengan penambahan EM4 sebanyak 20 ml dengan nilai 142,66 mg/L dan ini sudah memenuhi baku mutu limbah cair sagu sesuai Kepmen LH No. KEP 51-/MENLH/10/1995 yaitu 150 mg/L. Penurunan nilai BOD disebabkan karena proses fotosintesis dari *Chlorella sp.*, hal ini dapat dilihat dari data Tabel 6 pada perlakuan A0 tanpa penambahan EM4 nilai BOD juga berkurang pada hari ke-7. Penelitian ini sejalan dengan Hartini (2016) yaitu tanpa penambahan pendegradasi nilai BOD dari limbah berkurang.

Nilai BOD semakin rendah dengan penambahan jumlah EM4 yang semakin tinggi, hal ini disebabkan karena adanya proses simbiosis mutualisme antara mikroalga dengan EM4. Proses simbiosis ini dapat dilihat dari data Tabel 6 yang menunjukkan bahwa pada perlakuan A0 yaitu tanpa penambahan EM4 nilai BOD berkurang tetapi tidak sebanyak perlakuan dengan penambahan EM4, ini disebabkan karena kurangnya aktivitas mikroorganisme yang dapat mengurai limbah sagu, sedangkan nilai BOD pada perlakuan penambahan EM4 cenderung turun seiring dengan banyaknya jumlah EM4 yang ditambahkan.

Mikroba yang berperan dalam perombakan limbah cair sagu yaitu kelompok bakteri, jamur fitoplankton yang hidup bersimbiosis mutualisme yang terjadi secara berantai. Mekanisme penguraian limbah oleh mikroba terjadi secara sinergis antara alga dan bakteri karena alga mengkonsumsi hasil metabolisme bakteri berupa zat hara dan CO₂, sedangkan bakteri menggunakan

oksigen dari proses fotosintesis yang akan digunakan oleh bakteri untuk kelangsungan hidupnya. Kontaminan pencemar yang diuraikan oleh mikroorganisme adalah kontaminan yang mudah terurai secara mikrobiologis.

. Penurunan nilai BOD juga dipengaruhi karena adanya faktor pengenceran, hal ini dapat dilihat dari data pada Tabel 6 dimana nilai BOD pada hari pertama (H₀) mengalami penurunan sebelum diinkubasi, hal ini disebabkan karena pada saat mikroalga dan EM4 ditambahkan ke dalam limbah sagu jumlah larutan akan bertambah dan secara otomatis nilai BOD akan berkurang.

Kadar Total Solid Suspensi

Total solid tersuspensi merupakan semua zat padat atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air dapat berupa komponen hidup (biotik) dan komponen mati (abiotik). Parameter TSS juga berperan penting dalam baku mutu limbah. Berdasarkan nilai TSS dapat diketahui apakah limbah tersebut sudah layak dibuang ke perairan atau belum. Padatan tersuspensi yang tinggi dapat menghalangi penetrasi cahaya masuk ke dalam air dan hal ini dapat menghambat terjadinya proses fotosintesis sempurna. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 7) dapat dilihat bahwa setiap perlakuan memiliki nilai yang berbeda-beda. Nilai setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 7. berdasarkan uji DNMR pada taraf 5%.

Tabel 7. Rata-rata nilai TSS limbah cair sagu pada hari ke-7

Perlakuan	TSS H ₀ (mg/L)	TSS H ₇ (mg/L)
A0 (mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 0 ml)	317,32	158,66 ^c
A1 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 5 ml)	212,66	106,33 ^b
A2 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 10 ml)	175,32	87,66 ^a
A3 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 15 ml)	160,00	80,00 ^a
A4 (Mikroalga 800 ml : limbah 1 L : EM4 20 ml)	163,32	81,66 ^a

