



PEMBUATAN BIOFILTER DARI TUMBUHAN FITOREMEDIASI APU SEBAGAI MEDIA PENURUNAN KADAR COD DAN BOD LIMBAH CAIR DI PERTAMINA RU III PLAJU

Kiagus Ahmad Roni

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Palembang
Jl. Jendral Ahmad Yani 13 ulu, Palembang, Indonesia
Email : kiagusaroni@gmail.com

Abstrak

Menipisnya sumber daya alam dan tingginya pencemaran merupakan salah satu pokok masalah yang sering terjadi di lingkungan. Dalam kegiatan sehari-harinya, Pertamina RU III dari berbagai proses produksinya menghasilkan sejumlah limbah cair. Dalam pengolahannya Biofilter Fitoremediasi dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif sederhana guna menurunkan kadar pencemar yang terkandung didalam limbah tersebut. Fitoremediasi dapat diartikan suatu sistem dimana tanaman tertentu yang bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) dapat mengubah zat kontaminan atau pencemar menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi. Salah satu tumbuhan hiperakumulator yang dapat digunakan untuk fitoremediasi adalah Tumbuhan Apu Apu (*Pistia stratiotes*). Hasil yang didapatkan bahwa setelah ditambahkan tanaman apu apu mulai dari hari ke 1 sampai hari ke 5 terjadi penurunan kandungan COD dan BOD. sehingga cara ini dianggap mampu untuk digunakan sebagai penurunan kandungan zat pencemar didalam limbah cair sebelum di kembalikan ke lingkungan.

Kata kunci : Fitoremediasi, Apu Apu (*Pistia stratiotes*), Biofilter, Limbah cair.

PENDAHULUAN

Sejak beberapa dasawarsa terakhir masyarakat semakin menyadari pentingnya upaya mengatasi masalah-masalah lingkungan hidup. Di antara masalah-masalah lingkungan yang banyak mendapat perhatian publik adalah menipisnya sumber daya alam dan tingginya pencemaran. Hal tersebut menyebabkan penurunan kualitas lingkungan. Jika masalah-masalah tersebut tidak segera diatasi dapat mengancam kelangsungan pembangunan nasional di bidang lingkungan hidup. bahwa untuk melestarikan lingkungan hidup agar tetap bermanfaat bagi hidup dan kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya.

Terdapat tiga jenis kategori air limbah di Pertamina RU III, yakni air proses, air pendingin, dan air drainase. Setelah digunakan dalam proses produksi dan kegiatan lainnya, air dikembalikan ke badan air setelah melalui sejumlah proses penanganan yang memadai, termasuk di fasilitas *oil catcher*. Penanganan terhadap air limbah ini dilakukan hingga air yang dibuang kembali ke badan air kualitasnya sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah. Dua badan air yang menerima air buangan dari proses produksi Pertamina RU III adalah Sungai Komering dan Sungai Musi, keduanya terletak di Provinsi Sumatra Selatan. Volume air buangan diukur setiap saat menggunakan flowmeter.

Limbah sendiri Sebagaimana termaksud dalam Undang-undang No. 9 tahun 1990 tentang Pokok-pokok Kesehatan, setiap warga berhak memperoleh derajat kesehatan yang setinggi-tingginya. Ketentuan tersebut menjadi dasar bagi pemerintah untuk menyelenggarakan kegiatan yang berupa pencegahan dan pemberantasan penyakit, pencegahan dan penanggulangan pencemaran, pemulihan kesehatan, penerangan dan pendidikan kesehatan kepada masyarakat (Alamsyah, 2007).

Pemulihan kualitas air sebagai bagian dari pengendalian sumberdaya air dilakukan untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu peruntukannya. Pengendalian bahan pencemar yang berasal dari berbagai sumber pencemar yang masuk ke dalam sumber air dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi intrinsik sumber air dan baku mutu air yang ditetapkan. Pencemaran sungai dapat terjadi langsung dari *outfalls* saluran pembuangan atau limbah industri sebagai *point source* dan limpasan dari pertanian atau perkotaan sebagai *non point source*. Dampak polutan pada kualitas air sungai tergantung pada jenis polutan, beban maksimum harian dan karakteristik sungai (Rahman *et al.*, 2014).

