



Teknologi Alternatif Mengolah Air Limbah Dengan Media Tanaman

Gusti Rusmayadi

Universitas Lambung Mangkurat

gustirusmayadi@ulm.ac.id

Info Artikel : ABSTRAK

Diterima : 2 Mei 2023
 Disetujui : 22 Mei 2023
 Dipublikasikan : 31 Mei 2023

Perindustrian yang berada di Banjarbaru, Kalimantan Selatan terletak di tengah - tengah pemukiman penduduk. Limbah cair yang dihasilkan menimbulkan masalah bagi pencemaran lingkungan sekitar. Pencegahan yang dilakukan dengan cara mengangkut limbah menggunakan truk kemudian di buang ke tempat lain. Pembuangan limbah cair di beberapa lahan milik warga tanpa unit pengolahan berdampak pencemaran bahkan berpotensi konflik dengan warga. Kelompok industri tahu sebagai mitra 1 yang didampingi pada Program Kemitraan Masyarakat (PKM) perlu mendapatkan perhatian. Penyediaan tempat penampung limbah pada salah satu lahan warga untuk diolah sebelum dimanfaatkan untuk usaha tani menjadi solusi yang tepat menangani permasalahan limbah industri selama ini. Kelompok tani sebagai mitra 2 yang didampingi pada Program Kemitraan Masyarakat, merupakan kelompok tani lahan kering yang usaha taninya sangat bergantung dari curah hujan. Usaha tani musim kemarau umumnya dilakukan di pekarangan rumah. Sedangkan pada musim hujan usaha tani dilakukan di lahan tani. Melihat potensi lahan tani yang cukup luas, dengan limbah cair tahu berlimpah, tentunya dapat meningkatkan produksi tanaman lahan kering di kelurahan Sasi. Oleh sebab itu dibutuhkan metode pengolahan limbah yang ramah lingkungan dan berdampak pada terpenuhinya kebutuhan bagi usaha tani. Dengan metode ini maka luaran yang diharapkan dari kelompok tani adalah mampu melakukan pengolahan limbah cair tahu dengan mudah, ramah lingkungan dan dapat memenuhi kebutuhan irigasi maupun pupuk bagi tanaman. Keterampilan untuk mengubah limbah cair menjadi lebih ramah lingkungan dan dapat digunakan sebagai irigasi. Penerapan iptek pada kegiatan PKM ini juga telah berdampak pada perubahan mainset petani disekitar areal industri tahu untuk menjadikan limbah sebagai kebutuhan utama dalam usaha budidaya tanaman dan ternak.

Kata Kunci : Teknologi Alternatif, Mengolah Air Limbah, Media Tanaman

ABSTRACT

The industry located in Banjarbaru, South Kalimantan is located in the middle of a residential area. The resulting liquid waste creates problems for environmental pollution. Prevention is carried out by transporting waste using trucks and then dumping it elsewhere. Disposal of liquid waste in several lands owned by residents without a processing unit has an impact on pollution and even has the potential for conflict with residents. The tofu industry group as partner 1 who is assisted in the Community Partnership Program (PKM) needs attention. Provision of a waste container on one of the residents' lands to be processed before being used for farming is the right solution to dealing with the problem of industrial waste so far. The farmer group as partner 2 who is assisted in the Community Partnership Program, is a group of dry land farmers whose farming activities are very dependent on rainfall. Dry season farming is generally carried out in the yard of the house. While in the rainy season farming is carried out on farm land. Seeing the potential for farming land that is quite extensive, with abundant tofu liquid waste, of course it can increase dryland crop production in the Sasi subdistrict. With this method, the expected output of farmer groups is being able to process tofu liquid waste easily, is environmentally friendly and can meet the needs of irrigation and fertilizer for plants. Skills to change liquid waste to be more environmentally friendly and can be used as irrigation. The application of science and technology to PKM activities has also had an impact on changing the mindset of farmers around the tofu industrial area to make waste a major requirement in the cultivation of crops and livestock.

