

Efektivitas Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) sebagai Fitoremediasi dalam Menurunkan Kadar Timbal (Pb) Air Limbah Batik

Juwita Eka Hapsari*, Choirul Amri**, Adib Suyanto**

*Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl. Tatabumi 3, Gamping, Sleman, DIY, 55293
email: juwintahapsari@gmail.com

Abstract

Poor controlling mechanism on industrial waste have resulted in very wide pollution, such as liquid waste containing Pb from batik making industries. Rivers that have been polluted by Pb compounds or ions which exceed the threshold concentration may result in death for aquatic biota. Batik industries in Pilangkenceng has never conducted wastewater treatment. One of the treatment methods that can be applied is by using phytoremediation plants. The purpose of this research was to know the effectiveness of water spinach (*Ipomoea aquatica*) in decreasing the concentration of lead (Pb) in batik waste water, by conducting a pre-test post-test with control group designed experiment held in December 2017 to February 2018. The study results show that the average of Pb concentration before the treatment was 0,252 mg/l, and by adding five stems of water spinach, the concentration decreased 0,001 mg/l; adding 10 stems of spinach, decreased 0,077 mg/l; and adding 15 stems spinach, decreased 0,112 mg/l. Data analysis with one way anova statistical test at $\alpha=0,05$ shows significant difference among those decreases (p -value $<0,001$).

Keywords : phytoremediation, water spinach, *Ipomoea aquatica*, lead (Pb), batik liquid waste

Intisari

Pengawasan yang buruk terhadap buangan atau limbah industri telah mengakibatkan terjadinya pencemaran yang sangat luas, di antaranya air buangan industri yang mengandung Pb seperti industri pembuatan batik. Sungai yang telah kemasukan senyawa atau ion-ion Pb melebihi konsentrasi dapat mengakibatkan kematian bagi biota di dalamnya. Industri batik di Pilangkenceng belum pernah melakukan pengolahan terhadap air limbah yang dihasilkan. Salah satu metoda pengolahan yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan tanaman fitoremediasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) sebagai fitoremediasi dalam menurunkan kadar timbal (Pb) air limbah batik, dengan melakukan eksperimen berancangan pre-test post-test with control group. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2017-Februari 2018. Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata kadar Pb sebelum perlakuan sebesar 0,252 mg/l. Penambahan lima batang kangkung air menghasilkan selisih penurunan sebesar 0,001 mg/l; penambahan 10 batang kangkung menurunkan 0,077 mg/l; dan penambahan 15 batang kangkung menurunkan 0,112 mg/l. Analisis data dengan menggunakan uji statistik one-way anova pada $\alpha=0,05$ menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (nilai $p < 0,001$) di antara selisih-selisih penurunan tersebut.

Kata Kunci : fitoremediasi, kangkung air, *Ipomoea aquatica*, timbal, limbah cair batik

PENDAHULUAN

Kegiatan perindustrian telah mengalami kemajuan yang sangat pesat. Seluruh negara maju di dunia berpacu untuk mendirikan pabrik-pabrik. Perkembangan yang sangat pesat tersebut kemudian ternyata memberikan efek yang buruk bagi manusia.

Kontrol yang hampir tidak pernah dilakukan terhadap buangan atau limbah industri telah mengakibatkan terjadinya pencemaran yang sangat luas di seluruh dunia, di antaranya berupa air buangan

(limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan bijih timah hitam dan buangan sisa industri batik.

Buangan-buangan tersebut akan jatuh dan masuk pada jalur-jalur perairan seperti anak-anak sungai dan kemudian akan terbawa terus menuju lautan. Pada umumnya, jalur buangan dari bahan sisa perindustrian yang mengandung timbal (Pb), akan merusak tata lingkungan perairan yang dimasukinya dan menjadikan sungai dan alurnya tersebut menjadi tercemar.

Badan air yang telah kemasukan senyawa atau ion-ion Pb lebih dari konsentrasi yang semestinya, dapat mengakibatkan kematian bagi biota perairan tersebut. Konsentrasi Pb yang mencapai 188 mg/l, dapat membunuh ikan. Biota perairan akan mengalami kematian setelah 245 jam, bila pada badan perairan di mana biota itu berada terlarut Pb pada konsentrasi 2,75-49 mg/l. Sedangkan biota perairan lainnya, yang dikelompokkan dalam golongan insekta akan mengalami kematian dalam rentang waktu yang lebih panjang, yaitu antara 168 hingga 336 jam, bila pada badan perairan tempat hidupnya terlarut 3,5 sampai 64 mg/l Pb ¹⁾.

