

PEMANFAATAN MIKROALGA *Chlorella sp* DALAM MENURUNKAN BAKU MUTU POLUTAN LIMBAH CAIR INDUSTRI SAGU

UTILIZATION OF MICROALGAE *Chlorella sp* IN REDUCING STANDARDS QUALITY POLLUTANT SAGO INDUSTRIAL WASTEWATER

Fitri Hartini¹, Fajar Restuhadi², dan Tengku Dahril³

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas
Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru, Kode Pos 28293, Indonesia

Fitrihartini00@gmail.com

Abstract

This research aimed to get the potential concentration of sago wastewater optimum with microalgae *Chlorella sp* to reduce pollutant wastewater sago. Research was carried out by implemented a Randomized Completely Design (RCD) with five treatments, namely: P₀ (1000 ml sago wastewater without addition of microalgae), P₁ (250 ml microalgae: 1000 ml sago wastewater), P₂ (250 ml microalgae: 800 ml sago wastewater), P₃ (250 ml microalgae: 600 ml sago wastewater), P₄ (250 ml microalgae : 400 ml sago wastewater). Results showed that the concentration of sago wastewater and treated with microalgae *Chlorella sp* significantly reduced the COD, BOD, and TSS. The best treatment is P₄ with COD 277,33 mg/L; BOD 125,33 mg/L; pH 7,04; and TSS 83,66 mg/L.

Keywords : *Chlorella sp*, sago industrial wastewater, COD, BOD, TSS, pH

PENDAHULUAN

Sagu (*Metroxylon sago*) merupakan tanaman asli Indonesia dan berasal dari danau Sentani, Kabupaten Jayapura, Papua dan tersebar di Kepulauan Sumatra, Kalimantan, dan Sulawesi. Luas perkebunan sago di Indonesia diperkirakan 1,2 juta Ha dan luas perkebunan sago di Riau berkisar 69.916 Ha. Sagu memiliki beberapa potensi, yakni sebagai sumber pangan dan bahan industri. Sumber pangan sago dapat diolah menjadi tepung untuk dijadikan berbagai

macam makanan yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Tepung sago dapat dibuat bahan perekat dan plastik (*biodegradable*) sebagai sumber bahan industri.

Pembuatan tepung sago umumnya hanya memanfaatkan 25-30% tepung sago dari batang sago. Sisanya yakni 70-75% terbawa dalam residu sago yang menjadi limbah, baik limbah padat berupa ampas dengan komposisi selulosa yang tinggi maupun limbah cair berupa pati yang tidak terekstraksi yang menebarkan bau busuk dan mengganggu lingkungan sekitar.

Satu kilogram tepung sagu akan menghasilkan sekitar 20 L air limbah yang biasanya dialirkan ke sungai. Limbah ini merupakan ampas yang dihasilkan saat proses ekstraksi sagu dengan teknologi saat ini. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya memanfaatkan limbah dari tanaman sagu setelah diolah. Hal ini dilakukan agar kandungan sagu baik pati maupun batangnya tidak terbuang percuma dan mencemarkan lingkungan.

Limbah cair jika dibiarkan akan terurai oleh bakteri dalam waktu yang sangat lama, sedangkan pengolahan dengan menggunakan alat membutuhkan tenaga dan biaya yang mahal. Alternatif pengolahan limbah yang tidak membutuhkan biaya yang mahal, waktu yang singkat serta, tenaga yang minim adalah pengolahan limbah secara biologis. Sistem pengolahan limbah secara biologis masih dianggap cara yang paling murah apabila dibandingkan dengan cara kimia karena mengingat harga bahan kimia relatif mahal dan volume air limbah sagu cukup banyak. Salah satu pengolahan limbah secara biologis dapat dilakukan dengan memanfaatkan mikroalga. Penggunaan mikroalga dalam pengolahan limbah cair industri memiliki keuntungan yaitu proses pengolahan berjalan secara alami seperti prinsip ekosistem alam, sehingga sangat ramah lingkungan dan tidak menghasilkan limbah sekunder.

Mikroalga *Chlorella sp* dipilih karena *Chlorella sp* dapat tumbuh dan berkembang biak pada limbah cair yang relatif keruh. Dalam pertumbuhannya *Chlorella sp* tidak membutuhkan area yang luas, karena ukurannya yang mikro. Prinsip dasar

dari pemanfaatan mikroalga *Chlorella sp* adalah dengan memanfaatkan proses fotosintesis yang dilakukan oleh alga *Chlorella sp* sebagai sumber utama oksigen bagi limbah cair sagu.

