

**EFEKTIVITAS PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK
DENGAN TEKNOLOGI LAHAN BASAH BUATAN**
Effectivity of Batik Industry Wastewater Treatment Using Constructed Wetland Technology

Lilin Indrayani dan Mutiara Triwiswara

Balai Besar Kerajinan dan Batik, Jalan Kusumanegara 7, Yogyakarta, Indonesia
indrayanililin@gmail.com

Tanggal Masuk: 2 Maret 2018

Tanggal Revisi: 28 Mei 2018

Tanggal disetujui: 5 Juni 2018

ABSTRAK

Batik merupakan salah satu potensi industri bangsa Indonesia yang mengalami pertumbuhan pesat di berbagai daerah. Disamping memberikan manfaat di bidang ekonomi, industri batik juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu dampaknya berupa limbah cair dengan volume yang besar dan karakteristik yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Salah satu alternatif untuk mengolah limbah cair batik adalah teknologi lahan basah buatan (*constructed wetland*). Teknologi ini termasuk teknologi tepat guna karena tidak memerlukan biaya pengolahan dan perawatan tinggi serta prosesnya sederhana dan menggunakan sumber daya lokal. Tujuan penelitian ini adalah untuk menurunkan beban pencemar air limbah batik dengan sistem lahan basah buatan (*constructed wetland*) agar limbah yang dibuang ke lingkungan dapat dinyatakan aman. Pada kegiatan ini dilaksanakan eksperimen pengembangan teknologi pengolahan limbah cair batik menggunakan sistem lahan basah buatan skala laboratorium dengan menggunakan tanaman Pegagan air (*Centella asiatica*), Lidi air (*Hippochaetes lymenalis*), Bambu air (*Equisetum hyemale*), Melati air (*Echinodorus palaefolius*), dan Kana lonceng (*Pistia stratiotese*). Parameter pencemar yang diamati adalah pH, Suhu, TSS, TDS, BOD₅ dan COD. Dari hasil penelitian menyatakan bahwa sistem lahan basah buatan yang memiliki efisiensi paling tinggi yaitu pada reaktor yang menggunakan tanaman Kana Lonceng/*Thalia geniculata* dengan efisiensi rata-rata sebesar 92,8%.

Kata kunci: lahan basah buatan, limbah cair batik, tanaman air

ABSTRACT

*Batik is one of the national potentials industry of Indonesia that experienced rapid growth in various regions. In spite of adding benefits in economic field, on the contrary, batik industry has a negative impact for environment. One of its effects is liquid waste with large volume and characteristics that harm to human health and environment. One of potential treatment alternative in batik wastewater treatment is constructed wetlands technology. This technology includes appropriate technology because it does not require high processing and maintenance costs and the process is simple and uses local resources. The objective of this research is to reduce the concentration of pollutant on wastewater using constructed wetland system so that waste disposed to the environment can be declared safe. In this research, the experiment was conducted to develop batik wastewater treatment with constructed wetland technology at laboratory scale using *Centella asiatica*, *Hippochaetes lymenalis*, *Equisetum hyemale*, *Echinodorus palaefolius* and *Pistia stratiotese*. The pollutant parameters observed were pH, temperature, TSS, TDS, BOD₅ and COD. The results of the study stated that artificial wetland system that has the highest efficiency is reactor uses plants Kana Lonceng/*Thalia geniculata* with an average efficiency of 92.8%.*

Keywords: *constructed wetland, batik waste water, aquatic plants*

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam pokok untuk proses produksi batik. Jumlah penggunaan air yang cukup besar menghasilkan limbah cair dalam kuantitas yang besar pula. Limbah cair tersebut berpotensi untuk mencemari lingkungan karena memiliki nilai *Biological Oxygen Demand (BOD₅)* dan *Chemical Oxygen Demand (COD)*, pH, Suhu, *Total Suspended Solid (TSS)* dan *Total Dissolved Solid (TDS)* yang tinggi (Setiawan, 2007). Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan limbah cair pada industri batik terlebih dahulu sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan agar memenuhi ketentuan tentang baku mutu air limbah.

Sistem pengolahan limbah cair industri batik biasanya terdiri atas pengolahan awal, pengolahan primer, pengolahan sekunder, dan dilanjutkan dengan pengolahan tersier apabila kualitas limbah tersebut masih melebihi nilai baku mutu yang ditentukan (Tjokrokusumo, 1998). Pada setiap tahapan pengolahan yang dilakukan diharapkan dapat menyebabkan terjadinya perubahan akibat proses fisika, kimia, dan biologi dengan melibatkan satuan operasi atau satuan proses pada unit-unit bangunan pengolahan (Tjokrokusumo, 1998).

Pengolahan awal melibatkan proses fisika yang bertujuan untuk memisahkan bahan pencemar tersuspensi yang berupa padatan dari dalam air limbah. Proses penyaringan pada industri batik bertujuan untuk memisahkan padatan tersuspensi yaitu lilin batik, zat kimia yang tidak larut, dan kotoran-kotoran pada limbah cair. Sedangkan proses pengendapan ditujukan untuk memisahkan padatan yang dapat mengendap dengan gaya gravitasi (Tri Murniati, 2013).

Pengolahan tahap kedua adalah proses kimia yaitu dengan cara menambahkan koagulan disertai dengan pengadukan cepat sehingga menghasilkan endapan yang kemudian dipisahkan secara fisika (Eskani, 2005).

Tahap ketiga menggunakan pengolahan secara biologis dengan memanfaatkan mikroorganisme yang berada di dalam air untuk menguraikan bahan-bahan polutan. Pengolahan secara biologis dilakukan dengan menggunakan bakteri aerobik maupun anaerobik untuk mengolah air limbah yang dapat terurai (*biodegradable*).

