

Constructed Wetland sebagai Upaya Pengurangan Konsentrasi Beban Organik pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan

Nadia R.A. Kholish, Deni H. Trihandana, dan Achmad C. Ni'am*

Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Email Korespondensi : ach.niam@gmail.com

Kata Kunci:

constructed wetland, fitoteknologi, limbah cair, rumah potong hewan, typha angustifolia

ABSTRAK

Keberadaan rumah potong hewan penting untuk memenuhi kebutuhan protein hewani bagi konsumen. Setiap harinya, rumah potong hewan menghasilkan limbah dari aktivitas yang mereka lakukan. Limbah cair yang dihasilkan mengandung beban organik yang tinggi. Pada penelitian ini, kami berfokus pada sistem *constructed wetland* dengan tanaman *Typha angustifolia* sebagai media fitoremediasi untuk mengolah limbah cair rumah potong hewan. Tanaman ini diteliti kemampuannya dalam melakukan proses removal beban organik limbah cair rumah potong hewan ditinjau dari parameter BOD, COD, TSS, dan NH₃N. Penelitian ini dimulai dengan pembuatan reaktor berupa *container box* dengan ukuran 20cm x 21cm x 31cm yang akan diisi oleh tanah (10cm), pasir silika (2cm), dan kerikil (2cm). Aklimatisasi dilakukan untuk memasuki masa percobaan *range finding test*, di mana konsentrasi paparan limbah yang digunakan adalah 25%, 50%, dan 75% dalam jangka waktu selama 7 hari. Analisis data bertujuan untuk membandingkan kualitas air di dalam reaktor menggunakan persamaan *overall efficiency*, yang kemudian dilanjutkan dengan uji Anova. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, *Typha angustifolia* berhasil melakukan removal BOD sebesar 97,90%, COD 98,95%, TSS 94,09%, dan NH₃N 94,61%. Uji Anova menunjukkan bahwa konsentrasi dan waktu detensi tidak memengaruhi efektivitas tanaman dalam menurunkan limbah.

Keyword:

constructed wetland, phytotechnology, liquid waste, slaughter house, typha angustifolia

ABSTRACT

The existence of slaughterhouses is important to fulfill the need for animal protein for consumers. Every day, slaughterhouses produce waste from their activities. The liquid waste generated contains high organic load. In this study, we focused on a constructed wetland system with Typha angustifolia plant as a phytoremediation medium to treat slaughterhouse wastewater. This plant was studied for its ability to remove the organic load of slaughterhouse wastewater in terms of BOD, COD, TSS, and NH₃N parameters. This research begins with the construction of a reactor in the form of a container box with a size of 20cm x 21cm x 31cm which will be filled with soil (10cm), silica sand (2cm), and gravel (2cm). Acclimatization is carried out to enter the range finding test experiment, where the concentration of effluent exposure used is 25%, 50%, and 75% for a period of 7 days. Data analysis aims to compare the water quality in the reactor using the overall efficiency equation, which is then continued with the Anova test. Based on the research that has been done, Typha angustifolia succeeded in removing BOD by 97.90%, COD 98.95%, TSS 94.09%, and NH₃N 94.61%. Anova test showed that concentration and detention time did not affect the effectiveness of plants in reducing waste.

1. PENDAHULUAN

Rumah Potong Hewan (RPH) telah lama diketahui sebagai industri yang bergerak di bidang suplai produk berupa daging untuk memenuhi permintaan pasar dan konsumen. Aktivitas yang dilakukan oleh rumah potong hewan mampu menghasilkan limbah dengan beban organik yang cukup tinggi. Air limbah yang dihasilkan diketahui mengandung BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, serta NH₃N (Ammonia total) yang cukup tinggi (M. Ng *et al.*, 2022). Beban organik

tinggi yang terkandung dalam limbah dapat mencemari lingkungan baik itu perairan, udara maupun tanah. Tidak sebatas pada pencemaran saja, keberadaan bahan kimia organik dalam limbah mampu memicu efek buruk khususnya terhadap kesehatan masyarakat, hewan hingga ekosistem perairan. Hal ini dikarenakan mayoritas dari kandungan bahan kimia organik bersifat toksik, mutagenik, dan memiliki potensi besar menjadi karsinogenik (Bazrafshan *et al.*, 2022).

Beban organik yang terkandung dalam air limbah pada kondisi tertentu akan mengganggu *existing* perairan.