Habibah (2011) telah melakukan penelitian tentang potensi pemanfaatan alga *Chlorella pyrenoidosa* dalam pengelolaan limbah cair kelapa sawit dengan perlakuan terbaik penambahan alga sebanyak 800 ml dan dua kali pengenceran limbah menghasilkan BOD 94,75%, COD 89,48 %, TSS 88,02%, dan amoniak 74,04%. Kabinawa dan Agustini (2004) telah melakukan penelitian tentang aplikasi *Chlorella pyrenoidosa strain* lokal (ink) dalam penanggulangan limbah cair agroindustri. *Chlorella pyrenoidosa* dapat tumbuh dengan baik pada limbah cair agroindustri seperti limbah cair kecap, *pulp* dan kertas, tapioka, dan susu. Alga ini mempunyai kemampuan mereduksi kadar polutan yang sangat baik seperti pada kadar BOD, COD dengan kisaran antara 89-96% pada fase logaritmik dan 80-95% pada fase stasioner. Berdasarkan hal tersebut maka telah dilakukan penelitian dengan judul **Pemanfaatan mikroalga *Chlorella sp* dalam menurunkan baku mutu polutan limbah cair sagu.**

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan konsentrasi limbah cair sagu yang optimum dengan penambahan mikroalga *Chlorella sp* untuk menurunkan polutan limbah cair sagu.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru dan Laboratorium Unit Pelaksanaan Teknis Pengujian Material Dinas pekerja Umum Pekanbaru. Penelitian ini dilaksanakan selama lima bulan, yaitu September hingga Januari 2017.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah limbah cair sagu yang diperoleh dari industri pengolahan sagu di Kepulauan Meranti, mikroalga *Chlorella sp* yang diperoleh dari koleksi pribadi Prof. Dr. Ir. H Tengku Dahril M.Sc., pupuk TSP, pupuk urea, akuades, kalium bikromat, larutan fisiologis, amonium sulfat, indikator feroin, dan larutan *nessler*.

Alat yang digunakan adalah aerator, selang angin, batu pam, toples *cleo*, terpal, serbet, toples-toples kaca sebagai bak perlakuan, jerigen limbah cair, buret, *magnetic stirrer*, pH meter, spektrofotometer (*thermoscientific genesys 20*), pipet, oven, desikator, kertas saring, timbangan analitik, *erlenmeyer*, *beaker glass*, dan corong.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan dan tiga kali ulangan, sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Perlakuan mengacu pada Fadilla (2010). Setiap perlakuan

hanya limbah cair yang berubah sesuai perlakuan sedangkan formulasi mikroalga *Chlorella sp* tetap.

P₀ = 1000 ml limbah cair sagu tanpa penambahan mikroalga (kontrol)

P₁ = Mikroalga 250 ml : 1000 ml limbah cair sagu

P₂ = Mikroalga 250 ml : 800 ml limbah cair sagu

P₃ = Mikroalga 250 ml : 600 ml limbah cair sagu

P₄ = Mikroalga 250 ml : 400 ml limbah cair sagu

Pelaksanaan Penelitian

Pembiakan Kultur Mikroalga *Chlorella sp*

Pembiakan mikrolaga mengacu pada Hadinata (2013). Sebanyak 500 ml alga yang diperoleh dari koleksi pribadi Prof. Dr. Ir. H Tengku Dahril, M.Sc. ditambah dengan empat liter akuades. Sebanyak 30 gr pupuk urea dan 10 gr pupuk NPK dicampurkan ke dalam larutan mikroalga *Chlorella sp*. Pupuk yang diberikan berfungsi sebagai nutrisi pertumbuhan mikroalga *Chlorella sp*. Bibit alga dipindahkan ke dalam botol masing-masing sebanyak satu liter. Bibit alga dibiarkan selama 7-10 hari sampai fase logaritmit dengan memperhatikan pencahayaan dan aerasi agar bibit alga dapat melakukan fotosintesis dan terus berkembangbiak.