Tingginya tingkat pencemaran logam pada lingkungan air perlu ditanggulangi demi mengurangi risiko toksisitas terhadap manusia. Salah satu metoda untuk mengurangi limbah pencemaran adalah dengan menggunakan tanaman yang memiliki kemampuan tinggi untuk mengangkut berbagai pencemar. Salah satunya adalah dengan menggunakan teknologi fitoremediasi.

Tanaman yang digunakan pada proses fitoremediasi lahan perairan adalah tumbuhan timbul dan tumbuhan mengapung. *Scirpus californicus*, *Zizaniopsis miliaceae*, *Panicum helitomom*, *Pontederia cordata*, *Sagittaria lancifolia*, *Ipomea sp* dan *Thypha latifolia* adalah yang terbaik digunakan pada ekosistem perairan untuk mengolah limbah.

Spesies tumbuhan mengapung digunakan karena tingkat pertumbuhannya yang tinggi, dan kemampuannya untuk langsung menyerap hara langsung dari kolom air. Akarnya menjadi tempat filtrasi dan adsorpsi padatan tersuspensi dan pertumbuhan mikroba yang menghilangkan unsur-unsur hara dari kolom air.

Tanaman pertanian seperti sayuran dapat mudah menyerap logam berat dalam air yang tercemar. Logam berat dapat terserap ke dalam jaringan tanaman melalui akar dan stomata daun, selanjutnya akan masuk ke dalam siklus rantai makanan. Salah satu jenis sayuran yang mampu menyerap kandungan logam dalam jumlah cukup tinggi adalah kangkung ²⁾.

Kangkung merupakan tanaman dengan daya adaptasi yang cukup luas terhadap kondisi iklim dan tanah di daerah tropis, sehingga dapat ditanam di berbagai daerah di Indonesia. Kangkung juga merupakan tanaman yang tidak selektif terhadap unsur hara tertentu, sehingga dapat menyerap semua unsur yang terkandung di dalam tanah. Kangkung dapat tumbuh dengan baik pada badan air yang tidak terlalu dalam atau bantaran sungai, danau, dan selokan.

Kangkung (*Ipomoea sp*) termasuk ke dalam *kingdom plantae*, divisi *Spermatophyta*, kelas *Dicotyledonae* dan famili *Convolvulaceae*. Kangkung memiliki dua varietas yaitu jenis kangkung air dan kangkung darat. Kangkung air memiliki warna bunga putih kemerah-merahan, ukuran batang dan daun yang lebih besar dibandingkan dengan kangkung darat, berbatang hijau dan berbiji sedikit ³⁾.

Kangkung merupakan salah satu tanaman yang mudah menyerap logam berat dari media tumbuhnya ⁴⁾. Akibat pencemaran yang terjadi pada air, udara maupun tanah yang digunakan sebagai media tanamnya, maka besar kemungkinan terjadi penyerapan logam berat pada tanaman kangkung tersebut. Salah satu logam berat yang banyak mencemari air sungai adalah timbal (Pb).

Penelitian yang dilakukan oleh Rosyidah yaitu dengan penanaman tanaman air Obor (*Typha latifolia*) sebanyak enam pada masing-masing bak uji namun dengan konsentrasi yang berbeda, dapat menurunkan konsentrasi Pb pada air dari reaktor sampel 15 mg/l dengan penurunan sebesar 59,384 %; dan dengan 10 mg/l dapat menurunkan sebesar 59,225 % ⁵⁾.

Pada penelitian lain ⁶⁾ yang meneliti pengaruh jumlah teratai air (*Nympaea alba*) dalam metode fitoremediasi terhadap penurunan kadar BOD, COD dan fosfat limbah cair dengan variasi jumlah tanaman sebanyak dua, empat, dan enam, diketahui bahwa variasi dua dan empat tidak dapat menurunkan, dan pada variasi enam tanaman mampu menurunkan sebesar 0,45 %.