Namun seringkali ketiga proses pengolahan dalam skema IPAL belum menghasilkan limbah cair yang memenuhi baku mutu. Oleh karena itu diperlukan tahap pengolahan lanjutan (*advanced treatment*), salah satunya metode wetland.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memilih konstruksi *wetland* yang paling optimal dalam menurunkan beban pencemar air limbah batik. Sistem lahan basah buatan adalah suatu sistem pengolahan limbah dengan mengadaptasi berlangsungnya proses penjernihan air di lahan basah alami (*natural wetland*) seperti kondisi rawa alami atau *situ*. Perbedaan lahan basah buatan dan rawa alami adalah pada tumbuhan air dan debit limbah pada *constructed wetland* direncanakan secara terkontrol dan terencana sedangkan pada rawa alami tidak terencana; kehidupan biota pada rawa alami juga lebih beraneka ragam (Sonie & Soewondo, 2007). Berbagai macam tanaman air dapat digunakan dalam sistem ini. Kelompok mikroorganisme yang biasa hidup pada perairan, bebatuan, tanah, dan tanaman dapat dijumpai dalam sistem ini. Mikroorganisme tersebut menyediakan nutrisi

bagi tanaman air dan membantu proses penyisihan pencemar dalam limbah (Prihatini, Priatmadi, Masrevaniah, & Soemarno, 2015). Sistem lahan basah buatan dapat dikondisikan dalam berbagai bentuk dan ukuran, tergantung dari pemilihan dan evaluasi lokasi.

METODOLOGI PENELITIAN

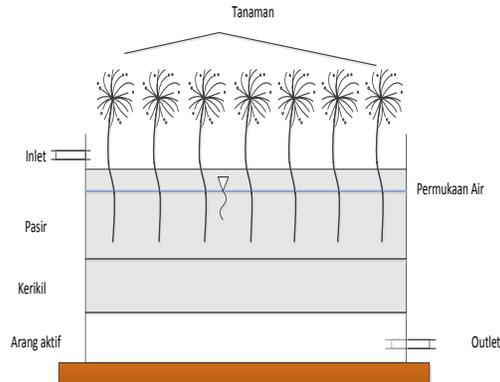
Metode penelitian yang dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu: sebagian besar kegiatan dari proses aklimatisasi tanaman; pembuatan reaktor *constructed wetland*; sampai pada proses pengoperasian reaktor *constructed wetland* dilakukan di Lab. Lingkungan BBKB; pengambilan sampel dilakukan dengan metode sampel sesaat (*grab sample*) setiap T1 (satu minggu) dan T2 (dua minggu); pengujian sampel dilakukan di BTKL-PP, Yogyakarta; analisis data dengan menggunakan perhitungan dengan rumus persamaan tingkat efektifitas.

Media

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran tanah dan pasir, arang aktif, dan kerikil. Alasan digunakannya campuran tanah dan pasir karena material tersebut mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Sedangkan kerikil yang memiliki ukuran diameter ± 2 cm diletakkan pada bagian inlet yang berfungsi untuk meratakan aliran pada outlet.

Arang aktif sering digunakan dalam pengolahan air baik air minum maupun air limbah. Arang aktif digunakan untuk menghilangkan bau (Chen et al., 2011), warna (Noonpui, Thiravetyan, Nakbanpote, & Netpradit, 2012) dan ion-ion logam berat. Arang aktif berfungsi sebagai *adsorben* untuk mempercepat proses penggumpalan bahan

padat terlarut (*soluble solid*) pada bahan cair oleh permukaan zat atau bahan penyerap melalui ikatan fisika-kimia antara bahan tersuspensi dengan penyerapnya (Muhfodi, Widiastuti, & Kardika, 2008).



Gambar 1. Susunan media dalam reaktor *constructed wetland*

Keterangan kedalaman media:

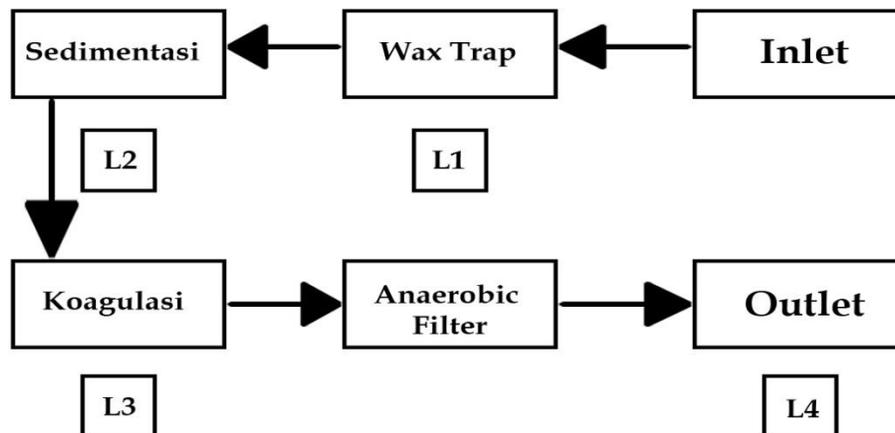
Pasir = 15 cm; Kerikil = 10 cm; Arang aktif = 10 cm

Tanaman

Pada penelitian ini digunakan 5 (lima) jenis tanaman air yaitu Pegagan air (*Centella asiatica*), Lidi air (*Hippochaetes lymenalis*), Bambu air (*Equisetum hyemale*), Melati air (*Echinodorus palaefolius*), Kana lonceng (*Pistia stratiotes*)

Limbah Batik

Limbah batik yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah yang dihasilkan dari tahapan pengolahan IPAL BBKB. Adapun tahapan pengolahan tersebut seperti terdapat dalam skema blok IPAL Batik, BBKB pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok IPAL BBKB