Pengambilan Sampel Limbah Cair Sagu

Limbah cair sagu diperoleh dari industri pengolahan sagu yang terdapat di Kepulauan Meranti dimana kolam pembuangan limbah cair pengolahan sagu terdiri dari tiga kolam, tetapi untuk penelitian ini limbah diambil dari kolam yang

ketiga karena kolam yang pertama dan kedua belum diizinkan untuk diolah. Limbah akan diambil satu hari sebelum melakukan penelitian dikarenakan lokasi pengambilan sampel dengan lokasi penelitian memiliki jarak yang jauh dengan mengendarai transportasi roda empat. Pengambilan sampel limbah cair sagu dilakukan pukul sembilan pagi (pada saat pabrik industri sagu sedang beroperasi) di 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 guncangan di dalam jerigen. Selanjutnya limbah cair sagu dianalisis kadar BOD, COD, pH, dan TSS sebagai hari ke-0.

Inokulasi Mikroalga *Chlorella sp* pada Limbah Cair Sagu

Inokulasi mikroalga ke dalam limbah cair yaitu dengan menambahkan 250 ml mikroalga ke dalam limbah cair sagu sesuai perlakuan yaitu 1000 ml, 800 ml, 600 ml, dan 400 ml. Kemudian dibiarkan selama tujuh hari. Selanjutnya dilakukan analisis BOD, COD, TSS, dan pH.

Parameter Penelitian

Analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Metode yang dipakai adalah metoda SNI 6989.2:2004 dimana pengukuran COD ini pada prinsipnya adalah penambahan sejumlah tertentu kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$) sebagai oksidator pada sampel yang

telah ditambahkan asam pekat dan katalis perak sulfat, kemudian dipanaskan selama beberapa waktu. Selanjutnya, kelebihan kalium bikromat ditera dengan cara titrasi. Dengan demikian kalium bikromat yang terpakai untuk oksidasi bahan organik dalam sampel dapat dihitung dan nilai COD dapat ditentukan dengan rumus:

$$COD = \frac{a - b \times N \times 800}{ml \text{ sampel}} \text{ mg/L}$$

Keterangan :

a : blanko

b : ml FAS/ jumlah larutan FAS 0,1 N yang terpakai (ml)

N : normalitas larut FAS (0,1 N)

Analisis *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Metode yang dipakai adalah metoda SNI 6989.14:2004 yang pada dasarnya cukup sederhana yaitu mengukur kandungan oksigen terlarut awal (DO_i) dari sampel setelah pengambilan contoh, kemudian mengukur kandungan oksigen terlarut pada sampel yang telah diinkubasi selama 7 hari pada kondisi gelap dan suhu tetap yang sering disebut dengan DO_7 . Selisih DO_i dan DO_7 ($DO_i - DO_7$) merupakan nilai BOD yang dinyatakan dalam miligram oksigen per liter (mg/l).

Analisis *Total Suspended Solid* (TSS)

Total Suspended Solid diukur dengan metode SNI 06-6989.3:2004, dimana contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat

konstan pada suhu 103°C sampai dengan 105°C. Kenaikan berat saringan mewakili TSS. Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlama penyaringan, diameter pori-pori saringan perlu diperbesar atau mengurangi volume contoh uji estimasi TSS, dihitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total. *Total Suspended Solid* dihitung dengan rumus:

$$\text{TSS} = (b - a) \times \frac{1000}{100}$$

Keterangan:

b :berat akhir kertas saring

a :berat awal kertas saring

Analisis pH

Derajat keasaman (pH) diukur dengan menggunakan pH meter sesuai dengan metode SNI 06-6989.11-2004, dimana pH meter harus dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Pada pH meter dipasang elektroda gelas kemudian dicelupkan ke dalam larutan penyangga yang mendekati pH sampel. Selanjutnya bersihkan elektroda dengan air suling, kemudian celupkan ke dalam sampel yang akan diperiksa. pH dapat langsung dibaca dari skala atau digital alat pH meter.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis Of Variance* (ANOVA). Apabila didapat data $F_{hitung} \geq f_{tabel}$ maka dilakukan uji

lanjut *Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)* pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Chemical Oxygen Demand (COD)