Pengolahan limbah sendiri terdapat banyak cara dan mekanisme yang dapat dipakai tergantung jenis limbah itu sendiri, salah satunya adalah menggunakan tanaman Apu apu sebagai Tumbuhan Fitoremediasi yang digunakan untuk treatment penurunan kadar dan konsentrasi pada limbah yang berupa cairan. Fitoremediasi dapat diartikan suatu sistem dimana tanaman tertentu yang bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) dapat mengubah zat kontaminan atau pencemar menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi. Tumbuhan hiperakumulator adalah tumbuhan yang mempunyai kemampuan untuk mengkonsentrasikan logam di dalam biomasnya dalam kadar yang luar biasa tinggi. Kebanyakan tumbuhan mengakumulasi logam (setara dengan 0,001%), tetapi tumbuhan hiperakumulator logam mampu mengakumulasi hingga 11%BK. Batas kadar logam yang terdapat di dalam biomassa agar suatu tumbuhan dapat disebut hiperakumulator berbeda-beda bergantung pada jenis logamnya (Irhamni *et al.*, 2018).

Tanaman Fitoremediasi Apu Apu disini digunakan sebagai Biofilter yang diharapkan dapat mengurangi kandungan pencemar pada limbah cair ini yang berupa BOD, COD, Derajat Keasaman, dan Total Padatan Tersuspensi atau TSS.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan :

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain oven, gelas beker, pipet volume 3 ml, 5 ml dan 7 ml, *filler*, erlenmeyer, vessel COD, *magnetic stirrer*, pH meter, gelas beker 500 mL, botol sampel, seal gasket, BOD oxidirect, labu ukur, corong, cawan petri.

Bahan yang digunakan untuk COD antara lain tumbuhan *Pistia stratiotes*, 5 mL sampel, 3 mL kalium dikromat, 7 mL asam sulfat, indikator feroin, dan fero ammonium sulfat 0,05 N, sedangkan bahan yang digunakan untuk BOD antara lain tumbuhan *Pistia stratiotes*, 428 mL sampel, HCl, NaOH, nitrification inhibitor, KOH.

Metode :

Biological oxygen Demand

(SNI 06-2503-1991)

Diambil sampel limbah sebanyak 500 mL, lalu sampel diukur pH sampai pH netral yakni pH 7, jika pH asam < 7 maka ditambahkan larutan NaOH dan jika pH basa > 7 maka ditambah larutan HCl atau H₂SO₄, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 428 mL dan dimasukkan ke dalam botol BOD menggunakan corong. Lalu, ditambahkan 10 tetes *nitrification inhibitor* dan kemudian dimasukkan *magnetic stirrer*. Diambil *seal gasket* dan ditambahkan 3 tetes KOH, kemudian dimasukkan ke mulut

botol dengan hati-hati. Dipasang BOD sensor dan kencangkan dengan hati-hati, pastikan sistem tidak bocor. Letakkan botol BOD dengan sensor terpasang pada rak BOD meter unit. Letakkan sistem pengukuran BOD diatas *stirrer* yang telah disiapkan dalam inkubator dan inkubasi sampel pada suhu $\pm 20^{\circ}\text{C}$. Lakukan prosedur start.

Chemical oxygen Demand

(SNI 6989.73:2009)

Diambil sampel 5 mL sample limbah, kemudian dimasukkan kedalam vessel COD, lalu ditambahkan 3 mL natrium dikromat, kemudian 7 mL asam sulfat. Selanjutnya, didinginkan dan dimasukkan ke dalam oven 150°C dalam waktu 2 jam. Setelah itu dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan masukkan *stirrer*, lalu diteteskan 3 tetes feroin lalu dihomogenkan dan dilakukan titrasi sampai berubah menjadi warna merah kecoklatan.