Industri batik di Pilangkenceng belum pernah melakukan pengolahan ter-

hadap air limbah yang dihasilkan. Limbah cair batik yang telah digunakan, hanya dialirkan menuju saluran pembuangan yang kemudian akan menuju parit. Di dekat lokasi pembuangan air limbah batik tersebut terdapat pemukiman penduduk, sehingga dikhawatirkan apabila air limbah tersebut tidak diolah akan menimbulkan pencemaran lingkungan dan juga dapat merusak estetika.

Uji pendahuluan yang dilakukan di lokasi tersebut memperoleh hasil pemeriksaan kadar timbal dalam air limbah batik sebesar 0,2 ppm yang berarti telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan untuk dibuang ke badan air seperti yang ditetapkan pada baku mutu air limbah berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 yang menyatakan bahwa batas maksimum kadar timbal (Pb) yang dapat dibuang ke badan air adalah 0,1 ppm.

Selain kadar timbal yang melebihi ambang batas, di Pilangkenceng juga dapat ditemui tanaman kangkung air yang tidak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar, yang sebenarnya dapat digunakan dalam mengolah limbah cair tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dalam menurunkan kadar timbal (Pb) air limbah batik.

METODA

Penelitian eksperimen dengan rancangan studi *pre-test post-test with control group* ini dilakukan di Pilangkenceng pada tahun 2017-2018. Tahapan penelitian yang dilakukan berawal dengan aklimatisasi yaitu menanam tanaman kangkung air di dalam bak yang berisi air limbah batik dengan konsentrasi 0 %, 50 % dan 100 %. Hal ini berguna agar tanaman tersebut dapat beradaptasi.

Tahap berikutnya adalah memasukkan lima liter limbah cair ke dalam masing-masing bak perlakuan, lalu masukkan tanaman kangkung air sebanyak 5 batang, 10 batang dan 15 batang pada setiap bak perlakuan A, B dan C.

Perlakuan tersebut dilakukan selama tiga minggu, dan setelah itu lalu se-

banyak satu liter air sampel diambil dari masing-masing bak perlakuan dan kontrol untuk dilakukan pemeriksaan kadar timbal (Pb)-nya. Kegiatan tersebut diulangi sebanyak tiga kali replikasi

Sampel air limbah batik tersebut selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk diperiksa kadar timbal (Pb) setelah dilakukan perlakuan. Data yang diperoleh kemudian diuji secara statistik. Untuk mengetahui apakah data tersebut memenuhi asumsi distribusi normal, dilakukan uji *kolmogorov-smirnov*. Jika data tersebut normal, untuk menguji perbedaan selisih penurunan kadar Pb di antara variasi jumlah tanaman kangkung air yang digunakan, digunakan uji *one way anova* yang dilanjutkan dengan uji LSD (*least significant difference*). Semua uji statistik tersebut menggunakan SPSS *for Windows* dan pada taraf signifikansi 95 % atau $\alpha = 0,05$.

HASIL

Tabel 1.
Selisih kadar timbal (Pb) dalam air limbah batik dengan perlakuan penambahan 5 batang, 10 batang, dan 15 batang kangkung air

Kelompok perlakuan	Selisih kadar Pb (mg)			Juml	X
	1	2	3		
5 batang	0,001	0,001	0,002	0,004	0,001
10 batang	0,077	0,077	0,079	0,233	0,077
15 batang	0,110	0,113	0,114	0,337	0,112

Berdasarkan tabel di atas, secara deskriptif terlihat adanya penurunan rata-rata selisih perlakuan kadar timbal (Pb). Yang tertinggi yaitu pada perlakuan ketiga dengan penambahan 15 batang kangkung air sebesar 0,112 mg/l, dan yang terendah pada perlakuan pertama dan kedua penambahan lima batang kangkung air, yaitu sebesar 0,001 mg/l.

Berdasarkan hasil uji statistik untuk uji normalitas data diperoleh nilai p sebesar 0,487, sehingga data dinyatakan terdistribusi secara normal karena melebihi 0,05. Selanjutnya hasil uji *one way anova* untuk menguji perbedaan selisih kadar timbal (Pb) air limbah batik yang dihasilkan oleh variasi jumlah batang ta-

naman kangkung air tersebut, diperoleh nilai p lebih kecil dari 0,001, sehingga dapat dikatakan bahwa perbedaan selisih tersebut memang bermakna.

