

RESPON PERTUMBUHAN IPOMOEA REPTANS PADA MEDIA TANAM (TANAH DAN AIR) TERHADAP PENCEMAR TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu)

Anggraini Aurina Putri^{1*}, Ferdian Gita Permana¹, Adelia Wulandari²,
dan Rony Irawanto³

¹ Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, No.1, Lowokwaru, Kota Malang 65145.

² Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya
Jl. Ahmad Yani No.1117, Jemur Wonosari, Kec Wonocolo, Kota Surabaya 60237

³ Pusat Penelitian Ekologi dan Etnobiologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jl. Raya Surabaya - Malang Km. 65, Kec Purwodadi, Pasuruan 67163

*Email: anggraini.aurina.p@gmail.com

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber daya melimpah yang bersumber dari hayati maupun non-hayati. Pesatnya kegiatan pembangunan dan industri juga memiliki dampak yang kurang baik terhadap kualitas lingkungan, salah satunya yaitu limbah logam berat. Di antara banyaknya logam berat yang mencemari perairan dan tanah, logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) merupakan dua jenis logam yang banyak ditemukan. Adanya pencemaran logam dapat merusak ekosistem pada lingkungan dan dapat membahayakan kesehatan manusia. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak pencemaran logam berat yaitu dengan melakukan fitoremediasi. Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan *Ipomoea reptans* (kangkung darat) karena mudah beradaptasi dan memiliki waktu panen yang cepat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman kangkung darat pada media tanam tanah dan air yang tercemar logam Pb dan Cu. Metode yang digunakan yaitu eksperimental. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media tanah yang tercemar logam Pb dan Cu dengan konsentrasi yang tinggi, tanaman yang dihasilkan menjadi lebih pendek dengan jumlah daun yang sedikit. Hasil yang serupa juga terjadi pada media air yang tercemar Cu dan Pb + Cu. Perlakuan logam pencemar Pb, sampai hari pengamatan terakhir *I. reptans* mampu tumbuh dengan baik. Tumbuhan *I. reptans* dapat menjadi rekomendasi untuk fitoremediasi pada lingkungan media air tercemar logam Pb.

Kata kunci: Kangkung darat, logam berat, manajemen lingkungan, pencemaran

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber daya melimpah yang bersumber dari hayati maupun non-hayati sehingga dapat dimanfaatkan untuk sektor pertanian, industri, pertambangan dan lainnya. Sumber daya alam merupakan salah satu modal dasar dalam pembangunan nasional, oleh karena itu dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kepentingan rakyat dengan memperhatikan kelestarian hidup sekitar (Candra, 2018). Berbagai aktivitas seperti industri, pertambangan, dan transportasi turut memberikan kontribusi terhadap pencemaran air. Pesatnya kegiatan pembangunan dan industri juga memiliki dampak yang kurang baik terhadap kualitas lingkungan, salah satunya ialah adanya produk buangan yang dapat membahayakan keberlangsungan hidup organisme dan kualitas alam di sekitar kegiatan industri (Novindri *et al.*, 2020). Limbah akan berbahaya dan merusak lingkungan jika tidak diolah terlebih dahulu sebelum limbah tersebut dibuang. Limbah yang berupa cairan sangat mudah untuk masuk ke dalam lingkungan. Hal tersebut akan menyebabkan turunnya kualitas lingkungan atau dikatakan telah tercemar. Di antara banyaknya logam berat yang mencemari perairan dan tanah, logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) merupakan dua jenis logam yang banyak ditemukan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Azhar *et al.* (2012), potensi dampak adanya kegiatan industri, pemukiman, dan perikanan yang padat dapat menjadi dampak sumber logam Pb, Cu, Cd, dan Cr pada perairan.

