

PENURUNAN KADAR N-TOTAL DAN P-TOTAL PADA LIMBAH CAIR TAHU DENGAN METODE FITOREMEDIASI ALIRAN *BATCH* DAN KONTINYU MENGUNAKAN TANAMAN *HYDRILLA VERTICILLATA*

Anis Artiyani

Dosen Teknik Lingkungan FTSP ITN Malang

ABSTRAKSI

Pabrik tahu menghasilkan limbah dalam jumlah yang cukup banyak. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan limbah pabrik tahu agar tidak merusak lingkungan di sekitarnya. Limbah cair tahu banyak mengandung bahan-bahan organik yang pada umumnya sangat tinggi. Parameter utama yang dapat menunjukkan terjadinya pencemaran oleh air buangan industri tahu adalah Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Nitrogen Total, Phosphat Total, kekeruhan, suhu, dan pH.

Penelitian ini menggunakan tanaman Hydrilla verticillata dengan memvariasikan pola aliran, yaitu batch dan kontinyu; 3 variasi kerapatan tanaman, yaitu kerapatan tanaman 70 mg/cm², 80 mg/cm² dan 90 mg/cm²; 3 variasi waktu detensi, yaitu hari ke-2, ke-4, dan ke-6; serta 2 parameter uji, yaitu N Total dan P Total.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman Hydrilla verticillata mampu menurunkan konsentrasi N Total sebesar 72,76% dan P Total sebesar 60,40% pada reaktor batch; sedangkan pada reaktor kontinyu mampu menurunkan konsentrasi N Total sebesar 75,39% dan P Total sebesar 85,29%.

Kata Kunci: *Hydrilla verticillata*, Limbah Cair Tahu, N Total, P Total.

PENDAHULUAN

Salah satu industri rumah tangga yang cukup berkembang adalah industri tahu. Pabrik tahu menghasilkan limbah dalam jumlah yang cukup banyak. Air buangan pabrik tahu mengandung bahan organik dengan konsentrasi tinggi. Senyawa organik tersebut dapat berupa protein, karbohidrat, minyak, dan lemak. Salah satu parameter yang dapat menunjukkan pencemaran oleh air buangan industri tahu adalah Nitrogen (N) Total dan Phospor (P) Total.

Selama ini dikembangkan alternatif pengolahan limbah secara alamiah yang lebih sederhana dan lebih murah, yaitu pengolahan limbah dengan menggunakan tumbuhan air (*aquatic plant*). Pengolahan ini dikenal dengan

nama fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan suatu sistem yang menggunakan tumbuhan, dimana tumbuhan tersebut bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media untuk mengubah, menstabilkan, atau menghancurkan zat kontaminan menjadi kurang atau tidak berbahaya sama sekali, bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi. Kajian penanganan limbah dengan menggunakan tanaman air sudah banyak dilakukan, diantaranya dengan menggunakan tanaman enceng gondok, kayu apu, paku air, kiambang, dan lain-lain. Namun, pada penelitian ini akan digunakan tanaman air melayang (*Hydrilla verticillata*) dalam menurunkan konsentrasi N Total dan P Total pada limbah cair industri tahu.

Dalam penelitian ini digunakan reaktor *batch* dan reaktor aliran kontinyu untuk membandingkan keefektifannya dalam menurunkan N Total dan P Total pada limbah cair tahu. *Hydrilla verticillata* merupakan tanaman air melayang di air, dimana bagian daun, batang, dan akar terendam di air yang memudahkan pendegradasian bahan pencemar (BOD, COD, N, P dan logam berat). Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan manfaat beberapa tumbuhan dalam menurunkan konsentrasi pencemar pada limbah cair tahu. Dalam salah satu penelitian menunjukkan keefektifan tanaman *Lemna minor* dalam menurunkan konsentrasi N Total sebesar 82,521% dan P Total sebesar 90,376%. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dilakukan penelitian untuk membandingkan keefektifan tanaman *Hydrilla verticillata* pada reaktor *batch* dan kontinyu dalam menurunkan N Total dan P Total pada limbah cair tahu.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 7 (tujuh) buah reaktor *batch* dan reaktor kontinyu dengan ukuran panjang 50 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 30 cm beserta alat-alat pengumpul dan penampung limbah cair tahu, termasuk alat-alat analisis di laboratorium. Bahan penelitian yang digunakan adalah tanaman air mengapung (*Hydrilla verticillata*) dan limbah cair industri tahu. Tanaman air ditanam dan disimulasikan pada reaktor *batch*, dimana 1 reaktor untuk kontrol (air limbah tanpa tanaman); 3 reaktor dengan tanaman *Hydrilla verticillata* dengan variasi kerapatan 70 mg/cm², 80 mg/cm², dan 90 mg/cm²; serta pada reaktor kontinyu, dimana 3 reaktor untuk tanaman *Hydrilla verticillata* dengan variasi kerapatan 70 mg/cm², 80 mg/cm², dan 90 mg/cm². Sebelum diaplikasikan pada limbah dengan menggunakan metode fitoremediasi, dilakukan proses aklimatisasi.

