



## Fitoremediasi Tanaman Apu-Apu (*Pistia Stratiotes*) Terhadap Penurunan Kadar Fenol, Amonia, Dan COD Limbah Inlet Kilang Minyak

Suci Ramadani<sup>1</sup>, Elfira Rosa Pane<sup>1\*</sup>, Muhammad Asnari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Indonesia

<sup>2</sup>Laboratorium PT Kilang Pertamina Internasional, Indonesia

\*e-mail korespondensi: [elfirarosapane\\_uin@radenfatah.ac.id](mailto:elfirarosapane_uin@radenfatah.ac.id)

**Abstract.** *The refinery industry produces liquid waste that contains pollutants. Waste is generated from the oil production process and processed in Primary Effluent Treatment-Secondary Effluent Treatment (PET-SET). Apu-apu plants (*Pistia Stratiotes*) can be used as another alternative to reduce the pollutant content in the waste. This study aims to reduce pollutants in waste using apu-apu plants. The method used in this research is phytoremediation using apu-apu plants and measuring the reduction in levels of phenol, ammonia, COD and changes in pH in the waste. The results obtained were the levels of phenol decreased by 14.2%, ammonia 26.5%, COD 27.96% and pH 4.2%. The results showed that phytoremediation using apu-apu plants could reduce pollutant levels in liquid waste originating from the oil refinery industry.*

**Keyword:** *Phytoremediation, *Pistia stratiotes*, COD, Phenol, Ammonia.*

**Abstrak.** Industri perkilangan menghasilkan limbah cair yang mengandung zat pencemar. Limbah dihasilkan dari proses produksi minyak dan diolah di Primary Effluent Treatment-Secondary Effluent Treatment (PET-SET). Tanaman apu-apu (*Pistia Stratiotes*) bisa digunakan sebagai alternatif lain untuk mengurangi kandungan pencemar pada limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi zat pencemar pada limbah menggunakan tanaman apu-apu. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan fitoremediasi menggunakan tanaman apu-apu dan mengukur pengurangan kadar fenol, amonia, COD dan perubahan pH pada limbah. Hasil yang didapatkan adalah kadar fenol mengalami penurunan sebesar 14,2%, amonia 26,5%, COD 27,96% dan pH 4,2%. Hasil penelitian menunjukkan fitoremediasi menggunakan tanaman apu-apu dapat mengurangi kadar pencemar dalam limbah cair yang berasal dari industri kilang minyak.

**Kata kunci:** Fitoremediasi, *Pistia stratiotes*, COD, Fenol, Amonia.

### PENDAHULUAN

Bidang industri perkilangan minyak di Indonesia cukup berkembang pesat dengan adanya kemajuan dari tahun ke tahun. Kilang minyak menghasilkan limbah dan polusi yang timbul di lingkungan sekitarnya dikarenakan adanya aktivitas ataupun kegiatan yang dilakukan dalam industri tersebut [1]. Limbah cair dari kegiatan industri memiliki kandungan senyawa kimia seperti amonia, fenol, COD dan logam-logam seperti Fe, Zn, Ca [2]

Fenol adalah polutan yang termasuk dalam limbah cair yang memiliki potensi dalam mengganggu lingkungan sekitar. Fenol dalam air bisa

menimbulkan aroma yang tidak sedap, beracun dan korosif, hingga bisa menyebabkan gangguan kesehatan manusia seperti pernafasan dan bahkan bisa menyebabkan kematian [3]. Amonia merupakan senyawa kimia bersifat non toxic, namun jika tak terionisasi maka amonia tersebut akan bersifat *toxic* (beracun). Amonia memiliki aroma tidak sedap dan cukup menyengat [4]. COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam menguraikan bahan-bahan organik yang terdapat dalam air. Penurunan COD berkaitan dengan turunnya kebutuhan oksigen untuk menguraikan bahan organik dan menunjukkan turunnya kadar pencemar dalam limbah cair. Kandungan bahan kimia dalam limbah cair bersifat korosif dan berbahaya bagi lingkungan jika jumlahnya melebihi ambang batas dan tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan sehingga diperlukan metode untuk mengolahnya sebelum dibuang ke lingkungan.