Kandungan beban organik yang terlampau tinggi mampu menyebabkan adanya eutrofikasi, yang dikhawatirkan akan mengurangi kadar oksigen terlarut di wilayah perairan (Simbolon, 2016). Hal ini menjadi salah satu dari sekian banyak faktor untuk melestarikan lingkungan perairan dengan cara menghilangkan beban organik dari air limbah, sehingga meminimalisir terjadinya eutrofikasi dan ancaman lainnya (Ni'am *et al.*, 2021). Sejalan dengan fakta-fakta yang telah disebutkan, sebagai salah satu sumber penghasil air limbah dengan beban organik yang besar, pembuangan limbah cair RPH diatur dalam standar yang diizinkan oleh Peraturan Pemerintah Indonesia (Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 76 Tahun 2014, 2014).

Pembuangan limbah secara langsung ke badan air dan sekitarnya tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu telah menjadi salah satu permasalahan yang memprihatinkan di banyak negara berkembang, salah satunya Indonesia (I.N. Widiassa & Sunarso, 2015). Tantangan yang kerap dialami dalam mengolah limbah adalah terbatasnya lahan, waktu, dan juga biaya yang tersedia. Oleh karena itu, diperlukan metode maupun teknologi yang sesuai agar limbah yang dihasilkan dapat diolah sebelum dikembalikan ke alam. Teknologi yang dapat digunakan salah satunya adalah *constructed wetland* atau lahan basah buatan, dengan dua sistem pilihan yaitu *sub surface flow* dan *surface flow*.

Constructed wetland merupakan pengolahan limbah cair dengan menggunakan saluran dangkal ataupun kolam yang ditanami dengan tumbuhan air. Perlakuan ini mengandalkan proses fisika, kimia, dan biologi untuk mengolah air limbah. Keterlibatan tanaman di dalam penggunaannya menunjukkan bahwa *constructed wetland* umumnya dilakukan dengan menggandeng metode fitoremediasi, yang mana berfokus pada proses penggunaan tanaman untuk menghilangkan dan memperbaiki kondisi tanah, *sludge*, kolam hingga air dari kontaminan (Stefanakis *et al.*, 2015). Metode ini dikenal memiliki sederet keunggulan seperti relatif murah dibandingkan dengan metode konvensional lainnya, kemudian efisiensi relatif tinggi, toleran terhadap konsentrasi pencemar yang besar, serta zat pencemar dapat dimanfaatkan kembali menjadi biomassa yang bernilai ekonomi (Cahyana & Aulia, 2019).

Tanaman *Typha angustifolia* memiliki daya tahan yang cukup kuat, tidak mudah mati, serta memiliki akar serabut yang sangat kuat dan lebat sehingga mampu menyerap unsur hara dari bahan pencemar dalam jumlah relative besar (Hidayah & Aditya, 2017). Tanaman ini mudah untuk dijumpai di lahan basah alami di Indonesia, sehingga tidak sulit untuk menemukannya. Pemilihan *Typha angustifolia* sebagai agen penyerap polutan organik dalam penelitian ini sesuai dengan kriteria tanaman fitoteknologi yang berlaku. Kriteria-kriteria ini meliputi sifat yang kuat, mudah diperbanyak, mampu menghasilkan biomassa dalam jumlah besar, toleran terhadap efek dari kontaminan maupun logam, mudah untuk dibudidayakan, memiliki daya serap yang baik, serta bukan bagian dari tanaman konsumsi (Kafle *et al.*, 2022) (Leto *et al.*, 2013) (Dzakwan & Ni'am, 2018). Pada penelitian ini, kami menyelidiki penggunaan *constructed wetland* dengan *Typha angustifolia* untuk menghilangkan kandungan COD, BOD, TSS dan NH₃N dalam air limbah RPH. Selanjutnya, melakukan evaluasi kinerja pengolahan dan pertumbuhan tanaman dalam kondisi rasio pengenceran paparan limbah.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Studi pendahuluan

Air limbah yang digunakan didapat dari rumah potong hewan lokal di Kota Surabaya. Selanjutnya dilakukan analisis kualitas air limbah untuk mengetahui konsentrasi parameter BOD, COD, TSS, dan NH₃N.

Tabel 1. Konsentrasi Awal Limbah Cair RPH

Parameter	Konsentrasi (mg/L)
BOD	1094
COD	4310.1
TSS	846
NH ₃ N	363.6

Aklimatisasi dilakukan sebagai bentuk proses adaptasi tumbuhan terhadap kondisi lingkungan (Ghiovani, 2017). Proses aklimatisasi dilakukan selama 3 hari dengan melibatkan 6 tanaman *Typha angustifolia* dewasa yang memiliki ketinggian di atas 0,5 m. Tanaman yang digunakan merupakan tanaman yang utuh, di mana bagian tubuhnya terdiri dari batang, daun, dan akar. Tanaman ditempatkan di dalam reaktor *constructed wetland* yang mirip dengan lingkungan sebelumnya untuk memungkinkan mereka beradaptasi. Tanaman dipelihara tanpa pemberian pupuk maupun pestisida agar pengaruh paparan limbah terhadap pertumbuhan tanaman dapat dinilai dan terlihat lebih jelas.

Range Finding Test (RFT) diterapkan untuk mengetahui kemampuan tanaman dalam menyerap polutan pada konsentrasi yang telah ditentukan. RFT berlangsung selama 7 hari dengan perlakuan konsentrasi paparan sebanyak 25%, 50%, dan 75%. Hasil percobaan yang didapatkan dari RFT kemudian akan digunakan untuk tahapan berikutnya. Berdasarkan pengamatan visual yang dilakukan, *Typha angustifolia* menunjukkan perubahan fisik yang tidak terlalu kentara pada hari ke-4 sampai hari ke-7, bahkan daun tanaman masih berwarna hijau segar.

2.2 Metode Analisis

Penelitian ini dilakukan dengan teknologi *constructed wetland* yang memiliki sistem aliran *batch*. Masing-masing parameter diukur pada air limbah sebelum dan sesudah diolah sebagai data untuk mengukur tingkat efisiensi removal yang disajikan dalam satuan persen. BOD diukur dengan metode standar yaitu 5210B, kemudian COD ditentukan dengan refluks tertutup, metode standar titrasi 5220C. Parameter TSS diukur menggunakan gravimetri, sedangkan NH₃N diukur dengan metode titrimetri dan metode standar 4500-NH₃. Pertumbuhan tanaman diamati secara fisik pada awal dan akhir uji eksperimental.

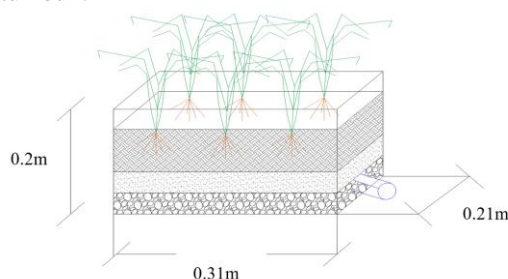
2.3 Eksperimen

Sebanyak 6 reaktor dengan volume masing-masing 10 L dibangun dan dioperasikan dengan metode *batch*. Sistem *constructed wetland* yang dibangun menggunakan tipe aliran permukaan horizontal dengan dimensi 0,2 m x 0,21 m x 0,31 m. Media substrat yang digunakan untuk mengisi reaktor adalah kerikil, pasir, dan tanah. Sebelum dimasukkan ke dalam

reaktor, kerikil disterilisasi terlebih dahulu menggunakan air dan dikeringkan pada oven suhu 60°C. Terdapat paranet nylon pada permukaan reaktor yang bertujuan untuk menghindari ataupun meminimalisir adanya penguapan sampel air limbah dan penetrasi cahaya matahari.

Tingkat toleransi *Typha angustifolia* terhadap beban organik diteliti pada empat tingkat pengenceran yang berbeda, yaitu 25%, 50%, 75%, dan 100% (LC 25%, LC 50%, dan LC 75%), di mana LC yang dimaksud adalah limbah cair dari rumah potong hewan. Variasi limbah cair yang digunakan bertujuan untuk menentukan tingkat efisiensi atau kinerja dari *Typha angustifolia* dalam mereduksi beban organik, yang nantinya hasil akan tercatat sebagai data dan disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik. Pada penelitian yang dilakukan dalam skala laboratorium, tanaman secara tidak langsung membentuk suatu kolaborasi dengan mikroorganisme yang hidup di dalam reaktor. Tanaman menyediakan substrat yang memungkinkan bagi mikroorganisme seperti bakteri untuk hidup dan berkembang.

Keberadaan bakteri dalam reaktor *constructed wetland* akan mendukung removal bahan organik. Hal ini dikarenakan bakteri membutuhkan kandungan organik dalam air limbah sebagai sumber nutrisinya untuk tetap bertahan hidup. Derajat keasaman atau pH disesuaikan hingga berkisar antara 6 – 7. Eksperimen dilakukan hingga pengenceran 75% berdasarkan percobaan pendahuluan yang menunjukkan bahwa pada paparan limbah dengan konsentrasi 100%, tanaman tidak dapat tumbuh.