Berikut penjelasan sumber limbah yang diambil pada skema IPAL BBKB:

- Limbah yang berasal dari bak penangkap limbah lilin batik sebagai inlet (L1). Bak penangkap lilin batik (*wax trap tank*) menampung limbah malam atau lilin batik yang berasal dari proses lodoran.
- Limbah yang berasal dari pengolahan fisika dari bak sedimentasi (L2). Limbah dengan kode L2 ini berasal dari bak penampung yang berfungsi sebagai bak tandon.
- Limbah yang berasal dari pengolahan kimia (L3). Limbah dengan kode L3 ini berasal dari pengolahan kimia yaitu penambahan bahan koagulasi berupa tawas.
- Limbah akhir outlet / Bak kontrol (L4). Kode L4 adalah kode limbah yang diambil dari bak kontrol. Sebelum melewati bak kontrol, limbah yang berasal dari proses koagulasi dilakukan dua tahapan pengolahan yaitu pengolahan biologis dan fisika-kimia. Pengolahan secara biologi pada kondisi anaerob dengan menggunakan teknologi *anaerobic filter*, waktu tinggal pada

pengolahan anaerob ini adalah 48 jam, dan terdiri dari 2 buah bak *anaerobic filter*. Pada *anaerobic filter* akan tumbuh mikroba *anaerob* yang pertumbuhannya melekat. Sehingga di dalam bak ini akan dimasukkan media *biofilm (biofilter)*.

Sedangkan pengolahan tahap akhir yaitu pengolahan secara fisika-kimia dengan adsorpsi arang. Pengolahan adsorpsi arang dimaksudkan sebagai tambahan untuk mengikat logam berat dan zat pewarna, supaya kualitas efluennya lebih baik.

Reaktor *Contracted Wetland*

Reaktor *Contracted Wetland* terbuat dari *boks container* plastik yang memiliki kapasitas limbah kurang lebih 100 liter. Penempatan reaktor pada suatu tempat yang diberi atap memiliki fungsi agar terlindungi dari air hujan yang menyebabkan kontaminasi dan pengenceran pada efluen hasil pengoperasian reaktor sehingga tidak dapat mengganggu pengukuran. Sinar matahari harus tetap masuk ke reaktor sehingga proses pertumbuhan dan metabolisme pada tanaman tidak terganggu.

Variasi Perlakuan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan macam variasi yaitu:

- a) Variasi limbah berdasarkan hasil limbah hasil pengolahan pada IPAL BBKB, yaitu Limbah yang berasal dari tahapan IPAL BBKB yaitu L1, L2, L3, dan L4
- b) Variasi waktu tinggal (detensi) pada reaktor yaitu T1 adalah 7 hari (1 minggu) dan T2 adalah 14 hari (2 minggu)
- c) Variasi jenis tanaman

Masing-masing reaktor A sampai dengan E ditanami sebanyak 10 - 15 batang tanaman yang berusia 4 - 6 bulan yang telah melewati tahap aklimatisasi. Tahapan peralihan atau aklimatisasi adalah tahapan perlakuan perawatan dan pemupukan pada tanaman air sedemikian rupa sehingga dapat beradaptasi dengan kondisi alam (kondisi dimana suhu, iklim, dan temperatur dapat berubah ubah). Tahapan aklimatisasi dalam penelitian ini dilakukan selama 2 (dua) bulan.

Variasi tanaman untuk masing-masing reaktor adalah sebagai berikut:

1. Reaktor A untuk tanaman Pegagan air (*Centella asiatica*)
2. Reaktor B untuk tanaman Bambu air (*Equisetum hyemale*)
3. Reaktor C untuk tanaman Lidi air (*Hippochaetes lymenalis*)
4. Reaktor D untuk tanaman Melati air (*Echinodorus palaefolius*)
5. Reaktor E untuk tanaman Kana lonceng (*Thalia geniculata*)
6. Reaktor F untuk menampilkan data kontrol.

Pengambilan dan Pengujian Sampel

Metode sampling yang digunakan untuk mengambil sampel pada penelitian ini adalah sampel sesaat (*grab sample*) yaitu sampel diambil langsung dari satu titik pada saat tertentu. Sampel diambil setiap minggu untuk dianalisa parameter pencemarnya, dengan nilai batasan sesuai SK. Gubernur DIY No. 7 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah bagi industri batik.

$$\eta = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\%$$

Persamaan 1. Rumus Perhitungan Efektifitas

Evaluasi dilakukan pada hasil pengukuran efluen dengan melihat pola penurunan dan peningkatan konsentrasi dari setiap parameter yang menggambarkan kondisi pengolah limbah dan kemampuan penyisihan pada reaktor *constructed wetland*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian menggunakan reaktor lahan basah buatan dengan 5 variasi tanaman dan 4 variasi jenis limbah dari pengolahan IPAL BBKB (L1, L2, L3, dan L4). Parameter pengujian meliputi nilai pH, Suhu, TSS, TDS, BOD₅, dan COD. Hasil uji karakteristik awal yaitu limbah influen pada masing-masing sampel limbah ditunjukkan pada Tabel 1.