Timbal (Pb) adalah logam berat yang tersebar sangat luas dibandingkan dengan logam toksik yang lainnya (Dewi, 2015). Pencemaran limbah logam berat mengandung timbal (Pb) banyak ditemukan hampir pada semua jenis limbah industri. Sedangkan logam tembaga (Cu) merupakan salah satu jenis logam berat yang memiliki karakter toksik dan berbahaya yang banyak terdapat di lingkungan perairan (Filipus, 2018). Umumnya logam berat tidak dapat terurai dalam air, semakin meningkat aktivitas yang berhubungan dengan logam berat seperti kegiatan industri membuat air menjadi tercemar dan logam akan terakumulasi dalam air (Herni, 2011). Logam berat yang ada di dalam badan perairan akan terserap dan terakumulasi oleh tanaman (Tangahu *et al.*, 2011). Sedangkan kondisi tanah yang tercemar limbah logam biasanya tanaman tidak tumbuh dengan baik, hal ini dikarenakan sifat fisik dan kimia tanahnya. Dampak lain adanya pencemaran logam berat yaitu terkait kesehatan manusia apabila tanaman yang tumbuh pada wilayah tercemar secara tidak sengaja dikonsumsi oleh manusia. Efek yang ditimbulkan jika mengkonsumsi logam berat sangat berbahaya, terlebih jika terakumulasi dalam kadar yang tinggi dan dalam waktu yang lama. Hal ini tentunya akan membahayakan masyarakat yang sebagian besar aktivitasnya bergantung pada lingkungan sekitar. Logam berat berpotensi untuk menyebabkan gangguan kesehatan apabila logam tersebut terakumulasi dalam jangka waktu yang lama di dalam tubuh suatu organisme, seperti keracunan. Upaya pemulihan lingkungan dapat dilakukan sebagai upaya untuk dapat mengembalikan kondisi air dan tanah yang tercemar agar dapat dimanfaatkan kembali. Kegiatan pemulihan lingkungan dianjurkan untuk mencari jenis tanaman yang persyaratan tumbuhnya tidak terlalu sulit, lalu dapat pula tetap tumbuh dengan kondisi baik pada jenis lahan yang unsur haranya miskin dan dapat tumbuh dengan baik pada kondisi tanah dengan pH rendah serta tingkat kesuburan yang tidak bagus (Istomo *et al.* 2013).

Fitoremediasi merupakan upaya untuk mengatasi pencemaran lingkungan terutama di wilayah perairan dengan menggunakan tumbuhan yang berpotensi untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi limbah (Rondonuwu, 2014). Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan reklamasi dan fitoremediasi yaitu tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir). Keunggulan dari kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir) yang lain yaitu memiliki keunggulan seperti mempunyai adaptasi yang luas terhadap lingkungan tumbuh dan panen kangkung juga dapat dilaksanakan secara rutin yaitu setiap 10-15 hari sekali (Kresna, 2016). Waktu yang dibutuhkan untuk panen kangkung cukup cepat maka penelitian dengan menggunakan kangkung darat dianggap efisien karena tidak memerlukan banyak waktu. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui respon pertumbuhan dan perubahan daun tanaman kangkung darat pada media tanam tanah dan air yang tercemar logam Pb dan Cu.

2. METODOLOGI

2.1. Waktu, tempat, alat, dan bahan

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli - Agustus 2022. Metode penelitian yang dilakukan yaitu secara eksperimental, sesuai yang dilakukan oleh Elawati *et al.* (2018), dan menggunakan metode deskripsi. Penelitian dilakukan di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi BRIN. Penelitian terdiri dari pencemaran pada media tanah, dan pada media air. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *tray* semai, *polybag* ukuran 5×10 cm, ayakan, gelas kaca, timbangan analitik, semprotan, kotak plastik, gelas ukur, pipet tetes, pH meter, label nama, penggaris, kamera, buku dan alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian yaitu larutan logam berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu), akuades, biji *Ipomoea reptans*, media air, dan tanah.

2.2. Langkah Kerja

Langkah kerja dalam penelitian dibagi menjadi dua bagian, bagian pertama logam pencemar pada media tanah (Gambar 1A), dan bagian kedua menggunakan logam pencemar pada media air (Gambar 1B).