Limbah cair tersebut diaplikasikan pada tanaman air yang sudah teraklimatisasi. Pengambilan sampel pada proses fitoremediasi dilakukan selama 2 hari sekali selama waktu operasional (6 hari). Parameter pencemar yang dianalisis meliputi parameter N Total dan P Total yang merupakan parameter pencemar utama yang terkandung dalam limbah cair tahu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel di bawah ini menunjukkan karakteristik limbah tahu cair di salah satu industri tahu yang berada di Kelurahan Tunggulwulung Kecamatan Lowokwaru Kota Malang.

Tabel 1.
Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu di Kelurahan Tunggulwulung

| No | Parameter | Satuan | Hasil I | Hasil II |
|----|-----------|--------|---------|----------|
| 1. | pH | - | 5,4 | 5,4 |
| 2. | BOD | mg/l | 1,237 | - |
| 3. | COD | mg/l | 10,934 | - |
| 4. | N Total | mg/l | 93,700 | 92,458 |
| 5. | P Total | mg/l | 32,581 | 33,85 |

Sumber: Hasil Analisis

Konsentrasi N Total pada limbah mencapai nilai 93,700 mg/l dan 92,458 mg/l telah melebihi standar baku mutu limbah cair industri tahu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Tahun 2001, sebesar 20 mg/l. Sementara itu, untuk konsentrasi P Total pada limbah mencapai nilai 32,581 mg/l dan 33,85 mg/l juga melebihi standar baku mutu limbah cair industri tahu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Tahun 2001, sebesar 1 mg/l.

Tabel 2.
Nilai Konsentrasi Akhir N Total dan P Total pada Reaktor *Batch*

| Reaktor /Variasi Kerapatan Tanaman | Konsentrasi Awal N Total (mg/l) | Konsentrasi Awal P Total (mg/l) | Waktu Operasional (Hari ke-) | Konsentrasi Akhir N Total (mg/l) | Konsentrasi Akhir P Total (mg/l) |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Kontrol | 92,458 | 33,85 | tanpa tanaman | | |
| | | | 2 | 82,66 | 29,13 |
| | | | 4 | 80,88 | 16,25 |
| | | | 6 | 41,73 | 10,75 |
| 70 (mg/cm ²) | 92,458 | 33,85 | <i>Hydrilla verticillata</i> | | |
| | | | 2 | 73,24 | 22,80 |
| | | | 4 | 50,73 | 11,44 |
| | | | 6 | 23,53 | 5,52 |
| 80 (mg/cm ²) | 92,458 | 33,85 | 2 | 70,24 | 21,10 |
| | | | 4 | 45,92 | 12,74 |
| | | | 6 | 24,76 | 5,12 |
| | | | 2 | 71,28 | 21,78 |
| 90 (mg/cm ²) | 92,458 | 33,85 | 4 | 40,36 | 11,30 |
| | | | 6 | 22,75 | 4,98 |

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 3.
Nilai Konsentrasi Akhir N Total dan P Total pada Reaktor Kontinyu

| Reaktor /Variasi Kerapatan Tanaman | Konsentrasi Awal N Total (mg/l) | Konsentrasi Awal P Total (mg/l) | Waktu Operasional (Hari ke-) | Konsentrasi Akhir N Total (mg/l) | Konsentrasi Akhir P Total (mg/l) |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Kontrol | 92,458 | 33,85 | Tanpa tanaman | | |
| | | | 2 | 82,88 | 29,13 |
| | | | 4 | 80,88 | 16,25 |
| | | | 6 | 41,73 | 10,75 |
| 70 (mg/cm ²) | 92,458 | 33,85 | Hydrilla verticillata | | |
| | | | 2 | 73,24 | 22,80 |
| | | | 4 | 80,73 | 11,44 |
| | | | 6 | 23,53 | 6,52 |
| 80 (mg/cm ²) | 92,458 | 33,85 | 2 | 70,24 | 21,10 |
| | | | 4 | 46,92 | 12,74 |
| | | | 6 | 24,76 | 6,12 |
| | | | 2 | 71,28 | 21,76 |
| 90 (mg/cm ²) | 92,458 | 33,85 | 4 | 40,36 | 11,30 |
| | | | 6 | 22,75 | 4,98 |

Sumber: Hasil Analisis

Pada semua reaktor yang ditanami dengan tanaman *Hydrilla Verticillata* bahan organik dimanfaatkan tanaman untuk proses fotosintesis dari hasil penguraian oleh bakteri. Seiring dengan berlangsungnya proses fotosintesis dan penguraian, maka terjadi juga proses penurunan konsentrasi N Total dan P Total. Penyerapan unsur-unsur hara oleh *Hydrilla verticillata* dilakukan oleh bulu-bulu akar yang berperan dalam proses penurunan konsentrasi N Total dan P Total. Hal ini terlihat pada lapisan *biofilm* pada bagian akar halus, batang tanaman dan daun yang jatuh.