Parameter pH dan Suhu

Pada semua reaktor nilai parameter pH dan suhu dengan sumber limbah yang berbeda yaitu L1, L2, L3 dan L4 memiliki karakteristik yang hampir sama. pH dan suhu merupakan parameter pendukung yang penting untuk

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Limbah Influen (Sebelum Diolah dalam Reaktor)

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran				Baku Mutu (SK Gub. DIY No. 7 Th. 2016)
			L1	L2	L3	L4	
1	pH	-	6.9	7.5	7.6	6.9	6 s/d 9
2	Suhu	C	26.1	29.1	24.2	26.1	$\pm 3^{\circ}$ C terhadap suhu udara
3	BOD ₅	mg/l	285	180	29.2	285	50
4	COD	mg/l	704.4	404.4	83.9	704.4	100
5	TSS	mg/l	371	530	6	371	200
6	TDS	mg/l	424	580	1342	424	1000

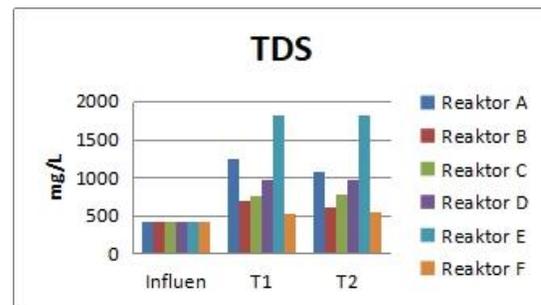
dianalisis, karena merupakan indikator bagi keberlangsungan proses penguraian polutan oleh mikroorganisme di dalam lahan basah buatan. Pada inlet dan outlet masing-masing reaktor, pH 6 - 9 telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Sedangkan untuk nilai suhu rata-rata influen dan efluen pada masing-masing reaktor berkisar dari 25,2 °C hingga 29,1 °C. Nilai suhu tersebut masih dalam rentang suhu optimum bagi pertumbuhan bakteri, yaitu pada suhu 24 °C hingga 35 °C.

Efisiensi Pengolahan Limbah Batik dari Penangkap Lilin (L1-Wax Trap)

Parameter TDS

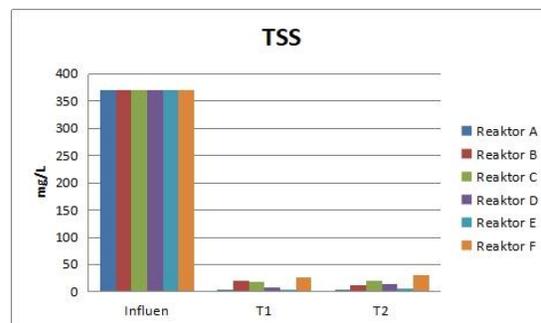
Nilai TDS mengalami kenaikan pada minggu pertama, kemudian menurun pada minggu kedua. Kenaikan TDS pada minggu pertama kemungkinan disebabkan penambahan limbah malam batik hasil pelorodan pada bak penangkap lilin, sementara tanaman belum beradaptasi dengan

kondisi penambahan limbah. Fungsi penyerapan kadar pencemar oleh semua tanaman mulai terlihat pada minggu kedua. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya penurunan nilai TDS. Penurunan terbesar pada minggu kedua terjadi pada reaktor A yang menggunakan tumbuhan pegagan air, yaitu sebesar 12,71%.

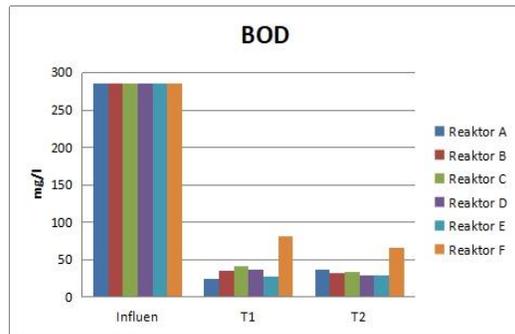
**Gambar 3.** Perubahan TDS dengan Limbah L1 pada kelima Reaktor

Parameter TSS

Pada minggu pertama dan minggu kedua, nilai TSS pada semua reaktor mengalami penurunan yang signifikan. Penurunan nilai TSS menunjukkan efektifitas penyerapan tanaman air di semua reaktor. Penurunan terbesar terdapat pada Reaktor A dengan tanaman pegagan air, yaitu sebesar 98,92%.

**Gambar 4.** Perubahan TSS dengan Limbah L1 pada kelima Reaktor

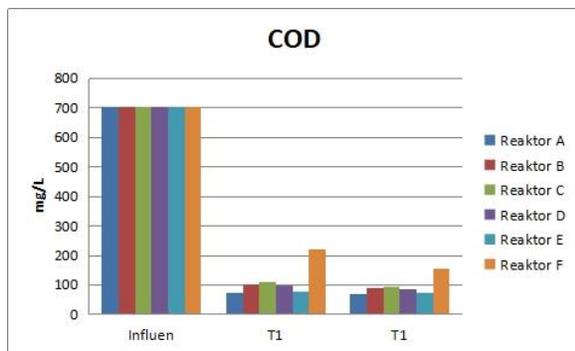
Parameter BOD₅



Gambar 5. Perubahan BOD₅ dengan Limbah L1 pada kelima Reaktor

Pada minggu pertama, nilai BOD₅ pada semua reaktor mengalami penurunan yang signifikan. Penurunan terbesar terjadi pada Reaktor A, yaitu sebesar 91%. Akan tetapi pada minggu kedua, terjadi sedikit kenaikan dari 24,5 mg/L menjadi 36,7 mg/L, sehingga efisiensi total reaktor A selama dua minggu adalah sebesar 87,12%. Reaktor D dan E memiliki nilai efisiensi total yang sama yaitu sebesar 89,96%. Akan tetapi pada reaktor D terjadi penurunan yang konsisten pada minggu pertama dan kedua, yaitu dari nilai di inlet sebesar 285 mg/L menjadi 36,7 mg/L pada minggu pertama dan akhirnya 28,6 mg/L

Parameter COD



Gambar 6. Perubahan COD dengan Limbah L1 pada kelima reaktor

pada minggu kedua. Sedangkan pada reaktor E sempat terjadi kenaikan pada minggu kedua yaitu dari 27,6 mg/L menjadi 28,6 mg/L.

Pada minggu pertama, nilai COD pada semua reaktor mengalami penurunan yang signifikan. Akan tetapi pada minggu kedua hanya terjadi sedikit penurunan. Penurunan terbesar terdapat pada Reaktor A dengan tanaman pegagan air, yaitu dengan efisiensi sebesar 90,03%.

Dari hasil perataan efisiensi penyisihan reaktor untuk masing-masing nilai parameter, maka dapat dihitung efisiensi masing-masing reaktor untuk pengolahan limbah batik yang berasal dari *wax trap* (L1). Secara keseluruhan, efisiensi rata-rata penurunan kandungan pencemar dalam L1 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Efisiensi Penyisihan Pencemar pada L1

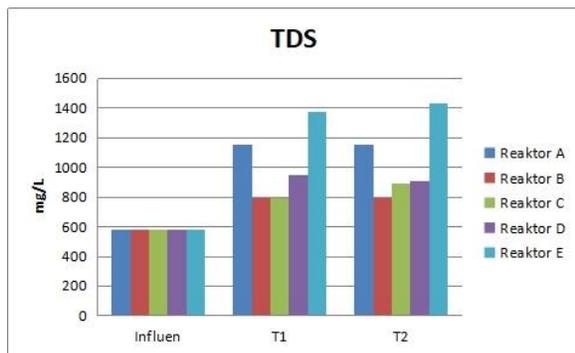
No	Reaktor	Efisiensi Rata-rata (%)
1	Reaktor A	92,03
2	Reaktor B	90,75
3	Reaktor C	89,82
4	Reaktor D	91,43
5	Reaktor E	92,75

Berdasarkan data pada tabel tersebut, dapat diketahui bahwa untuk limbah batik yang berasal dari *wax trap* dan belum mengalami pengolahan sama sekali, reaktor lahan basah yang memiliki efisiensi tertinggi adalah menggunakan tanaman Kana Lonceng, yaitu dengan efisiensi sebesar 92,75%.

Efisiensi Pengolahan Limbah Batik dari Bak Pengendapan (L2)

Parameter *Total Dissolved Solid* (TDS)

Nilai TDS juga mengalami kenaikan pada minggu pertama, hal ini kemungkinan adanya proses penambahan limbah pada bak pertama sehingga menambahkan konsentrasi malam pada limbah cair. Beberapa reaktor mengalami penurunan pada minggu kedua, yaitu pada reaktor B dan D. Penurunan pada kedua reaktor tersebut masing-masing sebesar 0,13% dan 4,5%.



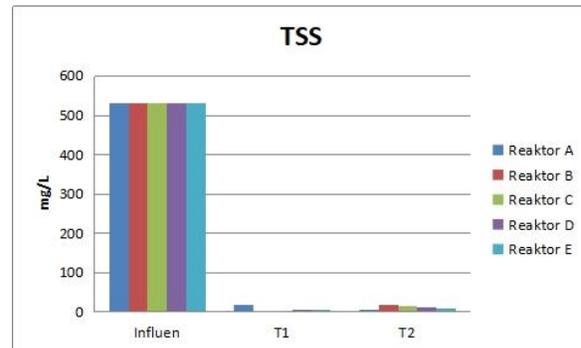
Gambar 7. Grafik Perubahan TDS L2 pada Reaktor Lahan Basah Buatan

Parameter TSS

Nilai TSS menyatakan konsentrasi padatan yang tersuspensi dalam limbah cair. Pada semua reaktor, TSS mengalami kenaikan yang signifikan selama minggu pertama. Sedangkan pada minggu kedua hanya mengalami sedikit penurunan. Efisiensi penurunan TSS paling tinggi terdapat pada reaktor A (Pegagan air), yaitu sebesar 98,68%. Pada reaktor B, C, D, dan E berturut-turut efisiensinya adalah 96,60%; 97,36%; 97,74% dan 98,30%.

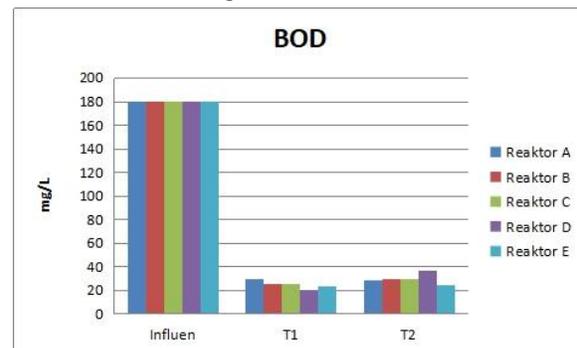
Proses untuk menghilangkan padatan tersuspensi dalam air limbah adalah proses flokulasi, sedimentasi, dan proses filtrasi atau intersepsi. Partikel yang besar dan berat akan segera mengendap setelah terbawa oleh air, sedangkan yang lebih ringan akan ikut terbawa oleh air dan tertahan oleh tanaman

lalu mengendap. Sedangkan partikel yang lebih kecil lagi akan terserap pada lapisan biofilm yang menempel pada permukaan media atau akar tanaman di dalam reaktor (Suhardjo, 2008).



Gambar 8. Perubahan TSS L2 pada Reaktor Lahan Basah Buatan

Parameter BOD₅

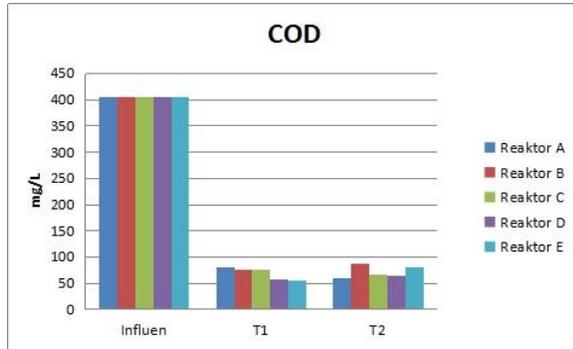


Gambar 9. Perubahan BOD₅ L2 pada Reaktor Lahan Basah Buatan

Penurunan parameter BOD₅ pada minggu pertama menunjukkan adanya pengurangan jumlah zat organik di dalam air limbah. Meskipun sampel yang digunakan merupakan air limbah yang telah mengalami pengendapan pada IPAL, namun kandungan BOD₅ di dalamnya masih optimal bagi aktivitas mikroorganisme pada perakaran tanaman. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan BOD₅ yang signifikan. Penurunan terbesar terjadi pada reaktor E dengan

tanaman Kana Lonceng, yaitu dengan efisiensi sebesar 86,67%.