Keywords: *Alternative Technology, Wastewater Treatment, Plant Media*



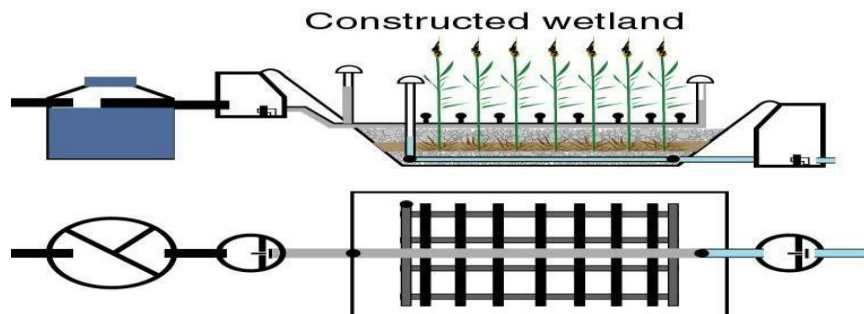
©2022 Penulis. Diterbitkan oleh Sabajaya Publisher. Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi Creative Commons Attribution Non Commercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Ketertinggalan di bidang pembangunan sanitasi memicu berbagai permasalahan, diantaranya penurunan kualitas air tanah dan air permukaan, pencemaran udara hingga kesehatan masyarakat yang pada akhirnya menurunkan daya saing bangsa dan negara (Wibisono dan Sukowati, 2010). Perkiraan UNDP tahun 2006, setiap menit lebih dari 3 anak kehilangan nyawa karena penyakit yang berhubungan dengan sanitasi yang buruk (Raude *et al.*, 2009).

Sehingga tuntutan akan pengolahan air limbah untuk perbaikan sanitasi semakin meningkat khususnya di Indonesia, sejalan dengan meningkatnya beban pencemaran air permukaan maupun air tanah. Pencemaran air sungai 60% – 70% berasal dari limbah domestik (Ismuyanto, 2010), dengan kontribusi pencemar di DAS Brantas 60% berasal dari limbah domestik (sanitasi, sampah, detergen); 30% limbah industri; dan 10% limbah pertanian dan peternakan.

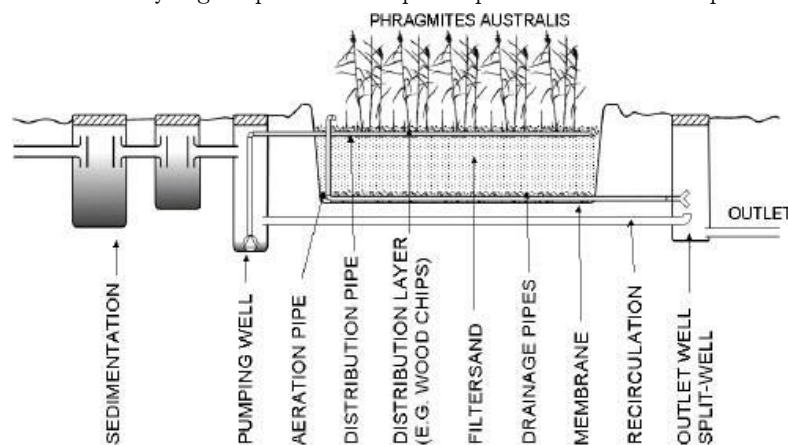
Oleh karenanya penting untuk memperbaiki sistem sanitasi, salah satunya dengan cara mengolah air limbah sebelum dibuang ke badan air untuk mengurangi beban pencemar air permukaan yang dimanfaatkan sebagai sumber air. Salah satu cara pengolahan air limbah adalah *Constructed Wetlands (CWs)*. Tujuannya adalah untuk memperbaiki kualitas air dan mengurangi efek berbahaya dari limbah, serta menyumbang upaya konservasi air. Secara umum *CWs* dibedakan menjadi dua yaitu *Free Water Surface (SWF)* yang tampak sebagai kolam atau danau, dan *Subsurface Flow (SSF)* yang dapat dikemas sebagai taman.



Gambar 1.