Gambar 1. Reaktor Sistem *Constructed Wetland*

Setelah masa aklimatisasi selesai, sejumlah sampel dengan konsentrasi yang ditentukan diukur sebanyak 10 L pada setiap reaktor, kemudian reaktor lain diisi air limbah tanpa tanaman sebagai kontrol. Untuk memastikan proses penyisihan beban organik yang konsisten, tidak ada nutrisi yang diberikan selama proses percobaan. Pada hari ke-1, ke-4, dan ke-7, air sampel dalam setiap reaktor diambil, kemudian jumlah penguapan dilakukan dengan mengukur ketinggian air, dan pengukuran pH dilakukan setiap hari. Kualitas air limbah dilakukan melalui uji laboratorium terhadap parameter BOD, COD, TSS dan NH₃N. Uji kualitas mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau kegiatan usaha lainnya.

Analisis untuk penentuan kualitas air dengan membandingkan antar air buangan di dalam reaktor secara langsung menggunakan persamaan *overall efficiency*, yaitu:

$$Efisiensi (\%) = \left[\frac{c1-c2}{c1} \right] \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

c1 : konsentrasi parameter air limbah sebelum perlakuan

c2 : konsentrasi parameter air limbah setelah perlakuan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Air Limbah

Karakteristik awal dari air limbah RPH ditunjukkan pada Tabel 2. Parameter yang disajikan didasarkan pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013. Berdasarkan data yang tercantum pada Tabel 1, air limbah RPH tidak diperbolehkan untuk langsung dibuang ke lingkungan, dikarenakan melampaui batas maksimum yang diizinkan.

Tabel 2. Standar Kualitas Air Limbah Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
BOD	mg/L	100
COD	mg/L	200
TSS	mg/L	100
NH ₃ N	mg/L	25

Pada penelitian ini, respon tanaman diteliti melalui pengenceran konsentrasi air limbah. Dampak dari air limbah terhadap perkembangan fisik tanaman diamati dan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Respon Perkembangan Fisik *Typha angustifolia* Terhadap Konsentrasi Limbah Cair

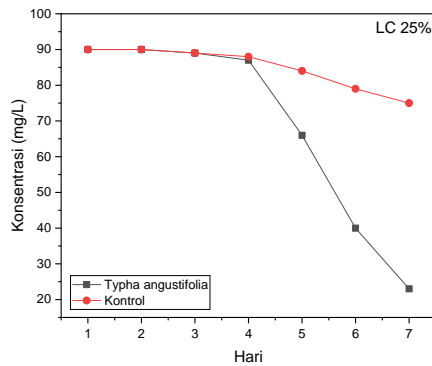
Parameter	25%	50%	75%
Warna daun	Hijau	Hijau	Hijau
Warna akar	Coklat muda	Coklat muda	Coklat
Akar dan tunas baru	Ya	Ya	Tidak

Tiga perlakuan yang didasarkan pada konsentrasi limbah menunjukkan tampilan fisiologis yang tidak terlalu besar pada tanaman. Pada akhir waktu percobaan selama 7 hari, terjadi perubahan tampilan fisik pada tanaman terutama pada konsentrasi limbah 75%, yang ditandai dengan warna akar menjadi lebih gelap dibandingkan konsentrasi limbah 25% dan 50%.

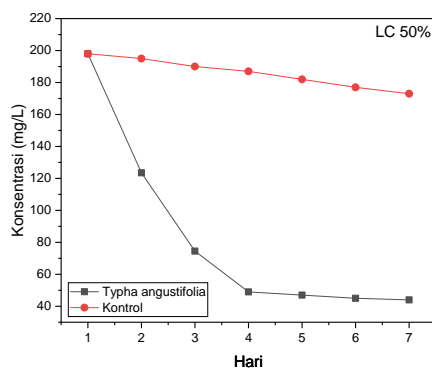
3.2 Analisis parameter BOD, COD, TSS, dan NH₃N

3.2.1 Penyisihan bod

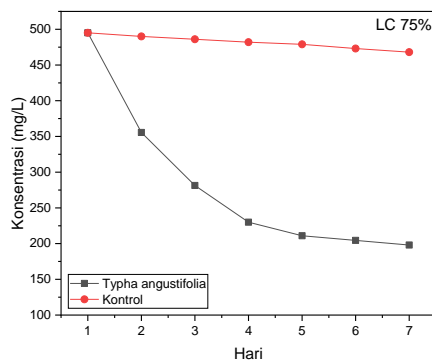
BOD atau *Biological Oxygen Demand* menunjukkan jumlah oksigen terlarut dalam air yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik secara aerobik. Tingginya kandungan bahan organik dalam air limbah RPH menjadi indikasi kurangnya oksigen terlarut dalam air. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa konsentrasi BOD dapat ditekan atau diturunkan menggunakan fitoremediasi *Typha angustifolia* dalam tiga pengenceran berbeda yang dilakukan.