Pengolahan limbah bisa dilakukan dengan banyak metode yaitu dengan sedimentasi, filtrasi, koagulasi/flokulasi, fitoremediasi, dan bioremediasi. Fitoremediasi merupakan metode yang banyak digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah karena biaya yang relatif murah, sederhana dan menggunakan tanaman air yang mudah ditemukan dan cukup banyak potensinya di Indonesia. Fitoremediasi menggunakan tumbuhan yang bekerja sama dengan mikroorganisme untuk menyerap bahan pencemar dan mengurangi kadarnya dalam limbah cair. Penanganan limbah dengan fitoremediasi banyak dilakukan dengan menggunakan tanaman air seperti kangkung air (*Ipomoea aquatica*), eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*), apu-apu (*Pistia Stratiotes*), dan paku air (*Salviniales*). Pada penelitian ini akan digunakan tanaman apu-apu dalam menurunkan kadar fenol, amonia, pH, dan COD dalam limbah cair industri kilang [5].

Apu-Apu atau biasa disebut kayu apu adalah salah satu tanaman yang mudah berkembang biak dan mudah ditemukan. Apu-apu dapat tumbuh di air tawar, mengapung bebas, di genangan air, ataupun air yang mengalir dengan tenang dan tidak menempel di lumpur. Apu-apu memiliki akar tambahan yang dipenuhi dengan bulu-bulu akar yang halus, lebat dan cukup panjang. Akar-akar inilah yang mampu menyerap amonia, fenol, COD, dan senyawa kimia lainnya, sehingga dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi [6].



**Gambar 1.** *Pistia Stratiotes L.*

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan adalah Instrumen spektroquant Prove 600, pH meter, Oven, Gelas Kimia (25 ml, 50 ml), Labu ukur (100 ml), Pipet standar volume 5, Wadah plastic berukuran 5 liter, Tabung borosilikat dan kuvet kaca. Bahan yang digunakan adalah Tanaman apu-apu, limbah inlet industri kilang, Aquades, Reagen Ammonium test for spektroquant (Merck KGsA made in Germany), reagen Phenol test (Merck KGsA Made in Germany), sulfide test, reagen (Merck KGsA Made in Germany) Reagen COD (Merck KGsA Made in Germany).

### **Aklimatisasi Tanaman Apu-apu (*Pistia stratiotes L.*)**

Aklimatisasi adalah proses adaptasi tanaman terhadap lingkungan yang baru. Apu-apu sebanyak 8 buah dibersihkan dari kotoran yang menempel, lalu diaklimatisasi selama 3 hari. Aklimatisasi dilakukan pada wadah plastik dengan akuades sebelum dipindahkan ke wadah plastik yang berisi limbah cair.

### **Perlakuan**

Penelitian yang dilakukan berskala laboratorium dengan menggunakan wadah plastik berkapasitas 20 liter, berbentuk bulat. wadah plastik yang telah disiapkan itu diisi dengan limbah inlet sebanyak 4,5 liter. Sebelum tanaman apu-apu dimasukkan ke dalam wadah plastik, sampel limbah inlet di analisa terlebih dahulu sebagai hari ke 1. Lalu, baru dimasukkan tanaman apu-apu ke dalam wadah plastik yang telah terisi limbah. Pengamatan ini dilakukan selama 5 hari, dan setiap hari dilakukan analisa pada sampel dengan mengukur pH, COD, kadar amonia, dan kadar fenol.

### **Pengujian pH**

Pengujian pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter (Merck Dkk Hm-42x).