Constructed Wetland dengan pola aliran horizontal/HSSF. Sumber : (EPA, 2006)

Dalam hal ini akan diulas mengenai macam-macam *Constructed Wetlands*, fungsi *Constructed Wetlands*, sistem pengolahan limbah menggunakan *Constructed Wetlands*, kajian ekonomi dan pemanfaatan *Constructed Wetlands* sebagai Taman Tanaman Air. Kondisi perumahan di Indonesia saat ini pada umumnya hanya memiliki halaman sempit, bahkan tidak ada halaman tersisa. Oleh karenanya perlu dilakukan pengembangan teknologi *Constructed Wetland* yang dapat diterapkan pada halaman sempit.



Gambar 2.

Constructed Wetland dengan pola aliran vertikal/vSSF.

Sumber: Brix , 2005 dalam Vymazal (2010).

Macam-macam *Constructed Wetlands*

Constructed Wetlands adalah salah satu rekayasa sistem pengolahan limbah yang dirancang dan dibangun dengan melibatkan tanaman air, tanah atau media lain, dan kumpulan mikroba terkait (Greg, Young dan Brown, 1998). *Constructed Wetlands* dirancang dengan perlakuan lebih terkontrol, misalnya dengan pengaturan *Hydraulic Retention Time (HRT)* dan *Hydraulic Loading Rate (HLR)* (Vymazal, 2010) untuk mempertimban

gkan dimensinya. Dari aspek hidraulika dapat diklasifikasikan menjadi *CWs* dengan permukaan air bebas (*Free Water Surface/FWS*) dan *CWs* aliran di bawah permukaan (*Sub Surface Flow/SSF*). Berdasarkan pola aliran, *CWs* dapat diklasifikasikan menurut arah aliran horisontal dan vertikal (Vymazal, 2010). Skema *Constructed Wetlands SSF* dan ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2.

Berdasarkan jenis tanaman yang digunakan untuk masing-masing tipe *CWs* dan bagian tanaman yang kontak dengan kolom air ditampilkan dalam Gambar 3



Gambar 3. Constructed Wetland komunal

Dari tipe vegetasi, sebagian besar jenis tanaman sesuai untuk tipe *CWs Free Water Surface*. Untuk *CWs* dengan tipe *Sub Surface Flow* menggunakan vegetasi jenis *emergent*, dimana hanya bagian akar yang terendam air (Mitchell, Wiese dan Young, 1998). Pada sistem *FWS*, aliran air berada di atas dasar wetland, dan akar tanaman berada pada lapisan endapan dasar kolom air. Pada sistem *SSF*, aliran air menembus media berpori seperti kerikil, tempat akar tanaman berada. Dengan memperhatikan kondisi fisik *FWS* dan *SSF*, maka *FWS* lebih tepat dibangun di pinggiran kota, karena memerlukan lahan yang cukup luas sehingga bisa menjadi tempat rekreasi misal tempat pemancingan. Namun hal yang harus dipertimbangkan adalah apakah memungkinkan untuk memelihara ikan pada *CWs* yang berfungsi sebagai pengolah limbah, khususnya limbah industri. Kondisi fisik *CWs* dengan sistem *SSF* yang dapat ditampilkan sebagai taman (Tencer *et al.*, 2009) lebih fleksibel dalam penempatannya, baik sebagai taman di halaman rumah maupun komunal pada satu lingkungan kelompok rumah, bahkan di dalam gedung. Gambar 3 menunjukkan penampilan *CWs SSF* sebagai sebuah taman.

Secara garis besar beberapa kelebihan *CWs* dengan sistem *SSF* (Kadlec dan Knight, 1996), adalah: (1) Konstruksi sederhana, sehingga mudah dalam pembuatannya; (2) fleksibel dalam pemilihan lokasi penempatan (di dalam maupun di luar ruangan); (3) keleluasaan dalam sistem operasi (misal sistem gravitasi atau menggunakan pompa); (4) biaya murah, karena jika menggunakan sistem gravitasi maka pemanfaatan energi dari luar hanyalah sinar matahari; (5) karena limbah tidak kontak dengan udara luar, maka tidak timbul bau; (6) kinerja bisa diandalkan; (7) tidak menjadi tempat berkembangnya nyamuk; dan (8) dapat ditampilkan sebagai sebuah taman yang memiliki nilai estetika.