PEMBAHASAN

Pemeriksaan kadar timbal air limbah batik dilakukan sebelum diberikan perlakuan dan diperoleh hasil sebesar 0,252 mg/l, yang jika dibandingkan dengan baku mutu Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 masih melebihi ambang batas 0,1 mg/l

Kemudian pada tahap pemberian perlakuan pada air limbah batik dengan menggunakan tanaman kangkung air, setelah tiga minggu dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali, diperoleh rata-rata hasil pemeriksaan untuk penambahan lima batang kangkung air sebesar 0,250 mg/l atau ada penurunan 0,001 mg/l dari hasil *pre-test*. Adapun pada penambahan perlakuan kangkung air 10 batang dan 15 batang didapatkan rata-rata hasil pemeriksaan masing-masing sebesar 0,173 mg/l dan 0,139 mg/l; atau secara rata-rata turun 0,077 mg/l dan 0,112 mg/l. Jika dibandingkan dengan Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur yang sama maka kadar Pb hasil dari penerapan tiga variasi tersebut masih di atas ambang batas. Namun demikian, penurunan yang cukup banyak terjadi pada pemberian perlakuan tanaman kangkung air sebanyak 15 batang.

Sebagai pembandingan, studi yang dilakukan oleh Yovy⁷⁾ dengan penambahan 20 batang kangkung dapat menurunkan 0,6141 mg/l timbal dengan waktu pemaparan selama tiga minggu. Pada studi tersebut, akumulasi logam Pb tertinggi terdapat pada bagian akar tumbuhan kangkung, yaitu sebesar 0,8114 mg/l dan pada daun, yaitu 0,2173 mg/l. Penelitian lain yang dilakukan oleh Kohar dkk⁸⁾, dalam waktu tiga minggu akumulasi kadar timbal terdapat pada bagian akar, yaitu sebesar 1,86 mg/kg.

Berdasarkan kedua penelitian terdahulu tersebut, jika dibandingkan, hasil dari penelitian ini masih kurang efektif dalam menurunkan kadar timbal pada limbah cair batik.

Jumlah kangkung air yang digunakan masih kurang efektif dalam menurunkan kadar timbal, sehingga perlu ditambah lagi agar lebih optimal penurunannya. Penurunan kadar timbal pada air limbah batik ini tidak lepas dari proses fitoremediasi.⁹⁾

Tanaman kangkung air ini memiliki fungsi sebagai biofilter karena kangkung air mempunyai kemampuan untuk mengurai benda organik dan anorganik di sekitar akarnya. Batang dan akar tanaman kangkung air mempunyai jaringan yang khas yang disebut *aerenchima* yang berfungsi sebagai alat transportasi oksigen ke perakaran. Dengan adanya jaringan *aerenchima* tersebut, maka unsur hara dari tanah dan air dapat diserap dengan cepat.

Ada dua jalan masuk logam berat ke dalam tumbuhan, yaitu melalui akar dan daun. Akar merupakan organ pada tumbuhan yang berfungsi sebagai organ penyerap dan penyalur unsur-unsur hara ke bagian lain. Sesuai dengan fungsinya, maka akar akan banyak menyerap unsur hara sehingga akumulasi logam akan lebih tinggi di akar dibandingkan dengan di bagian batang dan daun.

Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga proses, yaitu penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi logam pada bagian jaringan tertentu untuk menjaga agar metabolisme tidak terhambat.

Secara keseluruhan, pengolahan air limbah batik dengan menggunakan metoda fitoremediasi mampu menurunkan kadar timbal yang hampir mendekati batas normal yang dianjurkan sesuai baku mutu, namun belum bisa menurunkan sampai di bawahnya.

Kecilnya presentase penurunan itu disebabkan karena belum optimalnya tanaman kangkung air untuk mendegradasi senyawa-senyawa pencemar organik atau disebut juga dengan *fitodegradasi*. Sehingga diperlukan waktu yang lebih lama lagi untuk mengoptimalkan kinerja tanaman kangkung air pada bak fitoremediasi. Pada kelompok kontrol tidak terjadi penurunan kadar timbal atau

hasil pemeriksaan *post-test* masih sama dengan hasil pemeriksaan *pre-test*.

Fitoremediasi merupakan langkah awal untuk memperbaiki kualitas lingkungan. Jadi, wajar apabila masih banyak hal yang bisa diteliti dan dikaji oleh peneliti selanjutnya. Misalnya, dengan menambah waktu kontak menjadi lebih lama, menambah jumlah variasi tanaman air yang lebih beragam serta menerapkannya metoda fitoremediasi ini langsung dilapangan.