### **Pengujian COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

Disiapkan tabung borosilikat dan tutupnya yang bersih. Didalam tabung borosilikat dimasukkan larutan digestion solution a sebanyak 0,3 ml, digestion solution b sebanyak 2,3 ml. Lalu selanjutnya ditutup dan dihomogenkan terlebih dahulu. Dibuka tutup tabung borosilikat dan dimasukkan sampel sebanyak 3 ml dan ditutup kembali. Lalu, dihomogenkan dan diletakkan ke dalam gelas kimia dan dimasukkan ke dalam oven bersuhu 150°C selama 2 jam. Setelah 2 jam, didinginkan terlebih dahulu. Setelah dingin, dianalisa dengan spektroquant prove 600 pada panjang gelombang 200-800 nm.

### **Pengujian Fenol**

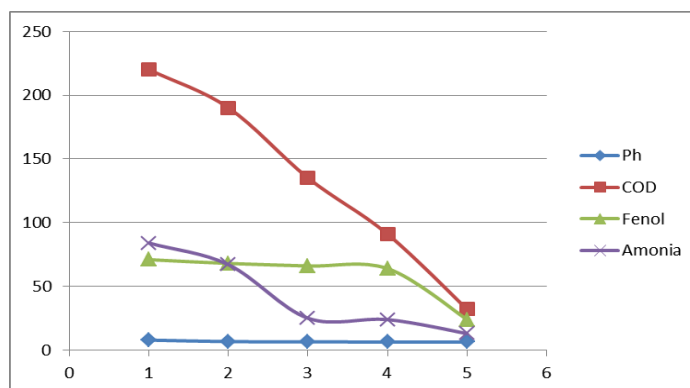
Sampel limbah diambil sebanyak 10 ml, lalu dimasukkan reagen dari fenol, reagen pH-1 sebanyak 1 ml dan dihomogenkan, lalu dimasukkan reagen pH-2 dan dihomogenkan, lalu dimasukkan reagen pH-3 dan dihomogenkan. Ditunggu selama 15 menit. Apabila terdapat perubahan warna sampel menjadi merah bata, dapat dipastikan bahwa sampel mengandung fenol yang tinggi. Kemudian

dianalisa dengan spektroquant prove 600 pada panjang gelombang 200-800 nm.

### Pengujian Amonia

Diambil sampel 5 ml, lalu dimasukkan reagen dari amonia, reagen  $\text{NH}_3$ -1 sebanyak 0,6 ml dan dihomogenkan. Lalu, dimasukan reagen  $\text{NH}_3$ -2 sebanyak 1 skup dan dihomogenkan, lalu ditunggu selama 5 menit. Setelah 5 menit, dimasukkan reagen  $\text{NH}_3$ -3 sebanyak 4 tetes dan dihomogenkan. Ditunggu selama 15 menit. Apabila terdapat perubahan warna, dapat dipastikan sampel tersebut mengandung kadar amonia yang tinggi. Kemudian dianalisa dengan spektroquant prove 600.pada panjang gelombang 200-800 nm.

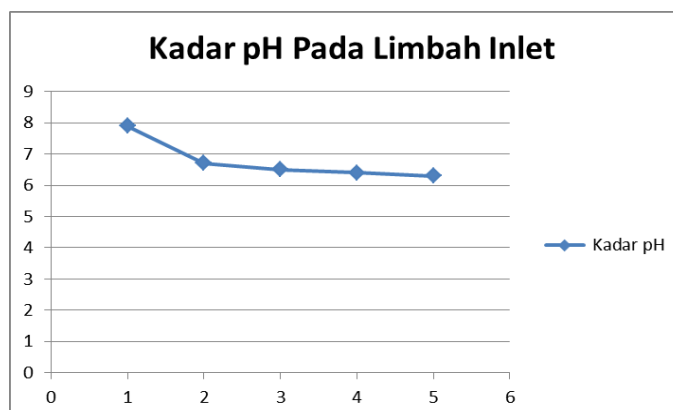
### HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Grafik seluruh parameter

Penurunan kadar zat pencemar yang di dalam limbah cair oleh tanaman apu-apu dari hari ke-1 sampai hari ke-5 pada parameter uji pH, amonia ,fenol dan COD bisa dilihat dari grafik dan tabel diatas. Dilihat dari grafik dan tabel untuk 4 parameter yang digunakan, artinya tanaman apu-apu cukup berpotensi dalam menurunkan kadar pencemar pada limbah inlet.