Derajat Keasaman (pH)

(SNI-06-6989.11-2004)

Metode pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktifitas ion hidrogen secara potensiometri atau elektrometri dengan menggunakan pH meter. pH meter dinyalakan, dimasukkan ujung pH meter kedalam aquades. Kemudian dilakukan uji kinerja pH meter dengan buffer 7 dan 4. Kemudian masukkan ujung pH meter kedalam sampel uji dan lihat pHnya sampai pH meter berhenti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

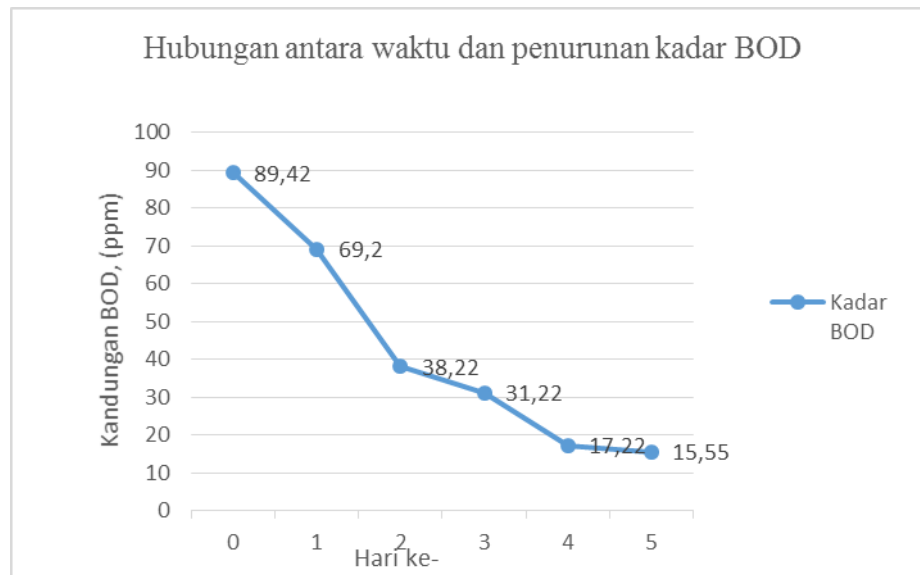
1. Biological Oxygen Demand (BOD)

Analisis BOD dilakukan untuk menentukan kekuatan pencemaran dari limbah domestik dan industri. Analisis ini merupakan salah satu analisis yang terpenting dalam aktivitas pencemaran perairan, dengan mengetahui nilai BOD memungkinkan untuk meningkatkan pencemaran air (Raisa dan Bieby, 2017).

Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat bahwa nilai BOD cenderung menurun. Penurunan nilai BOD *effluent* limbah cair disebabkan oleh lamanya waktu detensi. Semakin lama waktu detensi untuk proses degradasi limbah cair, semakin baik kualitas *effluent* yang dihasilkan. Waktu detensi diperlukan oleh akar tumbuhan kayu apu untuk menyaring atau mengikat bahan organik dan anorganik yang terdapat pada limbah cair sehingga memudahkan mikroba perombak melakukan aktivitas pendegradasiannya

Tabel 1. Hasil Pengamatan Kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD).

Waktu (Hari)	Kadar <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)
0	38 mg/L
1	24 mg/L
2	21 mg/L
3	9 mg/L
4	8 mg/L
5	7.6 mg/L



Gambar 1. Grafik hubungan antara waktu dan penurunan kadar BOD.

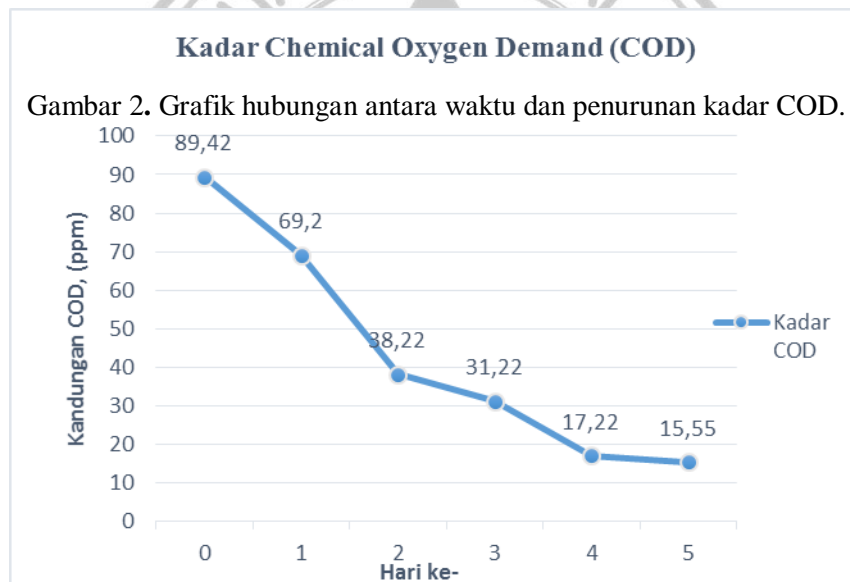
Semakin lama waktu detensi, maka nilai BOD *effluent* limbah cair juga semakin kecil. Penurunan BOD dan kenaikan DO air limbah disebabkan oleh adanya keaktifan mikroba yang terdapat pada akar *Pistia stratiotes* sebagai pemecah bahan organik secara aerob. Penurunan yang relatif mencolok terlihat pada hari ke-2 sampai dengan hari ke-3. Hal ini disebabkan karena aktivitas penyerapan kayu apu semakin tinggi sehingga penyerapan bahan organik oleh akar tumbuhan kayu apu semakin aktif dan nilai BOD turun semakin cepat. Kebutuhan nutrisi mikroba perombak untuk tumbuh dan berkembang biak telah dipenuhi oleh akar tumbuhan kayu apu hasil dari proses penyaringan atau pengikatan bahan organik dan anorganik yang terdapat pada limbah cair. Menurut Sugiharto (1987), penurunan bahan organik dan anorganik dalam air limbah menyebabkan nilai BOD juga semakin menurun, karena semakin rendah kandungan bahan organik dan anorganik dalam limbah cair maka kebutuhan oksigen oleh mikroba untuk mendegradasi atau mengikat bahan organik dan anorganik tersebut juga akan semakin kecil.

Jumlah mikroba perombak yang semakin banyak sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan kayu apu karena nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhannya diperoleh dari hasil aktivitas mikroba perombak (*Bacillus subtilis*) dalam mendegradasi bahan organik pada limbah. Mikroba perombak melakukan proses perombakan bahan organik menjadi senyawa sederhana yaitu, asam amino dan asam lemak (asam organik) hingga diperoleh amonia, nitrat, nitrit dan nitrogen. Sedangkan bahan anorganik (mineral), amonia dan nitrogen diserap oleh akar-akar tumbuhan kayu apu sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhannya, sehingga merupakan asosiasi yang saling menguntungkan. Hal ini akan berdampak semakin kecilnya jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikrob untuk mendegradasi bahan organik. Penurunan BOD juga dapat disebabkan oleh proses fitodegradasi yaitu penyerapan kontaminan organik pada air limbah yang melewati rhizosfer oleh akar dan mengalami penguraian melalui proses metabolit dalam tumbuhan.

2. Chemical Oxygen Demand (COD)

Tabel 2. Hasil Pengamatan Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD).

Waktu (Hari)	Kadar <i>Chemical Oxygen Demand</i>
0	89,42
1	69,20
2	38,22
3	31,22
4	17,22
5	15,55



Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu dan penurunan kadar COD.