KESIMPULAN

Penurunan kadar timbal (Pb) yang dihasilkan oleh variasi tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) antara lima batang, 10 batang, dan 15 batang, berbeda secara signifikan (nilai $p < 0,001$).

Perlakuan yang paling efektif dalam menurunkan kadar timbal (Pb) adalah pada variasi tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang ke tiga, yaitu dengan 15 batang.

Tidak adanya penurunan kadar timbal (Pb) pada kelompok kontrol, dan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) mampu menurunkan kadar timbal (Pb) pada air limbah batik, namun penurunannya masih belum bisa di bawah ambang batas seperti yang ditetapkan dalam baku mutu Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013, yaitu sebesar 0,1 mg/l.

SARAN

Hasil penelitian ini menjadi dasar atas beberapa saran berikut, yaitu bagi masyarakat, bagi pemilik industri batik dan bagi peneliti lain yang tertarik dengan topik penelitian sejenis.

Masyarakat hendaknya tidak mengkonsumsi tanaman kangkung air yang ada di lingkungan sekitar tempat penelitian, karena berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pada batang dan daun kangkung air tersebut terkandung Pb sebesar 2,09 mg/kg, di mana jumlah itu telah melampaui kadar maksimum yang diperbolehkan. Namun, kangkung air tersebut tetap dapat dikonsumsi masyarakat jika berumur masih kurang dari tiga

minggu dan dibantu dengan penambahan NaCl.

Bagi pemilik industri batik di Pilang-kenceng: tanaman kangkung air yang terdapat dalam jumlah banyak di sekitar lingkungan dan bisa didapatkan dengan mudah, dapat digunakan sebagai alternatif pengelolaan limbah cair yang dihasilkan oleh industri mereka. Namun dengan jumlah penambahan kangkung air yang lebih banyak lagi maka akan semakin besar logam berat timbal (Pb) yang terakumulasi.

Bagi peneliti lain disarankan untuk melakukan penelitian serupa dengan menggunakan variasi tanaman air yang lebih banyak, atau dengan mengaplikasikan variasi waktu yang lebih lama lagi.

Walaupun hasil penelitian ini belum mampu menurunkan kadar timbal (Pb) sesuai dengan aturan yang berlaku, namun sudah dapat mengkonfirmasi secara ilmu pengetahuan bahwa kangkung air merupakan tanaman yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah cair dengan metoda fitoremediasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Palar, H., 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta
2. Alloway, B. J., 1990. *Heavy Metals in Soil*, John Willey and Sons Inc, New York.
3. Nugroho, E., Sutrisno, 2008. *Budidaya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik*, Penebar Swadaya, Jakarta
4. Seregeg, I. G., Saeni, M. S., 1995. Efektivitas bioremediasi lima jenis tanaman terhadap kandungan logam berat (Cr^{2+} dan Pb^{2+}) dalam air, *Media Litbangkes*, 5 (4).
5. Rosyidah, D., 2014. *Pengaruh Tanaman Air Obor (Typha Latifolia) sebagai Fitoremediasi untuk Menurunkan Kadar Pb pada Air*, Karya Tulis Ilmiah, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
6. Nurtjahjo, D., 2014. *Pengaruh Jumlah Teratai Air (Nymphaea Alba) dalam Metode Fitoremediasi terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, dan*

- Phospat Limbah Cair RSP Bha-
yangkara Polda Yogyakarta*, Skripsi,
Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
7. Yofy, V., 2014. *Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) oleh Tanaman Kangkung (Ipomoea reptans Poir) Menggunakan Limbah Cair dari Ins-tansi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Sewon Bantul Yogyakarta*, Skripsi, UIN Sunan Kalijaga
 8. Kohar, I., Poppy, H., Poppy, H. H., Imelda, I. L., 2005. Studi kandungan logam Pb dalam kangkung umur 3 dan 6 minggu yang ditanam di media yang mengandung Pb, *Jurnal Makara Sains*, 9(2): hal.56-59
 9. Fahn, A., 1994. *Anatomi Tumbuhan*, edisi ketiga, Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta
 10. Fitter, A. H., Hay, 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta