|  |  |
| --- | --- |
| Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P) | **F:\UNP KEDIRI\Jurnal Biologi dan Pembelajarannya-semnas 2015\admin jurnal dan logo\revisi-oke.jpg** |
| Nomor e-ISSN: 2406 – 8659  http://efektor.unpkediri.ac.id/index.php/biologi |

**Rancang Bangun Moolief Bioreactor untuk Remidiasi**

**Air Sungai Tercemar Limbah Industri Kertas**

**di Daerah Kertosono-Nganjuk**

**Amalia Nurasih1, , Tri Yulian Widya1, Krisnawati1, Agus Muji Santoso2**

1. Mahasiswa Pendidikan Biologi,
2. Staf Pengajar Prodi Pendidikan Biologi,

Fakultas keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusantara PGRI Kediri

Email: nurasih\_amalia@yahoo.co.id

**Abstrak**

Kertosono merupakan salah satu daerah industri yang memproduksi kertas. Selama ini pembuangan limbah industri tersebut banyak dibuang di sungai. Padahal sungai mempunyai peranan yang sangat penting bagi mayarakat. Berbagai aktivitas manusia seperti pembuangan limbah industri dan rumah tangga menyebabkan menurunnya kualitas air sungai. Jenis limbah yang dapat mencemari kualitas air sungai yaitu adanya limbah fisik, kimiawi, mikroorganisme dan logam berat yang terkandung didalamnya. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan suatu solusi untuk menanganinya. Salah satunya dengan cara memperkenalkan kepada masyarakat tentang alternatif penjernihan air yang tercemar limbah rumah tangga maupun limbah industri dengan pemanfaatan media tumbuhan. Metode penggunaan bahan penjernih air *Spirogyra* dan *Azolla* sebagai bahan penyaring air dari logam berat yang di susun dalam bak kaca nomer 1, kaporit dan tawas sebagai penyaring limbah kimiawi disusun dalam bak nomer 2, serbuk biji kelor sebagai penyaring logam berat disusun dalam bak nomer 3, dan kerikil, batu zeolit, gerabah liat, arang tempurung kelapa dan ijuk untuk penyaring limbah padatan serta mikrobiologi disusun dalam bak nomer 4. Penggunaan aplikasi ini memiliki keuntungan dengan biaya yang lebih murah, bahan mudah di dapat, dan masyarakat mudah untuk mengaplikasikannya.

**Keywords** : *Moolief bioreactor, Limbah sungai, Industri kertas dan Kertosono-Nganjuk.*

|  |
| --- |
|  |

**PENDAHULUAN**

Air merupakan senyawa yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup dan fungsinya tidak dapat digantikan oleh senyawa lainnya. Kuantitas dan kualitas air merupakan faktor penting yang menentukan kesehatan makhluk hidup. Oleh karena itu, pemeliharaan akan kualitas dan kuantitas sangatlah penting demi suatu kelestarian lingkungan yang berkelanjutan.

Kertosono merupakan salah satu kota yang memiliki masalah pencemaran sungai akibat limbah industri kertas yang semakin tinggi, di sisi lain pertumbuhan industri telah menimbulkan masalah lingkungan yang cukup serius. Buangan air limbah industri kertas mengakibatkan pencemaran air sungai yang dapat merugikan masyarakat yang tinggal di sepanjang aliran sungai dan berkurangnya pemanfaatan air sungai oleh penduduk.

Dengan berkembangnya kota-kota besar, kebutuhan akan air bersih akan meningkat. Di samping itu, semakin tingginya konsentrasi penduduk dan industri di daerah perkotaan menimbulkan masalah antara lain timbulnya daerah kumuh, dan menurunnya kualitas air. Jenis limbah yang dapat mencemari kualitas air yaitu adanya limbah fisik, kimiawi, mikroorganisme dan logam berat yang terkandung didalamnya.