Constructed Wetlands dirancang, direncanakan, dibuat dan dioperasikan untuk memberikan berbagai tujuan. Sesuai dengan filosofi dan pendekatannya, *CWs* dibuat multi tujuan, misalnya pengolahan limbah, penyediaan keragaman habitat dan satwa liar, mendukung kegiatan rekreasi, penyimpanan air selama musim kering, dan menambah

nilai estetika di lingkungan (Greg, Young dan Brown, 1998; Benyamine, Backstrom dan Sanden, 2004; Knight, Clarke dan Bastian, 2000; Dallas, Scheffe dan Ho, 2005). Fungsi *CWs* sebagai pengolah limbah bukan hanya mengolah air limbah domestik, tetapi juga limbah industri, limbah rumah sakit maupun limbah pertambangan. Untuk masing-masing fungsi sebagai pengolah limbah, harus dirancang sesuai dengan karakter limbah yang diolah. Sebagai pengolah limbah domestik, maka *CWs* harus didisain memenuhi fungsi estetika, sehingga bisa ditampilkan sebagai Taman Tanaman Air di lingkungan rumah.

METODE

Untuk mendapatkan media Teknologi Alternatif Mengolah Air Limbah Dengan Media Tanaman tampung limbah yang kuat, mudah dalam pemanfaatan serta sesuai untuk kebutuhan pengolahan limbah maka dibuat tahapan pendampingan kerja diantaranya : (1) Penentuan letak bak pada dataran yang lebih tinggi agar mudah membuang limbah dan memanfaatkannya. (2) Penggalian fondasi dan peletakan batu. (3) Perakitan besi dan cor slop fondasi. (4) Pemasangan pipa outlet penghubung media 1 dan 2. (5) Pemasangan tembok media. (6) Pemasangan saringan pada pipa outlet. Pelaksanaan pelatihan pengolahan limbah dengan bioremediasi dan fitoremediasi dilakukan dengan melibatkan pihak industri tahu. Pelatihan dilakukan dengan metode diskusi dan praktek langsung pada media limbah.

Untuk mengukur keberhasilan penerapan ipteks terdapat 2 (dua) indikator tujuan terukur jangka panjang: (1) Tujuan terukur dalam hal penggunaan teknologi bioremediasi dengan menggunakan EM4 yang ditunjukkan dengan semua anggota mitra dapat menggunakan EM4 dengan perbandingan yang tepat pada media pengolahan limbah. (2) Tujuan terukur dalam hal penggunaan teknologi fitoremediasi dengan menggunakan tanaman air yang ditunjukkan dengan semua anggota kelompok tani bisa membudidayakan tanaman air dengan pemilihan tanaman secara tepat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlakuan Bioremediasi

Perlakuan Bioremediasi EM4 Salah satu pengolahan limbah yang mudah, murah dan cepat yaitu pengolahan limbah secara biologis atau pengolahan dengan memanfaatkan mikroorganisme. Mikroorganisme yang digunakan untuk pengolahan limbah khususnya limbah cair tahu adalah mikroorganisme yang terdapat pada Effective Microorganism - 4 (EM4). Bakteri asam laktat memfermentasi bahan organik menjadi asam laktat yang berfungsi untuk mempercepat perombakan bahan organik dan dibantu oleh jamur fermentasi yang memfermentasi bahan organik menjadi senyawa-senyawa organik yang lebih sederhana. Ada beberapa teknik dasar yang digunakan dalam proses bioremediasi diantaranya aktivitas mikroorganisme (EM4).