### Perubahan Kadar Parameter pH Pada Limbah Inlet

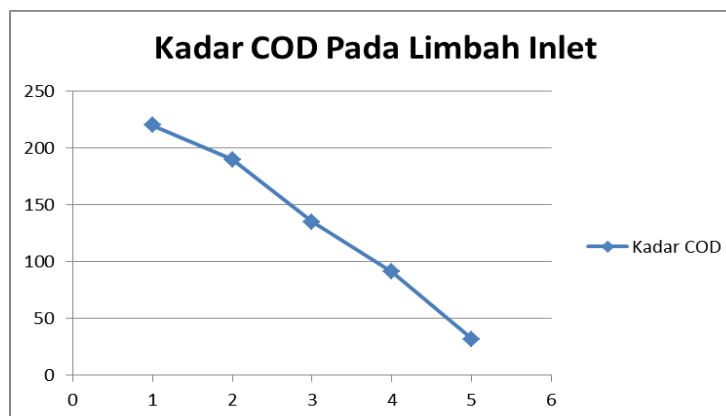


Gambar 2. Grafik Kadar pH

Pada perubahan kadar pH dalam air limbah selama proses fitoremediasi berlangsung dapat dilihat pada grafik diatas. Pengukuran pH bertujuan untuk

mengetahui kondisi keasaman suatu lingkungan dengan menggunakan alat yang bernama pH meter. Semua perlakuan dari hari ke-1 sampai dengan hari ke-5 menunjukkan terjadinya penurunan pH. Menurut Billah (2020), penurunan pH tersebut bisa terjadi karena terdapat proses biodegradasi bahan organik. Jadi bagian tanaman yang mati akan diuraikan oleh mikroorganisme yang di dalam air, sehingga dalam proses penguraian bahan organik itu akan memengaruhi nilai pH [7] Adanya aktivitas dari mikroorganisme pendegradasi itulah yang membuat pH menjadi turun karena telah diuraikan-nya senyawa organik menjadi asam organik [8].

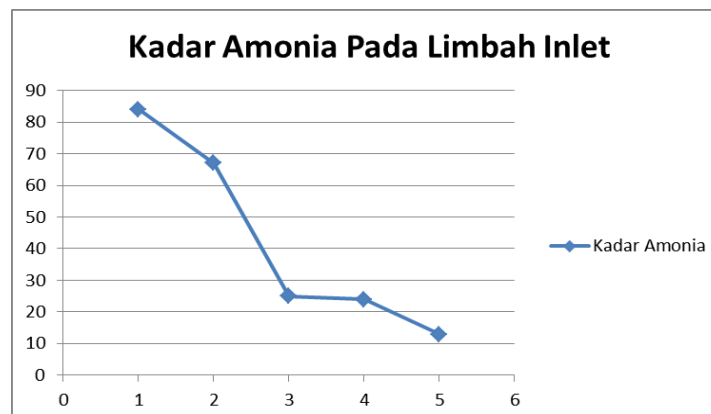
### Perubahan Kadar Parameter COD Pada Limbah Inlet



**Gambar 3.** Grafik Kadar COD

Pada perubahan kadar COD dalam air limbah selama proses fitoremediasi berlangsung dapat dilihat pada grafik diatas. Kadar COD mengalami penurunan yang cukup signifikan pada hari ke-1 sampai hari ke-5. Penurunan konsentrasi COD terjadi karena adanya mekanisme proses rhizofiltrasi yaitu akar tanaman apu-apu dimanfaatkan dalam menyerap zat pencemar dalam air limbah. Lalu dilanjutkan dengan proses fitodegradasi yaitu penguraian kontaminan dalam air limbah Penguraian melalui proses metabolisme dalam tumbuhan di bagian akar. Lalu, dilanjutkan proses fitovolatiliasasi yaitu proses pelepasan kontaminan ke udara setelah terserap oleh tanaman.