Uji kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam air limbah dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kadar COD dalam limbah cair. Kadar COD yang tinggi dapat berdampak kerusakan terhadap lingkungan jika dibuang langsung ke sungai. Hal tersebut dapat membahayakan biota perairan sungai sehingga ekosistem sungai rusak akibat tercemar limbah. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian mengenai penurunan kadar COD dengan metode fitoremediasi. Tumbuhan fitoremediasi yang digunakan dalam penelitian ini yakni *Pistia stratiotes*.

Menurut Mustaniroh *et al.* (2009), penggunaan kayu apu sebagai biofilter memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan enceng gondok, diantaranya: kayu apu memiliki akar seperti bulu berbentuk labirin-labirin yang lembut dan ringan, berwarna putih, ungu dan hitam. Akar menyebar dengan akar pokok yang panjangnya dapat mencapai 90 mm, perkembangbiakan dengan tunas vegetatif lebih cepat, dan panjangnya bisa mencapai 60 cm serta pemeliharaannya juga relatif mudah.

Analisa COD dalam penelitian ini dilakukan dengan variasi waktu, sehingga dapat diketahui bahwa semakin lama waktu maka kadar penurunan COD pada air limbah akan menurun. Kadar COD

sebelum proses fitoremediasi yakni sebesar 89,42 mg/L yang berarti nilai tersebut telah memenuhi standar baku mutu. Menurut Rahardian *et al.* (2017), nilai COD merupakan nilai yang menunjukkan tebalnya bahan organik yang ada di perairan sehingga dapat menyebabkan rendahnya kadar oksigen terlarut di perairan yang dibutuhkan oleh organisme untuk respirasi.

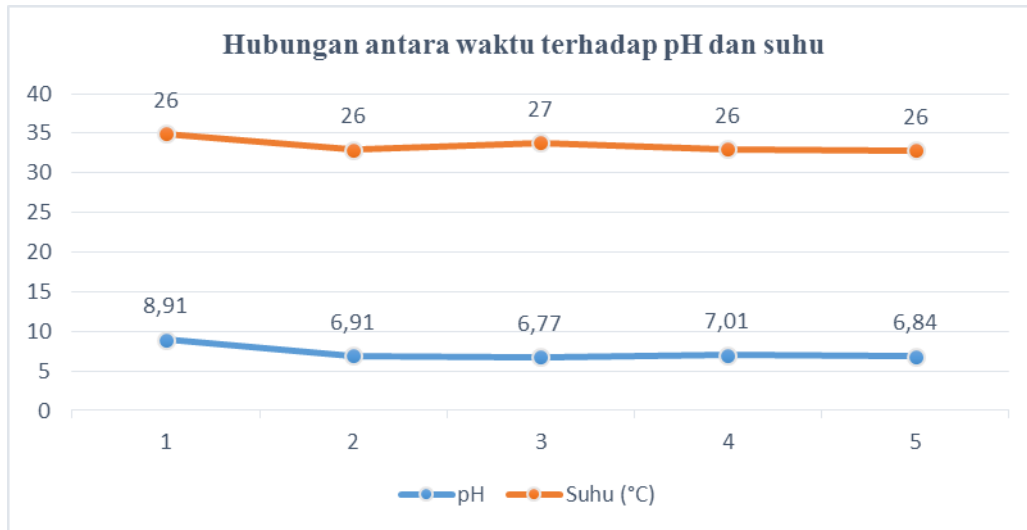
Keunggulan kayu apu sangat berpengaruh terhadap waktu detensi dalam mendegradasi bahan organik (protein dan lemak) dan anorganik (mineral) yang terkandung dalam limbah cair. Proses penyerapan bahan organik dan anorganik yang semakin cepat oleh akar tumbuhan kayu apu, maka semakin cepat pula proses perbaikan kualitas limbah cair dan efektivitas waktu detensi yang diperlukan untuk memperoleh kualitas air limbah sesuai standar dapat tercapai (Mustaniroh *et al.*, 2009). Logam berat pada limbah cair dapat diserap langsung oleh akar dan didistribusikan ke daun sebagai nutrisi. Menurut Khasanah *et al.* (2018), kayu Apu di suatu perairan akan menyerap secara langsung logam berat melalui bagian akarnya. Ada tiga proses penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan, antara lain yaitu penyerapan oleh akar, translokasi dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar logam berat tersebut tidak menghambat metabolisme tumbuhan. Kayu Apu menyerap logam berat yang terlarut di dalam air dengan akar-akarnya yang mengandung fitokelatin atau senyawa pengkhelat logam. Selanjutnya, logam yang larut dalam limbah cair menembus selaput sel yang berada di akar dan disimpan dalam vakuola, lalu kemudian bergerak melintasi selaput sel dan menuju daun.