Parameter COD



Gambar 10. Perubahan COD L2 pada Reaktor Lahan Basah Buatan

Penurunan parameter COD pada minggu pertama menunjukkan adanya pengurangan jumlah zat organik di dalam air limbah. Meskipun sampel yang digunakan merupakan air limbah yang telah mengalami pengendapan pada IPAL, namun kandungan COD di dalamnya masih optimal bagi aktivitas oksidasi zat organik pada perakaran tanaman. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan COD yang signifikan, penurunan terbesar terjadi pada reaktor A dengan tanaman Pegagan, yaitu dengan efisiensi sebesar 85,29%.

Tabel 3. Rata-rata Efisiensi Penyisihan Pencemar pada L2

No	Reaktor	Efisiensi Rata-rata (%)
1	Reaktor A	89,28
2	Reaktor B	86,18
3	Reaktor C	88,14
4	Reaktor D	87,00
5	Reaktor E	88,31

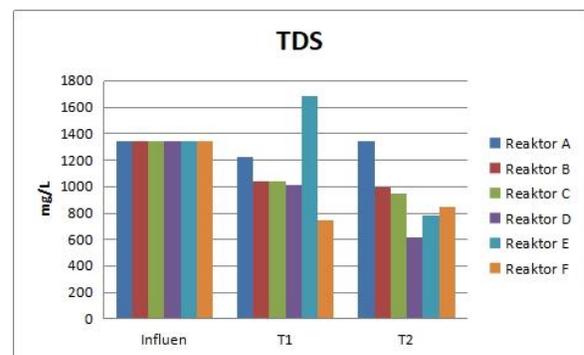
Secara keseluruhan, efisiensi rata-rata penurunan kandungan pencemar dalam L2 ditunjukkan pada Tabel 3.

Berdasarkan data pada tabel tersebut, dapat diketahui bahwa untuk limbah batik yang telah mengalami pengendapan, reaktor lahan basah yang memiliki efisiensi tertinggi adalah menggunakan tanaman Pegagan, yaitu dengan efisiensi sebesar 89,28%.

Efisiensi Pengolahan Limbah Batik dari Bak Koagulasi (L3)

Parameter *Total Dissolved Solid (TDS)*

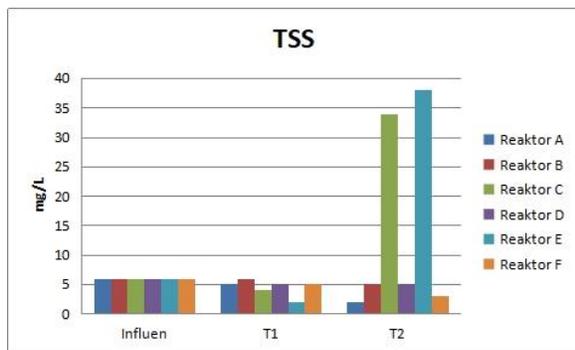
Pada akhir pengolahan, pada semua reaktor terjadi penurunan TDS. Akan tetapi penurunan yang konsisten terjadi pada Reaktor B, C dan E. Pada Reaktor E terjadi peningkatan pada minggu pertama, kemudian menurun pada minggu kedua. Hal ini kemungkinan disebabkan karena partikel tawas dalam limbah belum sepenuhnya mengendap pada minggu pertama. Sedangkan pada Reaktor A, TDS menurun pada minggu pertama, kemudian naik lagi pada minggu kedua. Efisiensi total tertinggi diperoleh pada Reaktor E, yaitu sebesar 55,5% dan pada Reaktor D sebesar 54,4% untuk parameter TDS.



Gambar 11. Perubahan TDS L3 pada Reaktor Lahan Basah Buatan

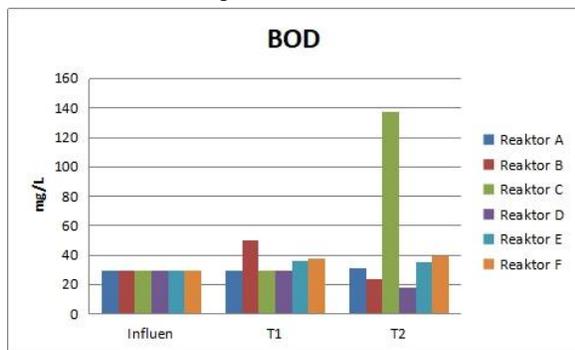
Parameter TSS

Penurunan TSS terjadi pada reaktor A, B, dan D, akan tetapi tidak signifikan, yaitu masing-masing turun sebanyak 1 mg/L atau sebesar 16,67% dari nilai influen yaitu 6 mg/L. Pada Reaktor C dan E terjadi peningkatan pesat, akan tetapi masih memenuhi baku mutu.