Reaksi fotosintesis :



Penelitian fitoremediasi dilakukan dengan membandingkan keefektifan pola aliran *batch* dan kontinyu selama 6 hari. Selama waktu operasional 6 hari tersebut dilakukan analisis setiap 2 hari sekali dengan pertimbangan agar tanaman uji mempunyai waktu yang cukup dalam menyerap bahan pencemar. Penurunan penyisihan N Total dan P Total secara signifikan pada proses pengaliran *batch* terjadi pada waktu awal percobaan yang diduga dipengaruhi oleh kandungan *nutrient* yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme cukup melimpah, sehingga akan terjadi fase pertumbuhan yang dipercepat.

Mengingat percobaan dilakukan dengan sistem *batch*, maka dalam bak reaktor tidak ada penambahan *nutrient* baru yang dapat mendukung kehidupan mikroorganisme, sehingga pada pertengahan waktu penelitian (hari ke-4) pertumbuhan mikroorganisme telah mencapai titik optimal terhadap ketersediaan *nutrient*. Kondisi ini menyebabkan terjadinya keseimbangan antara pertumbuhan dan kematian mikroorganisme/bakteri atau sering disebut sebagai *Stationary Phase*. Pada reaktor dengan pola

aliran kontinyu, N Total dan P Total mengalami penurunan selama 6 hari operasional.

Semakin lama waktu operasional, maka semakin banyak pula kesempatan tanaman uji untuk menyerap unsur-unsur kimia dalam air limbah, sehingga tingkat pencemaran di lingkungan juga semakin kecil. Kesimpulan yang diambil adalah jika semakin lama waktu detensi, maka prosentase penyisihan N Total dan P Total akan semakin meningkat.

KESIMPULAN

- a. Kerapatan optimum dari tanaman melayang *Hydrilla verticillata* adalah 80 mg/cm² pada reaktor *batch* dan 90 mg/cm² pada reaktor kontinyu. Pada reaktor *batch* dengan kerapatan 80 mg/cm² *Hydrilla verticillata* mampu menurunkan N Total menjadi 25,53 mg/l dan P Total menjadi 12,25 mg/l. Pada reaktor kontinyu dengan kerapatan 90 mg/cm² tanaman *Hydrilla verticillata* mampu meremoval N Total menjadi 22,75 mg/l dan meremoval P Total hingga menjadi 4,98 mg/l.
- b. *Hydrilla verticillata* mampu menurunkan konsentrasi N Total sebesar 72,76% dan P Total sebesar 60,40% pada reaktor *batch*, sedangkan pada reaktor kontinyu *Hydrilla verticillata* mampu menurunkan konsentrasi N Total sebesar 75,39% dan P Total sebesar 85,29%.
- c. Fitoremediasi mampu menurunkan konsentrasi N Total dan P Total pada limbah cair tahu dengan pola aliran yang efektif adalah aliran kontinyu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., Sri Sumestri Santika. 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya. BAPEDAL. 2002. Keputusan Gubernur No.45 Tahun 2002. Surabaya.
- Ginting, Perdana. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung.
- Gunawan, Hengky. 2009. Efisiensi Penghilangan Detergen dari Limbah Cuci Pakaian oleh Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan Kiambang (*Salvinia Molesta*). Laporan Penelitian. Surabaya: Jurusan Teknik Kimia Universitas Surabaya.
- Hariyadi, Sigit. 2004. *BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah*. Makalah Pengantar Falsafat Sains. Bogor: Sekolah Pascasarjana/S3 Institut Pertanian Bogor.
- Husin, Amir. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan Biofiltrasi Anaerob Dalam Reaktor Fixed-Bed*. Laporan Tesis. Medan: Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Irawan, Lalu. 2010. Uji Kemampuan Kayu Apu dalam Menurunkan Konsentrasi Krom dan BOD pada Limbah Penyamakan Kulit. Laporan Tugas Akhir. Malang: Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional.

- Nur, Iriawan., Astuti Puji Septi. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Andi.
- Sanaky, Nur Aini. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan Tumbuhan Duckweed (Lemna minor)*. Laporan Tugas Akhir. Malang: Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional.
- Sarwono. B., Yan Pieter Saragih. 2001. *Membuat Aneka Tahu*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sawyer, et al. 1994. *Chemistry for Environmental Engineering*. dalam MetCalf & Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, 4th ed. New York
- Siregar, Sakti A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus Alternifolius, L. dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (Ssf-Wetlands)*. Laporan Tesis. Program Studi Magister Ilmu Lingkungan.
- Yusuf, Guntur. 2008. *Bioremediasi limbah Rumah Tangga Dengan Sistem Simulasi Tanaman Air*. Jurnal Bumi Lestari, Vol. 8 No. 2. Makasar: Fakultas MIPA Universitas Islam Makasar.