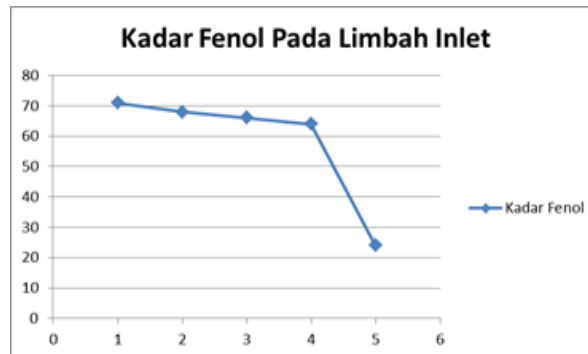
### Perubahan Kadar Parameter Amonia Pada Limbah Inlet



**Gambar 4.** Grafik Kadar Amonia

Pada perubahan kadar amonia dalam air limbah selama proses fitoremediasi berlangsung dapat dilihat pada grafik diatas. Kadar Amonia mengalami penurunan yang cukup signifikan pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-5, tapi mengalami penurunan pada hari ke-7,8, dan 9. Amonia mengalami penurunan karena adanya akar dari tanaman apu -apu yang menyerap zat kontaminan. Jadi, ada yang namanya proses rhizodegradasi dan fitodegradasi yaitu degradasi amonium oleh mikroorganisme di daerah perakaran. Lalu hasil degradasi itu akan diserap kembali oleh bagian dalam tanaman seperti batang dan daun.

### Perubahan Kadar Parameter Fenol Pada Limbah Inlet



**Gambar 5.** Grafik Kadar fenol

Pada perubahan kadar fenol dalam air limbah selama proses fitoremediasi berlangsung dapat dilihat pada grafik diatas. Kadar fenol mengalami penurunan pada hari ke-1 sampai dengan hari ke-5. Penurunan konsentrasi fenol itu terjadi karena adanya akar dari tanaman apu-apu yang dapat menyerap zat kontaminan pada air limbah.

### Perubahan Kadar Parameter Sulfida Pada Limbah Inlet

Pada perlakuan fitoremediasi dengan parameter sulfida ini, dimana pada hari ke-1, yaitu hari saat sampel limbah masih bisa dibilang limbah inlet murni. Jadi, pada saat analisis di hari ke-1 memang menunjukkan nilai low (rendah), yang artinya bisa dibilang bahwa memang dari awal tidak terdapat kandungan sulfida, sehingga tidak diteruskan dalam perlakuan fitoremediasi ini.

### Karakteristik Pertumbuhan Morfologi Tanaman Apu-Apu Selama Fitoremediasi



**Gambar 2.** Kondisi Tanaman Hari ke-1



**Gambar 3.** Kondisi Tanaman Hari ke-2



**Gambar 4.** Kondisi Tanaman Hari ke-3



**Gambar 5.** Kondisi Tanaman Hari ke-4

**Gambar 6.** Kondisi Tanaman Hari ke-5

Pada gambar 2-6 di atas, terlihat perubahan-perubahan morfologi pertumbuhan dari tanaman apu-apu selama fitoremediasi berlangsung. Pada hari ke-1, hari saat tanaman apu-apu baru dimasukkan ke dalam sampel limbah, sehingga kondisi tanaman apu-apu masih segar dengan akar tanaman yang panjang dan berwarna kuning kecoklatan serta daun yang berwarna hijau muda. Pada hari ke-2, kondisi tanaman apu-apu tidak mengalami perubahan morfologi apapun, kondisi-nya masih sama seperti pada hari ke-1. Pada hari ke-3, tanaman apu-apu mulai terdapat perubahan, yaitu daun terluar dari tanaman apu-apu di bagian ujungnya itu mulai berubah warna jadi kekuningan. Pada hari ke-4, kondisi tanaman apu-apu tidak terdapat perubahan morfologi apapun, kondisi-nya masih sama seperti hari ke-3. Pada hari ke-5, kondisi tanaman apu-apu terdapat perubahan yang ditandai dengan daun yang mulai kering berwarna kecoklatan dan layu.