(a) Konsentrasi BOD efluen pada LC 25%



(b) Konsentrasi BOD efluen pada LC 50%



(c) Konsentrasi BOD efluen pada LC 75%

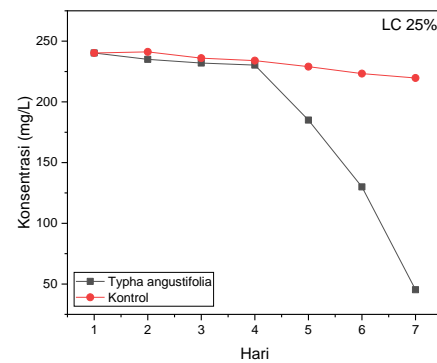
Gambar 2. Konsentrasi BOD efluen *Typha angustifolia* dan kontrol pada LC 25%, 50%, dan 75%

Berdasarkan gambar 2 setelah dilakukan masa percobaan menggunakan *Typha angustifolia*, penyisihan BOD yang lebih tinggi dicapai pada hari ke-7 pada konsentrasi air limbah 25%, 50%, dan 75%. Efisiensi penyisihan meningkat seiring bertambahnya hari. Salah satu faktor kuat dalam peningkatan efektivitas penyisihan BOD adalah waktu retensi air yang lebih lama dalam *constructed wetland*. Pengurangan kadar BOD terjadi melalui aktivitas mikroorganisme dan tanaman yang ada pada reaktor *constructed wetland*. Aktivitas mikroorganisme secara aerobik didukung oleh keberadaan oksigen yang dihasilkan oleh proses fotosintesis tanaman dan

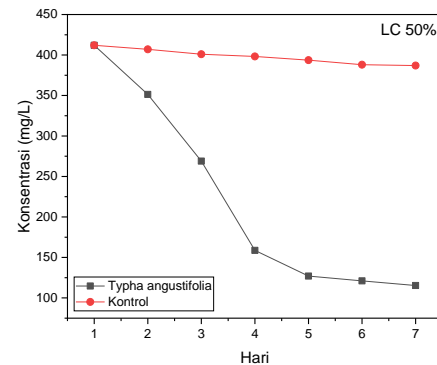
difusi langsung dari atmosfer ke permukaan air (Simamora, 2018).

3.2.2 Penyisihan cod

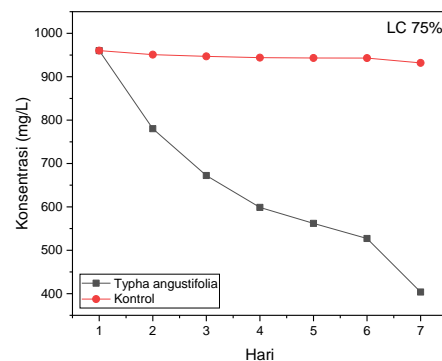
Konsentrasi COD atau *Chemical Oxygen Demand* menurun secara signifikan pada penggunaan tanaman *Typha angustifolia* untuk proses removal. Hal ini menjadi penegasan bahwa tanaman yang tumbuh menyediakan substrat berupa akar, batang, dan daun di mana mikroorganisme dapat tumbuh saat mereka memecah molekul organik. Penurunan COD dalam jumlah besar terjadi karena tanaman sudah sepenuhnya terbentuk atau utuh, meningkatkan kapasitas filtrasi akar terhadap padatan tersuspensi dan penyerapan nutrisi terlarut, yang dalam hal ini merupakan beban organik berupa COD (Y.S. Ng *et al.*, 2017).



(a) Konsentrasi COD efluen pada LC 25%



(b) Konsentrasi COD efluen pada LC 50%



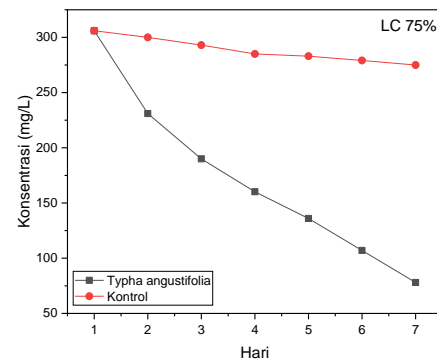
(c) Konsentrasi COD efluen pada LC 75%

Gambar 3. Konsentrasi COD efluen *Typha angustifolia* dan kontrol pada LC 25%, 50%, dan 75%