Gambar 12. Perubahan TSS L3 pada Reaktor Lahan Basah Buatan

Parameter BOD₅

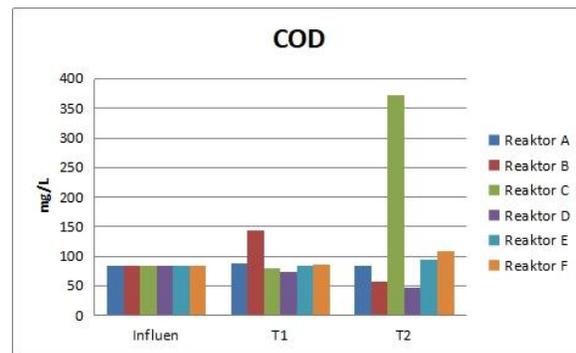


Gambar 13. Perubahan BOD₅ L3 pada Reaktor Lahan Basah Buatan

Penurunan parameter BOD₅ terjadi pada Reaktor B dan D, namun tidak signifikan. Penurunan tertinggi terjadi pada Reaktor D, yaitu sebesar 39,73%. Pada reaktor C terjadi *clogging* sehingga mempengaruhi proses di dalam reaktor menjadi tidak optimal, dan akibatnya BOD₅ justru mengalami kenaikan.

Parameter COD

Dari hasil perataan efisiensi penyisihan reaktor untuk masing-masing nilai parameter, maka dapat dihitung efisiensi masing-masing reaktor untuk pengolahan limbah batik yang berasal dari bak koagulasi (L3). Secara keseluruhan, efisiensi rata-rata penurunan kandungan pencemar dalam L3 ditunjukkan pada Tabel 4.



Gambar 14. Perubahan COD L3 pada Reaktor Lahan Basah Buatan

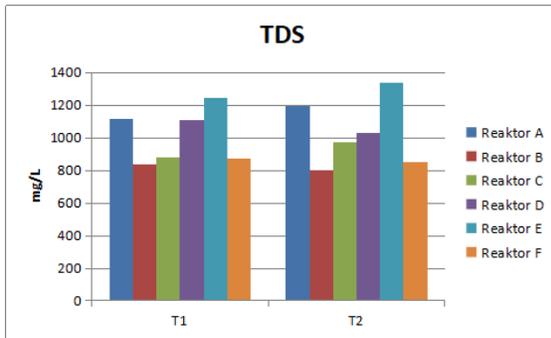
Tabel 4. Rata-rata Efisiensi Penyisihan Pencemar pada L3

No	Reaktor	Efisiensi Rata-rata (%)
1	Reaktor A	9,23
2	Reaktor B	23,88
3	Reaktor C	30,05
4	Reaktor D	41,79
5	Reaktor E	48,46

Berdasarkan data pada tabel tersebut, dapat diketahui bahwa untuk limbah batik yang telah mengalami pengendapan dan koagulasi, reaktor lahan basah yang memiliki efisiensi tertinggi adalah menggunakan tanaman Kana Lonceng, yaitu dengan efisiensi sebesar 48,46%.

Efisiensi Pengolahan Limbah Batik dari Outlet (L4)

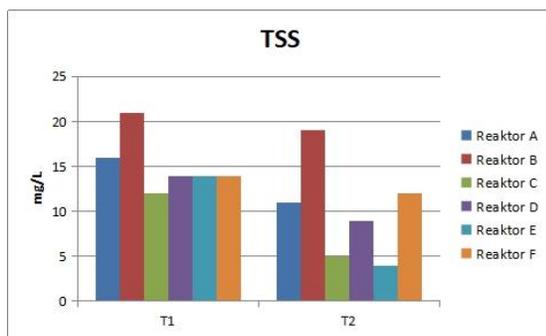
Parameter Total Dissolved Solid (TDS)



Gambar 15. Perubahan TDS L4 pada Reaktor Lahan Basah Buatan

Parameter TSS

Pada semua reaktor, TSS mengalami kenaikan selama minggu pertama, kemudian menurun pada minggu kedua. Peningkatan TSS pada minggu pertama disebabkan masih adanya partikel tersuspensi yang terbawa limbah ke outlet, dan belum dapat ditahan oleh media, tanaman maupun diuraikan mikroorganisme. Sedangkan pada minggu kedua proses telah berlangsung dengan lebih sempurna. Efisiensi penurunan TSS paling tinggi terdapat pada reaktor E (Kana lonceng), yaitu sebesar 71,4%.

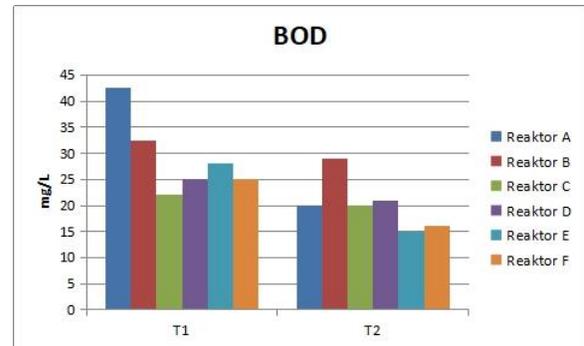


Gambar 16. Perubahan TSS L4 pada Reaktor Lahan Basah Buatan

Parameter BOD₅

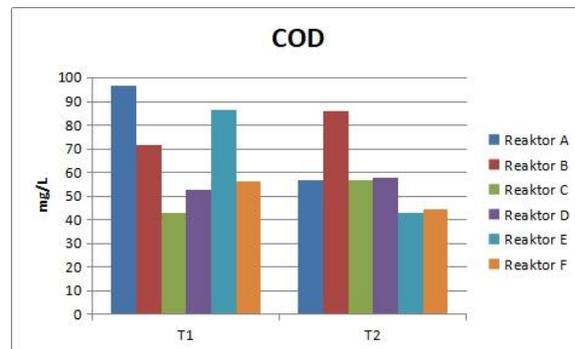
Parameter BOD₅ yang meningkat pada minggu pertama menunjukkan adanya

peningkatan jumlah zat organik di dalam air limbah. Sampel yang digunakan merupakan air limbah yang telah melalui pengolahan IPAL secara lengkap dengan kandungan BOD₅ yang relatif kecil, yaitu sebesar 26 mg/l, sehingga nutrisi yang tersedia untuk perkembangan bakteri tidak mencukupi.