Salah satu jenis limbah industri yang dapat menimbulkan pencemaran air adalah limbah industri kertas. Industri pengolahan hasil hutan ini merupakan salah satu penyumbang limbah cair yang cukup berbahaya bagi lingkungan (Cahyono, 2007 dalam Faqih, 2014). Kebutuhan manusia akan kertas sangat diperlukan dalam kebutuhan sehari-hari sehingga permintaan kertas terus meningkat baik dari segi kapasitas, produksi dan konsumsinya. Sehingga pengelolaannya juga membutuhkan air dalam jumlah yang banyak.

Menurut Setiawan dan Prastiyo (2005, dalam Girsang, 2014) proses pengolahan kertas menggunakan berbagai macam zat kimia seperti Kalsium karbonat, titan dioksida, kaolin, dan bahan kimia lainnya yang mengandung bahan kimia berbahaya dan menyebabkan limbah industri kertas ini peningkatan total padatan terlarut (TSS) dan logam berat yang juga menghasilkan BOD (*Biological Oxygen Demand*) tinggi.

Sejauh ini alat penyaringan penjernih air produksi pabrik masih kurang efektif untuk dikonsumsi. Rata-rata 50 persen air isi ulang masih banyak mengandung bakteri *E.coli* walaupun sudah menggunakan alat penyaringan seperti sinar ultraviolet atau bahan lainnya” (Haryanto, 2014). Alat penjernih air komersial biasanya menggunakan energi gelombang elektromagnetik yang memerlukan biaya yang cukup mahal, sehingga kurang mampu dijangkau oleh semua lapisan masyarakat. Makalah ini memaparkan desain *Moolief Bioreactor* yang mampu mengatasi masalah-masalah tersebut dengan menggunakan bahan-bahan lokal yang aman dan terjangkau. Aplikasi bioreaktor ini memiliki keuntungan dengan biaya yang lebih murah, bahan mudah didapat, dan masyarakat mudah untuk mengaplikasikannya.

**PEMBAHASAN**

1. **Perancangan *Moolief Bioreactor***

Rancangan alat yang digunakan akan melalui metode *Moolief Bioreactor* terdiri dari 4 tahap penjernihan, yang dirancang khusus sesuai kegunaan dalam proses penjernihan. antara lain:

1. Tahap pertama

Tahap penjernihan pertama menggunakan bak kaca pertama yang berisikan *Azolla*  dan *Spirogyra* yang akan mengurangi limbah seperti: limbah kimia, logam berat (Pb). Di dalam bak ini dilakukan penampungan terlebih dahulu karena disesuaikan dengan sifat tanaman yang lama untuk menyerap limbah-limbah tersebut.

1. Tahap kedua

Pada tahap ini menggunakan bak kaca kedua yang berisi kapur dan tawas, yang akan menyaring limbah cair seperti dapat membunuh kuman atau bakteri yang terkandung didalam air.

1. Tahap ketiga

Tahap ini didalam bak kaca ketiga memanfaatkan tepung biji kelor (*Moringa oleifera*) yang sudah tua dan kering dihaluskan yang berfungsi untuk mengabsorsi logam berat dan bakteri yang masih lolos pada proses bioreaktor bak kaca 1-2

1. Tahap keempat

Tahap ini didalam bak kaca keempat berisikan kerikil, batu zeolit, gerabah liat, arang tempurung kelapa dan ijuk, dalam lapisan ini akan mengurai BOD oleh arang tempurung kelapa, dan menyaring limbah padatan.

1. **Efektifitas Bahan *Moolief Bioreactor***
2. Batu Zeloite

Pada penelitian ini digunakan zeolite alami tanpa perlakukan (aktivasi) apapun, baik secara fisika maupun kimia. Kemampuan zeolite sebagai *iron-exchanger* dengan menghasilkan *reactive oxygen* species sudah lama diketahui, terutama yang berkaitan dengan proliferasi kanker, yang dilaporkan dalam berbagai literatur. Pembentukan radikal ini menyebabkan zeolit bisa menurunkan *E.coli* dalam air seperti yang ditemukan (Yudhastuti, 1993 *dalam* Rahman, 2004).