Ket : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan A0, A1 dengan A2, A3 dan A4 berbeda nyata sedangkan perlakuan A2, A3, A4 tidak berbeda nyata. Rata-rata nilai TSS yang dihasilkan adalah 158,66–79,33 mg/L. Semakin tinggi penambahan jumlah EM4 semakin rendah nilai TSS yang dihasilkan, hal ini disebabkan karena adanya simbiosis antara *Chlorella sp* dan EM4 yang digunakan. Pada perlakuan A0 tanpa penambahan EM4 nilai TSS juga mengalami penurunan, tetapi penurunan TSS paling tinggi dengan penambahan EM4 paling banyak, hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya EM4 yang digunakan aktivitas mikroorganisme juga akan semakin tinggi dalam mendegradasi senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair sagu. Data Tabel 7 menunjukkan bahwa *Chlorella sp* dapat menurunkan nilai BOD limbah sagu tetapi dalam jumlah yang sedikit. Penelitian ini sejalan dengan Hartini (2016) dimana tanpa adanya penambahan bahan pendegradasi nilai TSS juga pada hari ke-7. Penurunan nilai TSS juga disebabkan karena adanya faktor pengenceran,

hal ini dapat dilihat dari data hari pertama (H₀) sebelum limbah diinkubasi, dimana limbah sudah mengalami penurunan TSS. Hal ini disebabkan karena pada saat mikroalga 800 ml ditambahkan ke dalam EM4 kepekatan limbah sudah berkurang, dengan demikian nilai TSS dari limbah akan semakin sedikit.

Pengolahan Limbah Cair Sagu Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik kadar polutan limbah cair sagu yang dihasilkan pada penelitian ini mengacu pada Kepmen LH No. KEP 51-/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair sagu dimana nilai pH 6-9, COD 300 mg/ L, BOD 150 mg/L, dan TSS 100 mg/L. Pemilihan perlakuan kadar polutan limbah cair sagu terbaik dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pemilihan kadar polutan limbah cair sagu perlakuan terbaik.

Parameter	Baku mutu	Perlakuan				
		A0	A1	A2	A3	A4
pH	6-9	5,06	5,07	5,96	6,43	7,07
COD (mg/L)	300	646,33	536,00	470,66	388,00	282,66
BOD (mg/L)	150	307,00	295,33	288,66	200,00	142,66
TSS (mg/L)	100	158,66	106,33	87,66	80,00	81,66

Tabel 8 menunjukkan bahwa dari kelima perlakuan hanya perlakuan empat yang telah memenuhi baku mutu limbah cair sagu yaitu perlakuan A4 dengan penambahan EM4 20 ml. Jika dilihat secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa semakin banyak EM4 yang ditambahkan dalam penelitian ini semakin banyak pengurangan kadar polutan limbah yang dihasilkan. Berdasarkan kesimpulan ini maka perlakuan A4 dikatakan sebagai perlakuan terbaik dengan penurunan kadar polutan paling tinggi yaitu COD 90,2%, BOD 83%, TSS 81% serta peningkatan pH menjadi 7,07.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa mikroorganisme *Chlorella* sp dapat bersimbiosis mutualisme dengan EM4 dan secara efektif dapat menurunkan kadar polutan limbah cair sagu. EM4 berpengaruh nyata terhadap karakteristik limbah cair sagu. Semakin banyak EM4 yang ditambahkan kedalam limbah semakin besar penurunan kadar COD, BOD TSS dan semakin tinggi nilai pH yang dihasilkan limbah tersebut. Formulasi terbaik adalah dengan penambahan EM4 sebanyak 20 ml dengan hasil pH 7,07, COD 288,66 mg/L, BOD 142,66 mg/L, dan TSS 81,66 mg/L.

Saran

Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan mengkombinasikan *chlorella* sp dengan mikroorganisme yang lain untuk menurunkan kadar polutan

limbah cair sagu. Perlu dilakukan penambahan hari pengamatan karena pada hari ke-7 warna alga masih hijau. Penambahan EM4 untuk memperbanyak penurunan kadar polutan limbah cair sagu. Perlu dilakukan pengukuran DO dan CO₂ untuk melihat kebutuhan mikroalga dan limbah terhadap oksigen dan karbondioksida.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih, D., B. S. Sasongko., dan Sudarno. 2012. **Analisis kualitas air dan strategi pengendalian pencemaran air sungai blukar Kabupaten Kendal.** Jurnal Presipitasi. Volume 9 (2) : 64- 71.
- Alaerts, G. dan S. S. Santika. 1987. **Metode Penelitian Air.** Penerbit Usaha Nasional. Surabaya.
- Anuar, K., Zul. D., Fitmawati. 2014. **Potensi limbah sagu (*Metroxylon* sp.) di Kecamatan Tebing Tinggi Barat Kabupaten Kepulauan Meranti sebagai substrat penghasil biogas.** Penelitian. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Arifin, F. 2012. **Uji kemampuan *Chlorella* sp sebagai bioremediator limbah cair tahu.** Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negri. Malang.

- Badan Pusat Statistik. 2010. **Luas tanaman sagu di Kabupaten Kepulauan Meranti**. Kepulauan Riau.
- Budihardjo, 2001. **Proses biologis dalam pengolahan limbah industri dan domestik**. Skripsi . Universitas Trisakti.
- Budi, S. S. 2006. **Penurunan fosfat dengan penambahan kapur (lime) tawas dan filtrasi zeolit pada limbah cair (studi kasus rs Bethesda Yogyakarta)**. Tesis. Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Cesaria, Y. R., R. Wirosodarmo., dan B. Suharto. 2013. **Pengaruh penggunaan starter terhadap kualitas fermentasi limbah cair tapioka sebagai alternatif pupuk cair**. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan : 8-14.
- Chalid, Y. S., S. Amini., D. S. Lestari. 2010. **Kultivasi *Chlorella*, sp pada media tumbuh yang diperkaya dengan pupuk anorganik dan soil extract**. Balai Besar Riset Pengolahan Produk Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Yogyakarta.
- Haryanto, B. dan E. Siswari. 2004. **Pengaruh usaha pengolahan sagu skala kecil terhadap baku mutu air anak sungai**. Jurnal Teknologi Lingkungan P3TL-BPPT. Volume 5 (3) : 221-226.
- Haryaningsih, S. 2015. **Keefektifan EM4 (*Effective Microorganism-4*) dalam menurunkan Total Suspended Solid (TSS) pada limbah cair industri tahu Eko Suparjo Wirogunan Kartasura**. Skripsi. Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Muhamadiyah. Surakarta.
- Iqbal, M., A. Ahmad., dan S. H. Idroni. 2012. **Efisiensi penyisihan kandungan padatan limbah cair pabrik sagu menggunakan reaktor hibrid anaerob dengan variabel laju alir**. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Riau. Pekanbaru.
- Irmanto, Suyata dan Zufahair. 2012. **Optimasi penurunan cod, bod, dan tss limbah cair industri etanol (vinasse) psa palimanan dengan Metode multi Soil Layering (MSL)**. Jurnal Sains dan Teknologi. Inovasi. Volume 6(2).
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty. 1995. **Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton**. Kanisius : Yogyakarta.