pH dan Suhu

Penurunan nilai pH *effluent* disebabkan bahan organik (protein dan lemak) dan anorganik (mineral) telah disaring atau diikat oleh akar tumbuhan kayu apu sehingga memudahkan mikroba perombak dalam proses degradasi. Bahan organik yang telah disaring atau diikat oleh akar tumbuhan kayu apu didegradasi menjadi senyawa sederhana yaitu, asam amino dan asam lemak (asam organik) hingga diperoleh amonia, nitrat, nitrit dan nitrogen. Dengan terbentuknya asam organik hasil pemecahan protein dan lemak, maka pH akan terus menurun mendekati pH netral. Adapun bahan anorganik pada limbah cair penyamakan kulit disaring atau diikat oleh akar tumbuhan kayu apu sehingga kadar bahan organik pada limbah dapat dikurangi.

Tabel 3. Hasil Pengukuran pH dan Suhu

Waktu (Hari)	pH	Suhu (°C)
0	8,91	26
1	6,91	26
2	6,77	27
3	7,01	26
4	6,84	26
5	6,72	26



Gambar 3. Grafik hubungan antara waktu terhadap pH dan suhu.

Nilai pH yang baik adalah nilai pH yang masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air dapat berjalan dengan baik (Ginting, 1995). Nilai pH terbaik diperoleh dari perlakuan dengan waktu detensi 10 hari yaitu rata-rata sebesar 7,01. Dalam pengolahan limbah cair industri diperlukan sebuah spesifikasi sebagai acuan bahwa kadar limbah telah mencapai baku mutu dan aman untuk dibuang ke badan sungai. Berikut merupakan tabel spesifikasi limbah cair di PT Pertamina (Persero) RU III Plaju yang mengacu pada Peraturan Gubernur Sumatera Selatan.

4. Perubahan Fisik dan Warna Daun Apu Apu (*Pistia stratiotes*)

Daun *Pistia stratiotes* pada berbagai konsentrasi limbah cair mengalami beberapa gejala perubahan fisik dan warna daun. Perubahan tersebut dikarenakan respon dari *Pistia stratiotes* terhadap kandungan bahan organik dan anorganik yang terdapat di dalam limbah. Kondisi daun *Pistia stratiotes* sebelum digunakan sebagai agen fitoremediasi dapat dilihat pada gambar 4. yang memiliki daun segar berwarna hijau dan tidak rapuh. Perubahan warna daun *Pistia stratiotes* diakhir perlakuan ditunjukkan yang mengalami klorosis dan nekrosis.

Menurut Khasanah *et al.* (2018) Kayu Apu mengalami perubahan yang ditandai dengan kondisi daun yang mulai berwarna kekuningan dan akhirnya sebagian mati. Akar tanaman Kayu Apu juga mengalami kerontokan. Morfologi akar tanaman Kayu Apu yang ditumbuhkan pada medium limbah, mempunyai tekstur yang lunak dan rambut akar sebagian besar terputus karena bagian organ tanaman yang langsung berinteraksi dengan limbah adalah bagian akar. Penyerapan logam berat oleh tanaman dilakukan pertama kali oleh akar.



Gambar 4. Perubahan Morfologi daun *Pistia stratiotes* setelah digunakan sebagai agen fitoremediasi dalam waktu 10 hari.