1. Kerikil

Kerikil berfungsi untuk menyaring kotoran-kotoran kasar yang ada didalam air dan membantu aerasi oksigen. Reaktor kerikil dengan diameter rata-rata 2,025 cm mampu menurunkan konsentrasi organik sampai 3,02 mg/L dengan effisiensi penyisihan mencapai 73,17% dan menurunkan kekeruhan sampai 0,5 NTU dengan effisiensi mencapai 96% (Notodarmodjo., *et al* 2004).

****

Tahap 4 : kerikil, batu zeolit, gerabah liat, arang tempurung kelapa dan ijuk untuk penyaring limbah padatan serta mikrobiologi disusun dalam bak kaca­­

Tahap 3 : serbuk biji kelor sebagai penyaring logam berat disusun dalam bak kaca

Tahap 2 : kaporit dan tawas sebagai penyaring limbah kimiawi disusun dalam bak kaca

Tahap 1 : *Spirogyra* dan *Azolla* sebagai bahan penyaring air dari logam berat yang di susun dalam bak kaca

**Gambar 1. Rancangan *Moolief bioreactor***

1. Arang kelapa

Arang berfungsi untuk menghilangkan bau, rasa tidak enak dalam air dan juga menjernihkan. Studi penelitian tentang pemanfaatan 1000 gram arang tempurung kelapa yang telah dibuat, dipanaskan dalam oven dengan ranah suhu 400 - 8000C selama 4 jam digunakan untuk menjernihkan air sumur terjadi penurunan pH, angka kesadahan, kandungan NaCl, BOD, dan COD (Suhartana, 2006).

1. Gerabah tanah liat

Lempung adalah silikat yang berdiameter kurang dari 4 mikrometer. Lempung mengandung leburan silika dan/atau aluminium yang halus. Unsur-unsur ini, silikon, oksigen, dan aluminum yang cocok digunakan sebagai penyaring alami. Efektifitas penurunan kadar kekeruhan setelah melalui perlakuan filter gerabah tanah liat dengan berbagai perbandingan campuran karbon aktif mencapai 62,4 % dan efektifitas filter gerabah tanah liat, karbon aktif, dan sirih terhadap penurunan kadar kekeruhan dan kandungan *E. coli* (Dewi, 2013).

1. Ijuk

Ijuk berfungsi sebagai penyaring kotoran-kotoran halus mengandung banyak Lignoselulosa. Media penyaringan yang digunakan adalah pasir dengan ketebalan 20 cm, kerikil dengan ketebalan 30 cm dan ijuk adalah 5 cm. Penyaringan ini dapat menurunkan kadar-kadar seperti kekeruhan sebelum penyaringan 5,1 NTU dan setelah penyaringan menjadi 5,0 NTU, begitu juga zat besi (Fe) sebelum penyaringan mencapai 1,5 mg/lt dan setelah penyaringan 1,0 mg/lt, dan plurida sebelum penyaringan 1,7 mg/lt dan setelah penyaringan 1,5 mg/lt. Sedangkan Mangan (Mn) sebelum penyaringan adalah 0,6 mg/ltdan setelahnya 1,5 mg/lt, dan banyak lagi yang lain yang sudah sesuai dengan permenkas RI no 416/Menkes/PER/IX/1990 (Pangidoan., *et al*).

1. Tawas dan Kapur

Berdasarkan hasil analisis diperoleh jumlah optimum tawas dan kapur masing-masing sebesar 41,817 ppm dan 0,0213 gram untuk mengendapkan 300 mL air keruh dengan konsentrasi pengeruh 1800 ppm. Waktu reaksi adalah 5 menit. Kecepatan pengadukan optimum diperoleh pada kecepatan 4 rpd. Sedangkan untuk variasi konsentrasi didapat persamaan tawas : y = 0,0006 (pengeruh) + 39,2105 dan kapur : y = 1E-06 (pengeruh) + 0,017 (Putra., *et al*, 2009).