Semakin lama waktu dalam perlakuan fitoremediasi menunjukkan adanya perubahan pada warna daun yang awalnya warna hijau segar menjadi berubah warna kekuningan. Hal itu terjadi karena berkurangnya zat hara di dalam air limbah dan terserapnya zat toxic oleh tumbuhan.

## KESIMPULAN

Tanaman apu-apu memiliki kemampuan fitoremediasi yang baik dan signifikan dalam menurunkan kadar fenol, amonia, COD serta pH. Semakin banyak tanaman apu-apu yang digunakan, maka semakin efektif bagi tanaman apu-apu dalam menyerap zat pencemar yang ada dalam air limbah inlet. Semakin lama



---

waktu fitoremediasi juga mempengaruhi kondisi fisik dari tanaman apu-apu.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Utami, S. Sunaryo, and S. Sedjati, "Studi Penggunaan Kitosan Terhadap Penurunan Kadar Amoniak Pada Limbah Cair Kilang Minyak Outlet Impounding Basin (OIB) Pertamina RU VI Balongan, Indramayu," *J. Mar. Res.*, vol. 3, no. 1, pp. 20–26, 2014, doi: 10.14710/jmr.v3i1.4593.
- [2] O. I. B. Pertamina, R. U. Vi, E. Novritasari, S. Sedjati, and B. Yulianto, "Optimasi Penggunaan Adsorben Kitosan 0,9 % Terhadap Daya Serap Amoniak Dalam Air Limbah Kilang Minyak Outlet Impounding Basin," vol. 3, no. C, pp. 54–60, 2013.
- [3] A. J. Rahmawan, H. Effendi, and S. Suprihatin, "Potensi rumput vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L.) dan kangkung (*Ipomoea aquatica* Forsk.) sebagai agen fitoremediasi limbah industri kayu," *J. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkung. (Journal Nat. Resour. Environ. Manag.*, vol. 9, no. 4, pp. 904–919, 2019, doi: 10.29244/jpsl.9.4.904-919.
- [4] K. Amonia, P. Sistem, and B. Ikan, "© e-JRTBP Volume 3 No 1 Oktober 2014," vol. III, no. 1, pp. 2–5, 2014.
- [5] A. Artiyani, "Penurunan kadar N-Total Dan P-Total pada limbah cair tahu dengan metode fitoremediasi aliran batch dan kontinyu menggunakan tanaman hydrilla verticillata," *Spectra*, vol. IX, no. 18, pp. 9–14, 2011.
- [6] W. A. Wirawan, R. Wirosodarmo, and L. D. Susanawati, "Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Tanaman Kayu Apu Dengan Teknik Tanaman Hidroponik Sistem DFT," *Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 1, no. 2, pp. 63–70, 2014, [Online]. Available: <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/134>.
- [7] A. R. Billah, A. D. Moelyaningrum, and P. T. Ningrum, "Phytheremediasi Chromium Total (Cr-T) menggunakan kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) pada limbah cair batik," *J. Biol. Udayana*, vol. 24, no. 1, p. 47, 2020, doi: 10.24843/jbiounud.2020.v24.i01.p06.
- [8] P. Soheti, L. O. Sumarlin, and D. P. Marisi, "Fitoremediasi Limbah Radioaktif Cair Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) Untuk Menurunkan Kadar Torium," *Eksplorium*, vol. 41, no. 2, p. 139, 2020, doi: 10.17146/eksplorium.2020.41.2.6092.