Sama seperti BOD, penurunan kadar COD juga disebabkan adanya aktivitas mikroorganisme dan tanaman selama masa uji di dalam reaktor *constructed wetland*. Selain dukungan kedua faktor tersebut, keberadaan media filtrasi berupa kerikil dan juga pasir telah ikut menyumbangkan andil dalam proses removal COD dalam reaktor (Sari *et al.*, 2015). Penurunan konsentrasi COD terjadi secara bertahap, yang mana menunjukkan bahwa bahan organik yang terdapat di dalam air limbah mayoritas bersifat *biodegradable*. Apabila ditarik benang merahanya, maka hal ini tentu berkaitan dengan proses penguraian secara biologis oleh mikroorganisme yang digunakan oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan nutrisi mereka saat masa pertumbuhan berlangsung (Simamora, 2018).

3.2.3 Penyisihan tss

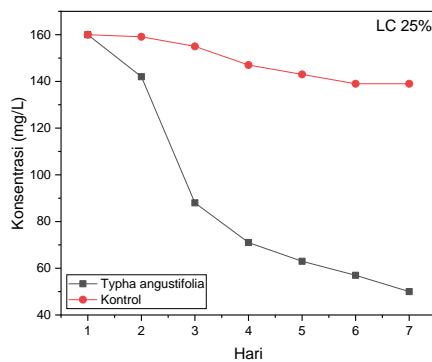
TSS atau *Total Suspended Solid* merupakan semua partikel-partikel yang terlarut dalam air. Senyawa ini umumnya ditemukan dalam bentuk komponen biotik seperti *zooplankton*, *fitoplankton*, bakteri maupun senyawa anorganik (Taufiq, 2021). TSS sebenarnya merupakan partikel tersuspensi yang mampu mengurangi penerasi cahaya matahari serta berpotensi meningkatkan kekeruhan air sehingga nantinya dapat berdampak buruk bagi pertumbuhan organisme akuatik.



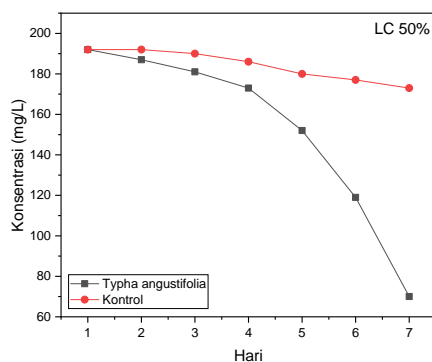
(c) Konsentrasi TSS efluen pada LC 75%

Gambar 4. Konsentrasi TSS efluen *Typha angustifolia* dan kontrol pada LC 25%, 50%, dan 75%

Berdasarkan grafik yang telah disajikan, penurunan TSS pada tiga perlakuan paparan limbah menunjukkan kinerja tanaman cukup bagus. Pada penelitian ini, akar tanaman memiliki peran penting dalam menyerap TSS yang terdapat pada air limbah. Akar tanaman juga memiliki peran sebagai tempat mikroorganisme berkembang biak sehingga aktivitas penguraian beban organik dapat terbantu oleh keberadaan mikroorganisme, yang secara khusus mampu merombak bahan organik menjadi lebih sederhana, sehingga mempermudah akar tanaman dalam menyerap bahan-bahan tersebut.



(a) Konsentrasi TSS efluen pada LC 25%

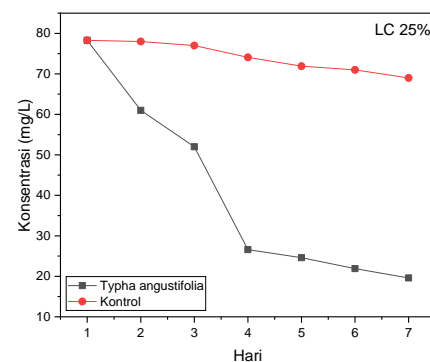


(b) Konsentrasi TSS efluen pada LC 50%

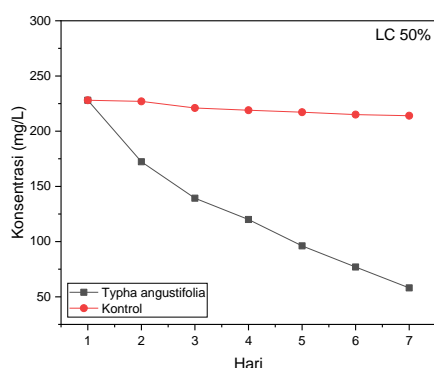
3.2.4 Penyisihan NH₃N

NH₃ atau kadar amonia merupakan salah satu zat penting yang diserap oleh tanaman untuk mempertahankan pertumbuhannya. Kandungan NH₃N (Ammonia total) dalam air limbah terjadi karena penguraian beban organik dan proses fiksasi nitrogen. Pada perairan, persentase amonia bebas akan meningkat sejalan dengan peningkatan temperatur dan pH. Pada air limbah dengan kondisi pH tinggi, amonia terdapat dalam jumlah besar, sedangkan pada air limbah dengan kondisi pH rendah, kadar amonia yang ditemukan lebih sedikit (Priadi *et al.*, 2016).

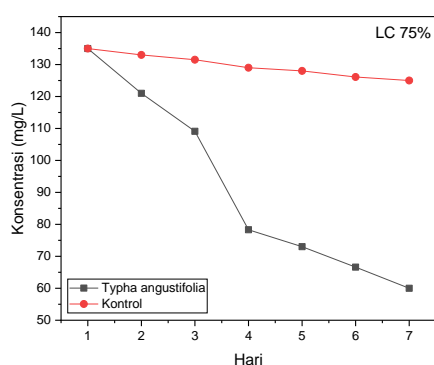
Penggunaan *Typha angustifolia* untuk metode fitoremediasi mampu mereduksi kadar NH₃N dalam air limbah.



(a) Konsentrasi NH₃N efluen pada LC 25%



(b) Konsentrasi NH₃N efluen pada LC 50%



(c) Konsentrasi NH₃N efluen pada LC 75%

Gambar 5. Konsentrasi NH₃N efluen Typha angustifolia dan kontrol pada LC 25%, 50%, dan 75%

Keberadaan mikroorganisme mampu mengurangi kadar amonia melalui nitrifikasi. Nitrifikasi merupakan proses yang mampu mengubah senyawa nitrogen tereduksi terutama amonia menjadi nitrit dan nitrat. Proses ini melibatkan mikroba di dalamnya. Selain karena nitrifikasi, nilai amonia juga dapat berkurang melalui asimilasi, yang merupakan proses berubahnya amonimum menjadi N-organik (Priyadi, *et al.*, 2016).

3.3 Uji anova

Hasil uji dari masing-masing parameter yang menunjukkan tingkat kemampuan penyisihan oleh *Typha angustifolia* kemudian dianalisis menggunakan uji statistik yaitu Anova One Away. Selanjutnya dilakukan uji normalitas pada data yang tersedia, kemudian diambil nilai sig untuk hasil uji normalitas data $0,000 > 0,05$ yaitu data berdistribusi normal. Oleh karena itu, memenuhi kriteria untuk melanjutkan analisis statistik menggunakan Anova One Away. Uji ini dilakukan untuk melihat apakah ada pengaruh waktu detensi dan konsentrasi dalam penurunan beban organik yang terkandung dalam limbah cair RPH.

Secara berturut-turut, uji konsentrasi BOD, COD, TSS, dan NH₃N yaitu 0.362, 0.366, 0.040, dan 0.131. Sedangkan uji waktu detensi pada keempat parameter BOD, COD, TSS, dan NH₃N menghasilkan nilai 0.069, 0.047, 0.481, dan 0.217. Berdasarkan data tersebut, nilai sig yang didapatkan mayoritas

berada pada angka yang lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi dan waktu detensi tidak terlalu berpengaruh terhadap efektivitas penurunan konsentrasi beban organik.

4. KESIMPULAN

Tanaman *Typha angustifolia* menunjukkan kinerja yang menjanjikan dalam pengolahan air limbah RPH. Penggunaan *constructed wetland* dengan sistem *sub surface flow* mampu mereduksi kontaminan terlarut dan padatan tersuspensi dalam air limbah RPH. Penyisihan BOD, COD, TSS dan NH₃N tertinggi diperoleh pada konsentrasi 25% untuk BOD (97.90%), 25% untuk COD (98.95%), 25% untuk TSS (94.09%), dan 25% untuk NH₃N (94.61%). Uji Anova pada tanaman *Typha angustifolia* pada konsentrasi dan waktu detensi lebih banyak didapatkan nilai sig $0,000 > 0,05$ yang mana berarti konsentrasi dan waktu detensi tidak terlalu memberi pengaruh dalam efektivitas penurunan konsentrasi limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bazrafshan, E., Zakeri, H. R., Vieira, M. G. A., Derakhshan, Z., Mohammadi, L., Mohammadpour, A., & Mousavi khanghah, A. (2022). Slaughterhouse Wastewater Treatment by Integrated Chemical Coagulation and Electro-Feton Processes. *Sustainability (Switzerland)*, 14(18).
- Cahyana, G. H., & Aulia, A. N. (2019). Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Menggunakan Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetland. *EnviroSan*, 2(2).
- Dzakwan, M. A., & Ni'am, A. C. (2018). Kajian Jenis Tanaman Rumput untuk Teknologi Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat. "Introductory Chapter: *Introducing Heavy Metals*", in *Heavy Metals*, 413-421.
- Hidayah, E. N., & Aditya, W. (2017). Potensi dan Pengaruh Tanaman pada Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Sistem Constructed Wetland. *IPTEK Journal of Proceeding Series*, 3(5), 11-18.
- I N Wdidiasa, B., & Sunarso, S. J. (2015). Study on Slaughterhouse Wastes Potency and Characteristic for Biogas Production. *International Journal of Waste Resources*, 01(01), 4-7.
- Kafle, A., Timilsina, A., Gautam, A., Adhikari, K., Bhattarai, A., & Aryal, N. (2022). Phytoremediation: Mechanisms, Plant Selection and Enhancement by Natural and Synthetic Agents. *Environmental Advances*, 8(February), 100203.
- Leto, C., Tuttolomondo, T., La Bella, S., Leone, R., & Licata, M. (2013). Effects of Plant Species in a Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetland-Phytoremediation of Treated Urban Wastewater with *Cyperus alternifolius* L. And *Typha latifolia* L. In The West of Sicily (Italy). *Ecological Engineering*, 61, 282-291.
- Ng, M., Dalhatou, S., Wilson, J., Kamdem, B. P., Temitope, M. B., Paumo, H. K., Djelal, H., Assadi, A. A., Nguyen-tri, P., & Kane, A. (2022). Characterization of Slaughterhouse Wastewater and Development of

- Treatment Techniques: A Review. *Process*, 10(7), 1-28.
- Ng, Y. S., Samsudin, N. I. S., & Chan, D. J. C. (2017). Phytoremediation Capabilities of *Spirodela polyrhiza* and *Salvinia molesta* in Fish Farm Wastewater: A Preliminary Study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 206(1).
- Ni'am, A. C., Prasetya, K. D., & Utami, R. P. (2021). Analysis of Ammonia in Kali Lamong River Estuary Surabaya during Pandemic Covid-19. *Journal of Physics: Conference Series*, 2117(1), 012020.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No.76 Tahun 2014, 9 Perubahan Atas Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya 10(2014).
- Pribadi, R. N., Zaman, B., & Purwono. (2016). Pengaruh Luas Penutupan Kiambang (*Salvinia molesta*) Terhadap Penurunan COD, Amonia, Nitrit, dan Nitrat Pada Limbah Cair Domestik (*Grey Water*) dengan Sistem Kontinyu. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(4).
- Sari, P., Sudarno, & Wisnu, I. (2015). Pengaruh Jumlah Tanaman *Cyperus alternifolius* dan Waktu Tinggal Limbah dalam Penyisihan Kadar Ammoniak, Nitrit, dan Nitrat (Studi Kasus : Pabrik Minyak Kayu Putih). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(2), 3-6.
- Simamora, D. (2018). Uji Kemampuan *Cyperus rotundus* dan *Scirpus grossus* dalam Mengolah Limbah Cair Tempe dengan Sistem Subsurface Flow Constructed Wetlands (SSF-CWs). i-167.
- Simbolon, A. R. (2016). Pencemaran Bahan Organik dan Eutrofikasi di Perairan Cituis Pesisir Tangerang. *Jurnal Pro-Life*, 3(2).
- Stefanakis, A. I., Zouzias, D., & Marsellos, A. (2015). Groundwater Pollution: Human and Natural Sources and Risks. *Environmental Sci. and Eng*, 4(Oktober 2017), 82-102.
- Tangahu, B. V., & Ningsih, D. A. (2016). Uji Penurunan Kandungan COD, BOD pada Limbah Cair Pewarnaan Batik Menggunakan *Scirpus Grossus* dan *Iris Pseudacorus* dengan Sistem Pemaparan Intermittent. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 8(2), 121-130.
- Taufiq, M. (2021). Unjuk Kerja Reaktor *Ecological Floating Bed* (EFB) dengan Penambahan Media Penyangga Spons Poliuretan untuk Penyisihan Padatan Tersuspensi (TSS) dan Padatan Terlarut (TDS) pada Air Limbah *Greywater*. *Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*.