Gambar 17. Perubahan BOD₅ L4 pada Reaktor Lahan Basah Buatan

Parameter COD



Gambar 18. Perubahan COD L4 pada Reaktor Lahan Basah Buatan

Parameter COD yang meningkat pada minggu pertama menunjukkan adanya peningkatan jumlah zat organik di dalam air limbah. Sampel yang digunakan merupakan air limbah yang telah melalui pengolahan IPAL secara lengkap dengan kandungan BOD₅ yang relatif kecil, yaitu sebesar 66,2 mg/l, sehingga nutrisi yang tersedia untuk perkembangan bakteri tidak mencukupi.

Dari hasil perataan efisiensi penyisihan reaktor untuk masing-masing nilai parameter, maka dapat dihitung efisiensi masing-masing reaktor untuk pengolahan limbah batik yang berasal dari outlet IPAL (L4). Secara keseluruhan, efisiensi rata-rata penurunan kandungan pencemar dalam L4 ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Efisiensi Penyisihan Pencemar pada L4

No	Reaktor	Efisiensi Rata-rata (%)
1	Reaktor A	15,15
2	Reaktor B	-50,86
3	Reaktor C	31,82
4	Reaktor D	18,87
5	Reaktor E	47,91

Berdasarkan data pada tabel tersebut, dapat diketahui bahwa untuk limbah batik yang telah mengalami pengolahan dalam IPAL secara lengkap, reaktor lahan basah yang memiliki efisiensi tertinggi adalah menggunakan tanaman Kana Lonceng, yaitu dengan efisiensi sebesar 47,91%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada sistem lahan basah buatan tingkat efektifitas yang paling optimal dalam menyisihkan pencemar pada limbah sampel L1 (limbah batik dari *wax trap* IPAL); sampel L2 (limbah batik dari bak pengendapan IPAL); sampel L3 (limbah batik dari bak koagulasi IPAL); sampel L4 (limbah batik dari outlet IPAL), secara berturut-turut yaitu menggunakan tanaman Kana Lonceng (*Thalia geniculata*) dengan efisiensi rata-rata sebesar 92,8%; Pegagan air (*Centella*

asiatica) dengan efisiensi rata-rata sebesar 89,3%; tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) dengan efisiensi rata-rata sebesar 41,8%; tanaman Kana lonceng (*Thalia geniculata*) dengan efisiensi rata-rata sebesar 47,9%

Sehingga reaktor sistem lahan basah buatan yang menggunakan tanaman Kana Lonceng /*Thalia geniculata* memiliki efisiensi paling tinggi dalam menurunkan kadar pencemar pada limbah batik.

Saran

Pada penelitian dan pengembangan selanjutnya, perlu dilakukan pengambilan sampel dengan interval waktu yang lebih rapat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Balai Besar Kerajinan dan Batik, yang telah memberi kesempatan untuk melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, Y., Wen, Y., Cheng, J., Xue, C., Yang, D., & Zhou, Q. (2011). Effects of Dissolved Oxygen on Extracellular Enzymes Activities and Transformation of Carbon Sources from Plant Biomass: Implications for Denitrification in Constructed Wetlands. *Bioresource Technology*, 102(3), 2433–2440.
- Istihanah Nurul Eskani., Ivone De Carlo, Suleman. (2005), Efektifitas Pengolahan Air Limbah Dengan Cara Kimia dan Biologi, *Jurnal Dinamika Kerajinan dan Batik Vol 22*.
- Muhfodi, Z., Widiastuti, N., & Kardika, R. C. (2008). Adsorpsi Zat Wara Tekstil dengan menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) untuk Variasi Massa Absorben dengan Suhu Operasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin*. Retrieved from <http://journal.uin.ac.id/Teknoin/article/view/2082>

- Noonpui, S., Thiravetyan, P., Nakbanpote, W., & Netpradit, S. (2012). Color Removal from Water-Based Ink Waste Water by Bagasse, Fly Ash, Swadust Ash and Activated carbon. *Chemical Engineering Journal*, 162(2), 503–508.
- Prihatini, N. S., Priatmadi, B. J., Masrevaniah, A., & Soemarno. (2015). Performance of the Horizontal Subsurface-Flow Constructed Wetlands with Different Operational Procedures. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, 7(6), 1620–1629.
- Setiawan, A. S. (2007). Optimasi Efisiensi Pengolahan Efluen Reaktor Anaerobik Bersekat dengan Menggunakan Rekayasa Aliran pada Wetland (Studi Kasus : Limbah Cair RPH dan Industri Tahu). *Institut Teknologi Bandung*.
- Sonie, R., & Soewondo, P. (2007). Modifikasi Subsurface Wetland pada Pengolahan Limbah Cair RPH dan Industri Tahu. *Lingkungan Tropis, Edisi Khusus*, 259–267.
- Suhardjo, D. (2008). Penurunan COD, TSS dan Total Fosfat pada Septic Tank Limbah Mataram Citra Sembada Catering dengan Menggunakan Wastewater Garden. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 15(2), 79–89.
- Tjokrokusumo. (1998). *Pengantar Teknik Lingkungan*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan.
- Tri Murniati, Muljadi. (2013) . Pengolahan Limbah Batik Cetak dengan Menggunakan Metode Filtrasi-Elektrolisis Untuk Menentukan Efisiensi Penurunan Parameter COD, BOD, dan Logam Berat (Cr) Setelah Perlakuan Fisika -Kimia; *Jurnal Ekuilibrium Vol 12. Hal 27-36*.