Perbandingan aktivasi EM4 mengacu pada Sutrisno et al (2015) yakni 1/20 (5%). Sebanyak 6,2 liter EM4 kemudian diencerkan dengan 118 liter air di dalam drum 150 liter kemudian dидiamkan selama 5-7 hari dengan cara ditutup. Proses ini bertujuan untuk mengembangbiakkan mikroorganisme dan mengaktifkan mikroorganisme yang ad

a pada EM4 dari kondisi dorman sehingga mikroorganismenya dapat bekerja dengan efisien dan optimal pada saat dicampurkan ke dalam limbah cair tahu.

Setelah didiamkan 7 hari pada tahapan pengenceran, EM4 tersebut telah aktif untuk digunakan dalam proses fermentasi. Sebanyak 124,2 liter EM4 aktif dicampurkan dengan limbah cair 2.368,4 liter didiamkan dengan cara ditutup selama 15 hari. Penutupan bak limbah untuk fermentasi dapat dilihat pada gambar 2.

Perlakuan Fitoremediasi

Perlakuan fitoremediasi merupakan perlakuan lanjutan dari bioremediasi EM4. Fitoremediasi dapat didefinisikan sebagai penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik. Proses fitoremediasi berlangsung secara alami dengan enam tahap proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan/ pencemar yang berada disekitarnya:

- 1) Phytoaccumulation (phytoextraction) yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan.
- 2) Rhizofiltration (rhizo= akar) adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar.
- 3) Phytostabilization yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap kedalam batang tumbuhan.
- 4) Rhizodegradation yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan. Misalnya ragi, fungi dan bakteri.
- 5) Phytodegradation (phyto transformation) yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri.
- 6) Phytovolatilization yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan.

Beberapa tumbuhan dapat menguapkan air 200 sampai dengan 1000 liter per hari untuk setiap batang. Melalui sistem irigasi kolam (beton) seperti yang diterapkan dalam program kemitraan masyarakat ini, potensi kehilangan air hanya terjadi melalui penguapan. Terutama limbah pada media dengan fitoremediasi eceng gondok. Namun kondisi ini tidak menjadi hambatan ketersediaan air mengingat pembuangan limbah yang rutin dilakukan.

Kehadiran tanaman air di dalam kolam pengolahan sangat potensial untuk menyaring dan menyerap bahan yang terlarut di dalam limbah. Selain itu tanaman air juga aman, relatif sederhana dan murah. Kemampuan tanaman air, seperti eceng gondok, untuk mengikat bahan-bahan organik dari partikel lumpur membuat tanaman ini dapat digunakan untuk menjernihkan air (Trihadaningrum, 2002).

Pengairan pada Tanaman Hasil pengolahan limbah yang dilakukan melalui 2 tahapan dalam bioremediasi bertingkat yaitu perlakuan EM4 pada media 1 dan fitoremediasi pada media 2, dimaksudkan untuk mengurangi pencemaran udara. Sedangkan pada tahapan selanjutnya (fitoremediasi) dimaksudkan agar limbah lebih jernih sehingga mudah dialiri melalui saluran perpipaan. Air pada media 2 perlakuan fitoremediasi ec

eng gondok yang telah jernih, dialiri ke tandon dan kemudian masuk melalui saluran perpipaan menuju bedeng tanam

Dampak Pelaksanaan

Program PKM bagi Kelompok Mitra dan Masyarakat Peningkatan bahan baku kedelai akan seiring dengan meningkatnya limbah yang dihasilkan. Kebutuhan kedelai pada industri tahu hingga saat ini mencapai 137 kg per hari dari sebelumnya sebanyak 40 kg per hari. Terjadi peningkatan bahan baku sebesar 97 kg. Produksi tahu per hari 440 bungkus tahu (1 bungkus ada 8 irisan) menghasilkan limbah sebanyak 10.000 liter. Dari sebelumnya sebanyak 2 kali per hari pengangkutan limbah ke lahan tani menjadi 4 kali pengangkutan.

Pelaksanaan program kemitraan masyarakat membawa dampak bagi para petani lainnya yang berhasrat meningkatkan produksi tanaman dan ternak untuk menyediakan sendiri lubang penampungan limbah bahkan mereka rela membayar limbah tersebut. Tercatat sebanyak 90 petani yang berdekatan dengan lahan mitra memanfaatkan limbah tersebut. Jumlah pemakai limbah terbanyak terutama untuk budidaya pakan ternak.

Umumnya mereka membudidayakan tanaman kangkung untuk pakan sapi. Meningkatnya pemakaian limbah di lahan, sangat menguntungkan pihak industri tahu. Selama ini pengangkutan dilakukan menggunakan truk pengangkut yang disewakan. Sekali mengangkut Rp. 20.000 x 4 kali = Rp. 80.000. Namun saat ini pihak industri menerima bayaran limbah dari beberapa petani hingga mencapai Rp. 100.000 per hari. Petani yang memanfaatkan limbah dengan tujuan pakan ternak dikenakan biaya pengangkutan. Sedangkan petani yang memanfaatkan limbah untuk tujuan budidaya selain pakan ternak tidak dipungut biaya pengangkutan. Perbandingan kondisi sebelum dan sesudah Program Kemitraan Masyarakat (PKM) bagi petani Kelompok Tani Oeputi dan masyarakat.

KESIMPULAN

Dari pembahasan dapat disimpulkan bahwa *Constructed Wetlands* merupakan teknologi hijau yang efisien untuk menurunkan kadar pencemar dalam limbah cair. *Constructed Wetlands* tidak hanya dimanfaatkan untuk mengolah limbah cair domestik, tetapi juga untuk limbah industri maupun tambang. *Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetlands (hSSF CWS)* merupakan teknologi yang sesuai untuk diterapkan di daerah perkotaan yang tidak terjangkau fasilitas pengolahan limbah terpusat. Dengan pemilihan media dan kombinasi penggunaan media dapat meningkatkan kinerja *CWS* dalam menurunkan kadar polutan. Sementara pemilihan jenis tanaman dilakukan untuk menyesuaikan dengan lokasi *Constructed Wetlands* berkenaan dengan paparan sinar matahari dan berdasarkan pertimbangan estetika. Secara ekonomi pembangunan *CWS* sangat efisien, khususnya dalam hal operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Wibisono, G. dan P. Sukowati. 2010. Pengelolaan IPAL Komunal Melalui Struktur Kelembagaan Masyarakat Sebagai Bentuk Pengawasan dan Pengendalian Bapedalda Jawa Timur dalam Upaya Pelestarian Fasilitas Penting Bidang Sanitasi. Penelitian Hibah Bersaing.
- Dallas, S. 2006. Constructed Wetland for Waste Water Treatment. Presentasi Sustainable Sanitation and Wetland Technology (Workshop, 2006): ITC Murdoch University

- ty; IEMT Universitas Merdeka Malang.
- Dallas, S., B. Scheffe dan G. Ho. 2005. Reedbeds for greywater treatment—case study in Santa Elena—Monteverde, Costa Rica, Central America. *Ecol. Eng.* 23: 55–61
- Greg, W., R. Young dan M. Brown. 1998. *Constructed Wetlands Manual*, vol 1. Department of Land and Water Conservation New South Wales, Australia.
- Tencer, Y., G. Idan, M. Strom, U. Nusinow, D. Banet, E. Cohen, P. Schroder, O. Shelef, S. Rachmilevitch dan I. Soares. 2009. Establishment of a Constructed Wetland in Extreme Dryland. *Environmental Science Pollutant Res.* 2009, 16, 862–875
- Kadlec, R. H. dan R. L. Knight. 1996. *Treatment Wetlands*; CRC Press/Lewis Publishers: Boca Raton, FL, USA.
- Vymazal, J. dan L. Kröpfelová. 2008. *Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub-Surface Flow*; Springer: Dordrecht, The Netherlands.
- Raude J. B. M. Mutua, L. Chemelil, K. Kraft dan Sleytr. 2009. Household greywater treatment for peri-urban areas of Nakuru Municipality, Kenya. *Journal of Sustainable Sanitation Practice*, 2009, 1, 10–15. EcoSan Club, Austria