1. Biji kelor

Biji buah kelor (*Moringa oleifera*) mengandung zat aktif *rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate*, yang mampu mengadopsi dan menetralisir partikel-partikel lumpur serta logam yang terkandung dalam air limbah suspensi, dengan partikel kotoran melayang di dalam air. Berdasarkan hasil penelitian Pandia tahun 2005 bahwa pada dosis biji kelor 0,4-0,5 gr/l dan ukuran 300 mesh serta waktu 4-6 jam diperoleh efektivitas penjernihan optimum (penyisihan turbiditas, TDS dan TSS masing-masing 78,28% dan 72,13% sedang penurunan pH sebesar 7,63%).

1. *Spirogyra*

Penurunan konsentrasi bahan organik menggunakan Spirogyra sp. Berlangsung efektif hingga hari keenam. *Spirogyra sp* mampu tumbuh dan mentolelir limbah budidaya sidat pada dosis limbah 25% dan 50%. *Spirogyra sp* pada perlakuan dosis limbah 50% memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menurunkan bahan organik limbah budidaya sidat dibandingkan perlakuan lainnya (Apriadi, 2014).

1. *Azolla*

*Azolla* menunjukkan kapasitas untuk menghilangkan kotoran seperti logam berat, anorganik nutrisi, bahan peledak dari air limbah. Sifat pertumbuhan yang cepat, kapasitas penyerapan yang tinggi pada logam berat menjadikan azolla berpotensi besar untuk digunakan dalam teknologi fitoremediasi (Dhir, 2009). Pamanfaatan *Azolla* selain sebagai sumber pupuk juga di kembangkan sebagi agen fitoremediasi yang teleh dikembang di berbagai negara, *Azolla* mampu menyerap dan menstabilkan unsur- unsur timbal (Pb). *Azolla* memilki adaptasi yang tinggi pada konsentrasi Pb, yang cukup tinggi. Pertumbuhan *Azolla* pada kosentrasi Pb 50 ppm lebih baik dibandingkan pada Pb 0 ppm, dimana *Azolla* menyerap Pb pada daun 5.5 ppm dan pada akar 18.2 ppm. *Azolla* yang di biakan pada air tailing justru mampu menyerap Pb pada daun hingga 94 ppm dan pada air PAM hanya 22 ppm (Juhaeti D S, 2003).

1. **Keuntungan *Moolief bioreactor***
2. Air hasil penyaringan cukup bersih untuk keperluan rumah tangga
3. Aplikasi ini mudah untuk di apilikasikan oleh masyarakat
4. Membuatnya cukup mudah dan sederhana pemeliharaannya
5. Bahan-bahan yang digunakan mudah didapatkan di daerah pedesaan.

**SIMPULAN**

Pembuatan alat penjernih air alami dengan media tumbuhan dilakukan 4 tahap dalam penyaringan tahap 1 menggunakan *Azolla* dan *Spirogyra*. Tahap ke 2 menggunakan tawas, batu kapur, dan kaporit. Tahap ke 3 menggunakan serbuk biji kelor sebagai koagulan alami. Tahap ke 4 menggunakan batu, keriki, arang tempurung kelapa dan gerabah liat, ijuk Perbandingan alat yang digunakan di pabrik dengan penjernih alami dari harga alat dari pabrik lebih mahal sedangkan keunggulan dari penjernih alami menggunakan bahan alami dari media tumbuhan**.** Pada setiap media yang digunakan mempunyai tingkat efektifitas yang berbeda dalam menyerap partikel limbah. *Moolief bioreactor* yang mampu mengatasi masalah-masalah tersebut dengan menggunakan bahan-bahan lokal yang aman dan terjangkau. Aplikasi bioreaktor ini memiliki keuntungan dengan biaya yang lebih murah, bahan mudah didapat, dan masyarakat mudah untuk mengaplikasikannya.

**SARAN**

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait rancangan *Moolief bioreactor* dalam meremediasi air limbah yang ditinjau dari segi fisika, kimia, dan mikrobiologi.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami ucapkan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dana hibah PKM tahun anggaran 2015.