Analisis *Chemical Oxygen Demand (COD)* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair dengan dengan memanfaatkan oksidator kalium dikromat sebagai sumber oksigen. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses biologis dan dapat menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Limbah yang telah dianalisis kadar COD dan BOD nya diawal ditambahkan dengan mikroalga *Chlorella sp* sebanyak 250 ml untuk masing-masing perlakuan dan diamati pada hari ke-7. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian mikroalga pada limbah cair sagu dengan konsentrasi yang berbeda-beda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap penurunan nilai COD limbah cair sagu. Rata-rata nilai analisis COD pada masing-masing konsentrasi limbah sagu yang ditambahkan dengan mikroalga *Chlorella sp* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata nilai COD limbah cair sagu setelah ditambah mikroalga pada hari ke-7

Perlakuan	COD H-0 (mg/L)	COD H-7 (mg/L)	Selisih Baku Mutu H-7
P0 (1000 ml limbah cair sagu tanpa mikroalga)	2924,00	2505,33 ^d	2205,33
P1 (Mikroalga 250 ml : Limbah 1000 ml)	2562,00	1935,33 ^{cd}	1635,33
P2 (Mikroalga 250 ml : Limbah 800 ml)	1013,68	772,33 ^c	472,33
P3 (Mikroalga 250 ml : Limbah 600 ml)	675,33	464,00 ^b	164,00
P4 (Mikroalga 250 ml : Limbah 400 ml)	450,66	277,33 ^a	Memenuhi

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

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan limbah cair sagu yang diencerkan dengan mikroalga *Chlorella sp* 250 ml berbeda nyata terhadap nilai COD limbah cair sagu setelah dilakukan pengolahan. Data Tabel 4 menunjukkan perlakuan P₁ berbeda tidak nyata dengan perlakuan P₀ dan P₂ dan berbeda nyata dengan perlakuan P₃ dan P₄, dan perlakuan P₃ berbeda nyata dengan perlakuan p₄. Rata-rata nilai COD yang dihasilkan limbah cair sagu dengan penambahan mikroalga *Chlorella sp* selama hari ke-7 berkisar antara 2505,33-277,33 mg/L, sedangkan nilai COD awal limbah cair sagu sebesar 2924mg/L. Nilai COD berdasarkan baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri Kepmen LH No. KEP 51-/MENLH/10/1995 maksimal 300 mg/L. Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai COD yang telah memenuhi standar baku mutu limbah cair industri sagu adalah perlakuan P₄ dengan konsentrasi limbah cair sagu sebesar 400 ml dan ditambah dengan 250 mikroalga *Chlorella sp*. Nilai yang dihasilkan menunjukkan kadar COD yang semakin menurun seiring dengan konsentrasi limbah cair sagu yang semakin sedikit. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh penambahan mikroalga *Chlorella sp* pada masing-masing perlakuan limbah cair sagu dan diinokulasi selama tujuh hari.

Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) merupakan parameter pengukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mengurai hampir semua zat organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air buangan, dinyatakan dengan BOD₅ hari pada suhu 20°C dalam mg/liter atau ppm. Pemeriksaan BOD₅ diperlukan untuk menentukan beban pencemaran terhadap air buangan domestik atau industri juga untuk mendesain sistem pengolahan limbah biologis bagi air tercemar. Kandungan BOD yang tinggi pada air limbah industri dapat menyebabkan turunnya oksigen perairan, keadaan anaerob sehingga dapat mematikan ikan dan menimbulkan bau busuk. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi limbah cair sagu dengan penambahan mikroalga *Chlorella sp* 250 ml berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap penurunan nilai BOD limbah cair industri sagu (Lampiran 5). *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) merupakan salah satu uji yang paling umum untuk menentukan kualitas buangan limbah cair dari industri sagu. Nilai BOD berdasarkan uji DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata nilai BOD limbah cair sagu setelah ditambah mikroalga pada hari ke-7

Perlakuan	BOD H-0 (mg/L)	BOD H-7 (mg/L)	Selisih Baku Mutu H-7
P0 (1000 ml limbah cair sagu tanpa mikroalga)	820,00	734,66 ^d	584,66
P1 (Mikroalga 250 ml : Limbah 1000 ml)	782,50	626,00 ^c	476,00
P2 (Mikroalga 250 ml : Limbah 800 ml)	623,87	475,33 ^{bc}	325,33
P3 (Mikroalga 250 ml : Limbah 600 ml)	467,01	329,66 ^b	179,66
P4 (Mikroalga 250 ml : Limbah 400 ml)	203,66	125,33 ^a	Memenuhi

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

Tabel 5 menunjukkan bahwa konsentrasi limbah cair sagu dengan penambahan mikroalga *Chlorella sp* 250 ml berbeda nyata setelah dilakukan pengolahan pada perlakuan P₀, P₁, P₂, P₃, dan P₄ dengan nilai rata-rata BOD yang dihasilkan berkisar antara 734,66 mg/L-125,33 mg/L, sedangkan nilai BOD awal limbah cair sagu sebelum perlakuan sebesar 820 mg/L. Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai BOD pada perlakuan P₀ berbeda nyata dengan perlakuan P₁, P₂, P₃, dan P₄. Sedangkan pada perlakuan P₂ berbeda tidak nyata dengan perlakuan P₁ dan P₃. Nilai BOD berdasarkan baku mutu limbah cair sagu bagi kegiatan industri Kepmen LH No. KEP 51-/MENLH/10/1995 maksimal 150 mg/L. Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai BOD yang memenuhi baku mutu limbah cair sagu bagi kegiatan industri adalah perlakuan P₄ dengan konsentrasi limbah cair sagu 400 ml dan penambahan mikroalga *Chlorella sp* sebanyak 250 ml dengan nilai 125,33 mg/L.

Tingginya penurunan nilai BOD pada perlakuan P₄ ini disebabkan karena lebih banyak terdapat interaksi antara alga dan limbah. Menurut Ginting (2007), reaksi oksidasi zat-zat organik

dengan oksigen dalam air dimana proses tersebut dapat berlangsung karena peran dari mikroalga *Chlorella sp*. Tabel 5 menunjukkan pada perlakuan P₀ tanpa penambahan mikroalga (kontrol) juga mengalami penurunan. Hal ini diduga bahwa pada limbah cair sagu terdapat bakteri pengurai yang hidup secara alami dan apa bila suatu zat cair dibiarkan maka kondisinya akan menguap, ini yang menyebabkan terjadinya penurunan nilai analisa pada perlakuan P₀ tanpa penambahan mikroalga *Chlorella sp* (kontrol).

Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasahan yang dimiliki oleh suatu larutan. Derajat keasaman (pH) mempunyai peranan yang sangat besar terhadap penurunan polutan limbah cair, karena pada umumnya bakteri tumbuh dengan baik pada pH netral atau basa, sedangkan jamur menyukai pH asam. Formulasi limbah cair sagu yang ditambahkan dengan 250 ml mikroalga memberikan pengaruh terhadap pH.

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

Perlakuan	Derajat Keasaman (pH)
P0 (1000 ml limbah cair sagu tanpa mikroalga)	4,56 ^{ab}
P1 (Mikroalga 250 ml : Limbah 1000 ml)	4,50 ^a
P2 (Mikroalga 250 ml : Limbah 8000 ml)	5,24 ^b
P3 (Mikroalga 250 ml : Limbah 600 ml)	7,04 ^c
P4 (Mikroalga 250 ml : Limbah 400 ml)	8,07 ^d

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

Tabel 6 menunjukkan bahwa derajat keasaman (pH) pada perlakuan P₀ berbeda tidak nyata pada perlakuan P₁ dan P₂ tetapi berbeda nyata dengan perlakuan P₃ dan P₄. Derajat keasaman limbah cair sagu sebelum ditambahkan dengan mikroalga *Chlorella sp* adalah 4,19, dan belum memenuhi standar baku mutu limbah cair sagu yaitu 6,0-9,0. Rata-rata pH setelah setelah ditambahkan dengan Mikroalga *Chlorella sp* dan dibiarkan selama tujuh hari adalah 4,50-8,07 Perlakuan P₃ dan P₄ merupakan perlakuan terbaik dari pengukuran pH limbah cair sagu yaitu sebesar 7,04 dan 8,07, dan ini sudah sesuai dengan standar baku mutu berdasarkan Kepmen LH No. Kep 51-/MENLH/10/1995 yaitu 6,0-9,0.

Berdasarkan Tabel 4 nilai pH pada setiap perlakuan pada limbah cair sagu yang ditambahkan dengan mikroalga mengalami peningkatan selama proses pengolahan. Peningkatan pH dari asam hingga basa pada limbah cair sagu diperkirakan oleh aktifitas mikroorganisme baik yang terdapat pada limbah cair sagu maupun terjadi karena bantuan dari mikroalga *Chlorella sp*. Semakin banyak penambahan limbah cair sagu maka nilai pH semakin rendah atau bersifat asam, jika konsentrasi limbah yang terlalu banyak, menyebabkan

mikroalga tidak mampu bertahan karena kondisi yang terlalu asam.

Semakin tinggi konsentrasi limbah yang digunakan maka nilai pH semakin rendah, dan semakin sedikit konsentrasi limbah yang digunakan maka nilai pH juga meningkat. Meningkatnya nilai pH karena adanya interaksi antara CO₂ yang larut didalam air, sehingga menghasilkan asam karbonat. Derajat keasaman (pH) pada perlakuan P₀, P₁, dan P₂ belum memenuhi standar baku mutu polutan limbah cair sagu. Semakin tinggi konsentrasi limbah cair yang diberikan, maka dapat terlihat terjadinya penurunan pH, sedangkan pada perlakuan P₃ dan P₄ telah memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 7,04 dan 8,07.

Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik terutama yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa ke dalam badan air. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan (Lampiran 7) bahwa penambahan *Chlorella sp* pada limbah cair sagu dengan konsentrasi limbah yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap penurunan TSS limbah cair industri sagu.

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

Perlakuan	TSS H-0 (mg/L)	TSS H-7 (mg/L)	Selisih Baku Mutu H-7
P0 (1000 ml limbah cair sagu tanpa mikroalga)	422,00	420,00 ^d	320,00
P1 (Mikroalga 250 ml : Limbah 1000 ml)	397,50	318,00 ^c	218,00
P2 (Mikroalga 250 ml : Limbah 800 ml)	291,80	222,33 ^b	122,33
P3 (Mikroalga 250 ml : Limbah 600 ml)	178,50	126,00 ^a	26,66
P4 (Mikroalga 250 ml : Limbah 400 ml)	135,94	83,66 ^a	Memenuhi

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

Tabel 7 menunjukkan bahwa konsentrasi limbah cair sagu yang ditambahkan dengan mikroalga *Chlorella* sp 250 ml berbeda nyata terhadap nilai TSS limbah cair sagu setelah dilakukan pengolahan pada perlakuan P₁, P₂, P₃, dan P₄ dengan rata-rata nilai TSS yang dihasilkan berkisar antara 420 mg/L – 83,66 mg/L, sedangkan nilai TSS awal limbah cair sagu sebesar 422 mg/L. Nilai TSS berdasarkan baku mutu limbah cair sagu berdasarkan Kepmen LH No. KEP 51-/MENLH/10/1995 maksimal 100 mg/L. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan P₀ berbeda nyata dengan perlakuan P₁, P₂, P₃, dan P₄. Perlakuan P₁ berbeda nyata dengan perlakuan P₂, P₃, dan P₄. Perlakuan P₂ berbeda nyata dengan perlakuan P₃ dan P₄, sedangkan pada perlakuan P₂ berbeda tidak nyata dengan perlakuan P₄.

Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai TSS yang dapat memenuhi standar baku mutu sesuai dengan Kepmen LH No. KEP 51-/MENLH/10/1995 adalah perlakuan P₄ dengan nilai 83,88 mg/L. Tabel 7 dapat dilihat bahwa konsentrasi limbah yang berbeda-beda dengan penambahan mikroalga *Chlorella* sp mampu menurunkan nilai TSS yang terdapat pada limbah cair sagu. nilai TSS sangat penting, karena jika nilai TSS

meningkat cukup signifikan, maka perairan akan tampak keruh dan terkesan kotor sehingga tentu saja mengurangi daya guna airnya.

Semakin banyak konsentrasi limbah cair sagu yang digunakan dengan penambahan mikroalga *Chlorella* sp 250, maka semakin sedikit penurunan nilai TSS. Hal ini disebabkan karena terlalu banyak total solid yang terdapat pada limbah, sehingga kemampuan mikroalga untuk berfotosintesis juga terhambat. Total solid yang tinggi dapat menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke dalam air dan hal ini dapat menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis sempurna.

Penentuan Perlakuan Limbah Terbaik

Karakteristik limbah cair sagu yang baik adalah limbah yang mengandung kadar polutan sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan oleh Kepmen LH No. Kep 51-/MENLH/10/1995. Hasil analisis menunjukkan konsentrasi limbah cair sagu dan penambahan mikroalga berpengaruh nyata terhadap penurunan limbah cair sagu. Data hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data hasil penelitian limbah sagu setelah diolah dengan mikroalga

perlakuan	COD	BOD	pH	TSS
P ₀	2505,33	734,66	4,56	420,00
P ₁	1935,33	626,00	4,25	318,00
P ₂	772,33	475,33	5,24	222,33
P ₃	464,00	329,66	7,04	126,00
P ₄	277,33	125,33	8,07	83,66

Rata-rata analisis parameter limbah cair sagu banyak yang belum memenuhi standar baku mutu sesuai dengan Kepmen LH No. Kep 51-/MENLH/10/1995. Secara keseluruhan penambahan mikroalga dan konsentrasi limbah cair sagu sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar polutan limbah cair sagu. Semakin sedikit konsentrasi limbah cair sagu dan ditambah mikroalga *Chlorella sp* sebanyak 250ml, maka semakin besar nilai polutan yang turun. Berdasarkan hasil analisis kadar polutan limbah cair sagu, nilai COD yang telah memenuhi standar baku mutu adalah perlakuan P₄ dengan nilai sebesar 277,33 /MENLH/10/1995 minimal 300 mg/L. Nilai BOD yang telah memenuhi standar baku mutu adalah perlakuan P₄ dengan nilai sebesar 125,33 mg/L dengan standar baku mutu sesuai dengan Kepmen LH No. Kep 51-/MENLH/10/1995 minimal 150 mg/L. Nilai pH yang telah memenuhi standar baku mutu adalah perlakuan P₃ dan P₄ dengan nilai pH sebesar 7,04 dan 8,07 dengan standar baku mutu sesuai dengan Kepmen LH No. Kep 51-/MENLH/10/1995 minimal 6,0 – 9,0. Nilai TSS yang telah memenuhi standar baku mutu adalah perlakuan P₄ dengan nilai sebesar 83,66 mg/L dengan standar baku mutu sesuai dengan Kepmen LH No. Kep 51-/MENLH/10/1995 minimal 100 mg/L.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa mikroalga *Chlorella sp* dapat menurunkan polutan limbah cair sagu. Semakin banyak konsentrasi limbah cair sagu yang digunakan, maka penurunan polutan limbah cair dengan penambahan mikroalga *Chlorella sp* 250 ml semakin sedikit. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah perlakuan P₄ dengan konsentrasi limbah 400 ml dan penambahan mikroalga 250 ml dengan hasil COD 253,33 mg/L, BOD 125,33 mg/L, pH 7,04, dan TSS 83,66 mg/L.

Saran

Hasil analisis kadar polutan limbah cair industri sagu masih jauh dibawah standar baku mutu limbah cair sagu, maka disarankan untuk melakukan penelitian yang sama dengan menambahkan waktu pengamatan dan meningkatkan konsentrasi mikroalga *Chlorella sp*.

DAFTAR PUSTAKA

Alashty. R., Bahmanyar. M. A., dan Sepanlou. G. 2011. **Change of pH, organic carbon (oc), electrical conductivity (ec), nickel (ni) and chrome (cr) in soil and concentration of ni and cr in radish and lettuce plants as influenced by three year application of municipal Compost.** Journal of

Agricultural Research Vol.
6 (16).

- Animis, S. 2004. **Pengaruh umur ganggang halus laut jenis *Chlorella sp* dan *Dunaliella sp* terhadap pigmen klorofil dan karotenoid sebagai bahan baku makanan kesehatan.** Seminar Nasional dan Temu Usaha. Fakultas Pertanian. Universitas Sahid. Jakarta.
- Arifin, R. 2012. **Distribusi spasial dan temporal biomassa fitoplankton (Klorofil-a) dan keterkaitannya dengan kesuburan perairan Estuari Sungai Brantas, Jawa Timur.** Skripsi: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB. Bogor. 116 hal.
- Bujang, K. B dan F. B. Ahmad. 2000. **Country report of Malaysia production and utilisation of sago starch in Malaysia.** Proceeding Of International Sago Seminar. Bogor Agricultural University. Bogor. Hlm 1-8.
- Chilmawati, D. dan Suminto. 2008. **Penggunaan media kultur yang berbeda terhadap pertumbuhan *Chlorella sp*.** Skripsi. Budidaya Perairan. Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Dewi, S. Y. dan Gultom.H. Y. **Pemanfaatan alga *Chlorella sp* dan enceng gondok untuk menurunkan Tembaga (Cu) Pada industri pelapisan logam.** Skripsi. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan.** Kanisius. Yogyakarta.
- Flach, M.1997. **Sago Palm Metroxylon Sagu Rotth.** International Plant Genetic Resources Intitute. Jerman.
- Ginting, perdana. 2007. **Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri.** Yrama widya. Bandung.
- Haryoto dan Wibowo, A. 2004. **Kinetika bioakumulasi logam berat kadmium oleh fitoplankton *Chlorella sp* lingkungan perairan laut.** Jurnal. Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi, Vol 5, No 2, 89-103
- Irmanto dan Suyata. 2008. **Penurunan COD dan BOD limbah cair industri tekstil di Kabupaten Pekalongan dengan metode multo soil layering.** Skripsi. Program Studi Kimia. Fakultas Sains dan Teknik. Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto.
- Kawaroe, M. 2010. **Mikroalga, potensi dan pemanfaatannya untuk**