- Jasmiati., A. Sofia., dan Thamrin. 2010. **Bioremediasi limbah cair industri tahu menggunakan Efektif mikroorganisme (EM4).** Jurnal Lingkungan. Volume 2 (4) : 248-258.
- Kabinawa, I. N. K. 2001. **Mikroalga sebagai sumber daya hayati (SDH) perairan dalam perspektif bioteknologi.** Puslitbang Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. **Nomor: kep- 51/menlh/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri.**
- Leatemia, M., Ch. Silahooy., dan A. Jacob. 2013. **Analisis dampak penimbunan limbah ela sago terhadap kualitas air sungai di sekitar lokasi pengolahan sago di desa Waisamu Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram bagian barat.** Jurnal Budidaya Pertanian. Volume 9 (2) : 86-91.
- Muhajir, S. M. 2013. **Penurunan limbah cair BOD dan COD pada industri tahu menggunakan tanaman *cattail (typha angustifolia)* dengan sistem *constructed wetland*.** Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Phang, S. M. M. S. Miah, B. G. Yeoh dan M.A. Hashim. 2000. **Spirulina Cultivation In Digested Sago Starch Factory Wastewater.** Journal of Applied Phycology 12: 395–400.
- Purba. T. N. 2011. **Pemanfaatan mikroalga untuk pengolahan limbah dan potensinya sebagai bahan baku biofuel.** Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Depok.
- Rahmawati. A. A., R. Azizah. 2005. **Perbedaan Kadar BOD, COD, TSS, Dan MPN Coliform Pada Air Limbah, Sebelum Dan Sesudah Pengolahan Di RSUD Nganjuk.** Jurnal Kesehatan Lingkungan. Volume 2(1) : 97- 110.
- Rasyad, S. 2010. **Pengaruh air buangan industri sago terhadap kualitas badan air penerima untuk keperluan pertanian dan perikanan (studi kasus industri sago di Kabupaten Bogor, propinsi Jawa Barat).** Tesis Universitas Indonesia. Depok.
- Redaksi Agromedia. 2007. **Petunjuk Pemupukan.** Agromedia Pustaka: Jakarta.
- Rini, S. I. 2012. **Pengaruh konsentrasi limbah cair tahu terhadap pertumbuhan dan kadar lipid *Chlorella sp.*** Skripsi.

- Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri. Maliki Malang.
- Santoso, D. A., R. A. Darmawan dan J. P. Susanto. 2011. **Mikroalga untuk penyerapan emisi CO₂ dan pengolahan limbah cair di lokasi industri.** Jurnal Teknologi Lingkungan. Volume 3(2) : 62-70.
- Sasono, E. dan Pungut. 2013. **Penurunan kadar BOD dan COD air limbah UPT Puskesmas Janti kota Malang dengan metode constructed wetland.** Jurnal Teknik Waktu. Volume 11 (1): 60-70.
- Suyata, Irmanto, dan Warsinah. 2006. **Penurunan BOD dan COD limbah cair industri tapioka di Kabupaten Purbalingga dengan metode pelapisan tanah berganda.** Jurnal pembangunan pedesaan. Volume 6(2) : 89-95.
- Utami, P. N., MS. Yuniarti., dan K. Haetami. 2012. **Pertumbuhan *Chlorella sp* yang dikultur pada perioditas cahaya yang berbeda.** Jurnal Perikanan dan Kelautan. Volume 3(3) : 237-244.
- Widiyanto, A., B. Susilo., dan R. Yulianingsih. 2004. **Studi kultur semi-massal mikroalga *Chlorella sp* pada area tambak dengan media air payau (di desa Rayunggumuk, kec. Glagah, kab. Lamongan).** Jurnal Bioproses Komoditas Tropis. Volume 2(1) : 1-7.
- Wijanarko, Anondo (2006). **Peningkatan produksi biomassa *Chlorella vulgaris* buitenzorg dan fiksasi CO₂ dalam kolom gelembung seri dengan pengaturan cahaya.** Departemen Teknik Kimia. Universitas Indonesia. Depok.
- Zikra, E. 2011. **Potensi pemanfaatan *Chlorella pyrenoidosa* dalam pengelolaan limbah cair kelapa sawit.** Thesis. Pascasarjana Ilmu Lingkungan Universitas Riau. Pekanbaru.
- Zulfarina, T. Sayuti. dan H. T. Putri. 2013. **Potential utilization of algae *Chlorella pyrenoidosa* for rubber waste management.** Prosiding Semirata. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung. Lampung.