Perubahan fisik tumbuhan pada lima hari pertama tidak banyak terjadi, hanya terlihat perubahan warna pada beberapa ujung daun. Perubahan yang cukup signifikan terjadi pada hari ke delapan hingga hari ke sepuluh. Perubahan morfologi dari tanaman fitoremediator disebabkan karena tanaman tersebut telah aktif menyerap zat pencemar yang ada di lingkungan dan berusaha untuk beradaptasi agar tetap hidup.

Tabel 4. Spesifikasi Air Limbah

No	Parameter	Metode	Baku Mutu	Satuan
1	BOD 5	SNI 06-2503-1991	80	mg/l
2	COD	SNI 6989-73:2009	160	mg/l
3	Minyak dan Lemak	SNI 06-6989-10-2004	20	mg/l
4	Sulfida (H ₂ S)	SNI 6989.70:2009	0.5	mg/l
5	Phenol Compound	SNI 06-6989-21-2004	0.8	mg/l
6	Amonia (NH ₃)	SNI 06-6989-23-2004	8	mg/l
7	pH	SNI 06-6989-23-2004	6,0-9,0	-
8	Temperatur	SNI 06-6989-23-2005	45	C

Berdasarkan tabel 4. diatas dapat dilihat bahwa nilai parameter uji yang meliputi BOD, COD, pH, dan suhu pada penelitian ini telah memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan Pemerintah Sumatera Selatan.

KESIMPULAN

Penerapan metode fitoremediasi dan penurunan kadar BOD dan COD dalam limbah cair PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit III sangat efektif dimana dalam penurunan setiap kadar dapat memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah setempat dengan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 8 Tahun 2018, tentang Baku Mutu Air Limbah.

Berdasarkan pengamatan semakin lama waktu fitoremediasi, maka kondisi morfologi daun *Pistia stratiotes* akan mengalami klorosis yang ditandai dengan daun yang menguning akibat fotosintesis yang terganggu sehingga klorofil tidak dapat diproduksi, selain itu daun *P. stratiotes* mengalami nekrosis yang ditandai dengan daun pucat keputihan dan rapuh hingga mengalami kematian

DAFTAR PUSTAKA

Alamsyah, B. 2007. Pengelolaan Limbah Di Rumah Sakit Pupuk Kaltim Bontang Untuk Memenuhi Baku Mutu Lingkungan. Tesis. Universitas Diponegoro: Semarang.

- Irhamni., Pandia, S., Purba, E., dan Hasan, W. 2018. Analisis Limbah Tumbuhan Fitoremediasi (Typha Latifolia, Enceng Gondok, Kiambang) dalam Menyerap Logam Berat. Serambi Engineering, Volume III, Edisi Khusus, 344-351.
- Khasanah, M., Moelyaningrum, A. D., dan Pujiati, R, S. 2018. Analisis Perbedaan Tanaman Kayu Apu (Pistia stratiotes) sebagai Fitoremediasi Merkuri (Hg) pada Air. Jurnal Kesehatan Lingkungan. 9 (3): 105-110.
- Mustaniroh, S. A., Wignyanto, dan Bernardus, E, S. 2009. Efektivitas Penurunan Bahan Organik dan Anorganik pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Menggunakan Tumbuhan Kayu Apu (Pistia Stratiotes L.) sebagai Biofilter. Jurnal Teknologi Pertanian 10 (1): 10-18.
- Rahman, M.W., Purwanto, M.Y.J., dan Suprihatin. 2014. Status Kualitas Air Dan Upaya Konservasi Sumberdaya Lahan Di DAS Citarum Hulu, Kabupaten Bandung. Jurnal Pengelolaan Sumber daya Alam dan Lingkungan. 4 (1): 24-34.
- Sugiharto. 1987. Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Rahardian, R., Endro, S., dan Sri, S.2017. Efisiensi Penurunan COD dan TSS dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Kayu Apu (Pistia stratiotes L.). Studi Kasus: Limbah Laundry. Jurnal Teknik Lingkungan. 3(6): 1-8.