**DAFTAR RUJUKAN**

Apriadi T., dkk. 2014. Fitoremediasi Limbah Budidaya Sidat Menggunakan Filamentous Algae (*Spirogyra sp*.). Depik, 3(1) : 46 – 55, April 2014.

Cahyono, Rachman. 2007. Dampak Limbah Cair PT Basuki Rahmat, Banyuwangi terhadap Kesehatan Masyarakat. Universitas Diponegoro Semarang

Dewi S. Y. 2013. Efektitas Filter Gerabah tanah Liat, Karbon Aktif dan Ekstrak Sirih dalam Pengelolaan Air Baku Skala Rumah Tangga*.* Fakultas Teknik Universitas Satya Negara Indonesia. *Jurnal Lingkungan Tropis*. ISSN No. 1978-2713 Volume 5 No. 2.

Dhir B. 2009. Salvina: An Aquatic Fern With Potensial Use in Phytoremediation. Environ. We Int.J.Sci.Tech.

Faqih, Nurul. 2014. Efektivitas Biji Jayanti (*Sesbania sesban*) sebagai Biokoagulan dalam memperbaiki sifat fisik dan kimiawi limbah cair industri kerta. Universitas Pendidikan Indonesia.

Girsang, Lia Raskaria. 2014. Potensi tanaman air *Zantedeschia aethiopica, Echinodorus palaefolius* dan *Pontederia lanceolata* sebagai Agen Fitoremediasi Logam Pb pada Limbah Cair Industri Kertas. Universitas Pendidikan Indonesia.

Haryanto B. 2014. *Bahaya mengkonsumsi Air Isi Ulang*. http://carramengobati.wordpress.co /category/ bahaya-bahaya/ bahaya mengkonsumsi-air-isi-ulang. Diakses 03 Maret 2015.

Juhaeti D S. 2003. Serapan Karbondioksida (CO‑) Jenis-Jenis Pohon di Taman Buah "Mekar Sari" Bogor, Kaitannya dengan Potensi Mitigasi Gas Rumah Kaca. Bogor

Kristaufan, dkk. 2010. Pengolahan Air Limbah Industri Kertas Karton dengan Up-Flow Anaerobic *Sludge* Blanket (UASB) dan Lumpur Aktif. Berita Selulosa : Vol. 45, No. 1, hal 22-31

Notodarmodjo S., Astuti A., Juliah A. 2004. Kajian Unit Pengolahan Menggunakan Media Berbutir dengan Parameter Kekeruhan, TSS, Senyawa Organik dan pH. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Bandung. *Jurnal PROC. ITB Sains & Tek*. Vol. 36 A, No. 2, 2004, 97-115.

Pangidoan., Syahroni. . Pengolahan Air Bersih di Lingkungan Kampus Universitas Pasir Pengaraian dengan *Sistem Up Flow*. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.

Putra S., Rantjono S., Arifiansyah T. 2009. Optimasi Tawas dan Kapur Untuk Koagulasi Air Keruh dengan Penanda I-13. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir –BATAN. *Seminar Nasional V SDM Teknologi Nuklir* ISSN 1978-0176.

Rahman A,. Hartono B. 2004. Penyaringan Air Tanah dengan Zeolit Alami untuk Menurunkan Kadar Besi dan Mangan. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia. *Jurnal Makara, Kesehatan,* Vol. 8, No. 1, Juni 2004: 1-6.

Rahmawati, D. 2011. Pengaruh Kegiatan Industri terhadap Kualitas Air Sungai Diwak di Bergas Kabupaten Semarang dan Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai. Universitas Diponegoro: Semarang.

Suhartana. 2006. Pemanfaatan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Belor Kecamatan Ngaringan Kabupaten Grobogan. *Jurnal Berkala Fisika* ISSN : 1410 – 9662 Vol. 9, No. 3 Juli 2006, hal. 151-156