- produksi bio bahan bakar.** Institut Pertanian Bogor Pres. Bogor.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup : **Kep 51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri .**
- Kiat, L. J. 2006. **Preparation and characterization of carboxymethyl sago waste and its hydrogel.** Tesis. University Putra Malaysia. Malaysia.
- Maharsyah, T. 2013. **Efektifitas penambahan *Plant-Growth promoting bakteri Azospirillum sp* dalam meningkatkan pertumbuhan mikroalga *Chlorella sp* pada media limbah cair sago setelah proses anaerob.** Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Mara, D., 2007. **Waste stabilization ponds : a viable alternative for small community treatment systems.** Water and Environment Journal, 74 hal.
- Maryanti. 2006. **Evaluasi kinerja bioreaktor anaerobik dalam pengolahan limbah cair industri tapioka dengan perlakuan aklimatisasi inokulum.** Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Mc, Clatchey W., Manner HI dan Elevitch CR. 2006. **Metroxylon amicarum, M. paulcoxii, M. sago, M. salomonense, M. vitiense, and M. warburgii (sago palm) arecaceae (palm family).** Species Profiles for Pacific. Journal, 253 hal.
- Mulyani, H. 2012. **Pengaruh pre-klorinasi dan pengaturan pH terhadap proses aklimatisasi dan penurunan COD pengolahan limbah cair tapioka sistem Anaerobic Baffled Reactor.** Tesis. Magister Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Semarang.
- Panggabean, M. G. L. 2010. **Mikroalga laut sebagai produsen biodiesel.** Laporan Akhir Program Intensif Peneliti dan Perekayasa Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Jakarta.
- Pei-Lang, A. T., Mohamed A. M. D., dan Karim A. A. 2006. **Sago starch anda composition of associated componen in palms of different growth stages.** Journal. Carbohydr Polym 63:283-286.
- Sunu, P. 2001. **Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001.** Penerbit Grasindo. Jakarta.
- Syahputra, B. 2002. **Pemanfaatan algae *Chlorella sp* untuk menurunkan tembaga**

- (Cu) pada industri pelapisan logam. Fakultas Teknik Universitas Sultan Agung. Semarang.
- Vegantara, D. A. 2009. **Pengolahan limbah cair tapioka menggunakan kotoran sapi perah dengan sistem anaerobik**. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wagiman, 2014. **Modul Praktikum Pengendalian Limbah Industri Program Studi Strata I Jurusan Teknologi Industri Pertanian**. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Wardhana, W. A. (2004). **Dampak pencemaran lingkungan**. Andi Offset. Yogyakarta. Jurnal, 127.
- Wiedeman, V. E. 2001. *Heterotrophic nutrition of waste-stabilization pond algae in J.E. Zajic (Ed.). properties and Products of algae (Proceedings of the symposium on the culture of algae)*. Plenum Press. New York. Journal 115-145.
- Wijoseno, T. 2011. **Uji pengaruh variasi media kultur terhadap tingkat pertumbuhan dan kandungan protein, lipid, klorofil, dan karotenoid pada mikroalga *Chlorella vulgaris* Buitenzorg**. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok.
- Wong, P. K dan K. Y. Chan. 1990. **Growth and value of *Chlorella salina* grown on highly saline sewage effluent agriculture ecosystem and environment** *elservier science publishers BV*. Amsterdam. Netherlands. Vol 30. P 235-250.