A



B

Gambar 1. Perlakuan logam pencemar pada (A). Media tanah dan (B). Media air

1. Logam pencemar pada media tanah

Penelitian untuk pencemaran logam pada tanah dibagi menjadi lima tahapan yaitu persiapan media tanam, penyemaian, aklimatisasi, perlakuan, dan analisis data. Tahap persiapan media tanam yaitu tanah yang telah diayak dimasukkan kedalam *tray* semai dan *polybag*. Tahap penyemaian dilakukan dengan cara benih kangkung ditanamkan pada masing-masing lubang dan kecambah dirawat hingga 10 hari setelah tanam (HST). Tahap aklimatisasi dilakukan selama 4 hari dengan cara tanaman kangkung darat dipindahkan kedalam *polybag* yang telah berisi tanah. Pada tahap perlakuan, logam cair Pb dan Cu dengan konsentrasi 0 ppm, 5 ppm, dan 10 ppm dituangkan kedalam media tanam sebanyak 25 mL/*polybag* yang dilakukan dua kali pada tanaman berumur 14 HST dan 21 HST. Parameter pengamatan yang digunakan yaitu tinggi tanaman, jumlah helai daun, dan pH tanah. Analisis data dilakukan dengan membandingkan secara deskripsi pada masing-masing parameter yang digunakan pada 0, 7, dan 14 hari setelah perlakuan (HSP).

2. Logam pencemar pada media air

Penelitian pada media air dibagi menjadi empat tahapan yaitu penyemaian, aklimatisasi, perlakuan, dan analisis data. Tahap penyemaian media tanam yang digunakan yaitu *rockwool* yang telah diberi air 200 ml dan benih kangkung ditanamkan pada masing-masing lubang, penyemaian dilakukan hingga 14 hari setelah tanam (HST). Tahap aklimatisasi dilakukan selama 7 hari dengan cara tanaman kangkung darat dipindahkan kedalam botol kaca yang telah diisi air 200 mL. Tahap perlakuan dilakukan dengan logam cair Pb dan Cu dengan konsentrasi 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, dan campuran 5 ppm + 10 ppm dituangkan kedalam media tanam air sebanyak 50 mL/botol kaca. Parameter pengamatan yang digunakan yaitu morfologi tanaman (jumlah daun, warna daun, dan kondisi batang), pH air, dan volume air yang berkurang pada perlakuan media tanam air. Analisis data dilakukan dengan membandingkan secara deskripsi pada masing-masing parameter yang digunakan pada 1 dan 7 hari setelah perlakuan (HSP).

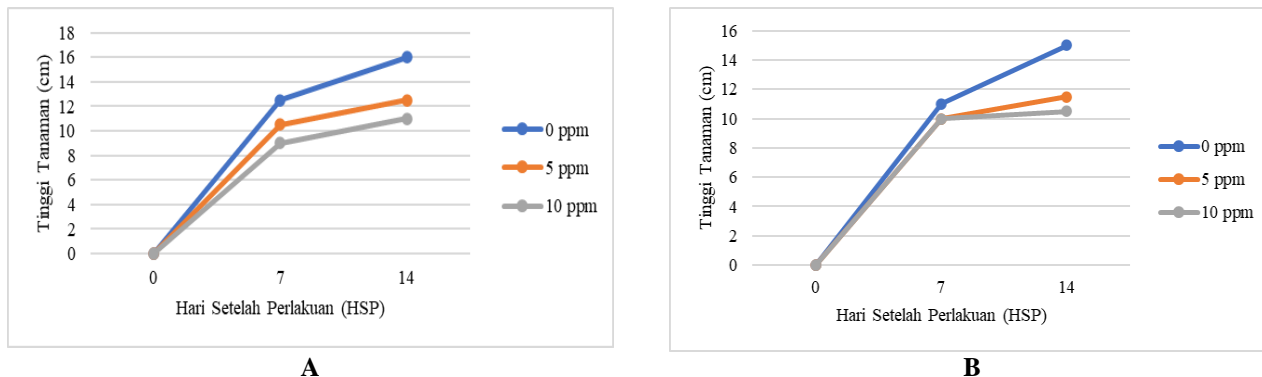
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Respon Tanaman Kangkung Darat Terhadap Logam Pencemar Pb dan Cu Pada Media Tanah

1. Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan pada semua konsentrasi Pb dan Cu. Pengukuran dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman dari pangkal batang kangkung yang ada dipermukaan tanah *polybag* hingga titik tumbuh dari tanaman kangkung. Pengukuran dilakukan mulai dari hari pertama diberikan logam pencemar, hari ketujuh, dan hari keempat belas. Hasil pengukuran tinggi tanaman didapatkan seperti pada Gambar 2.

B

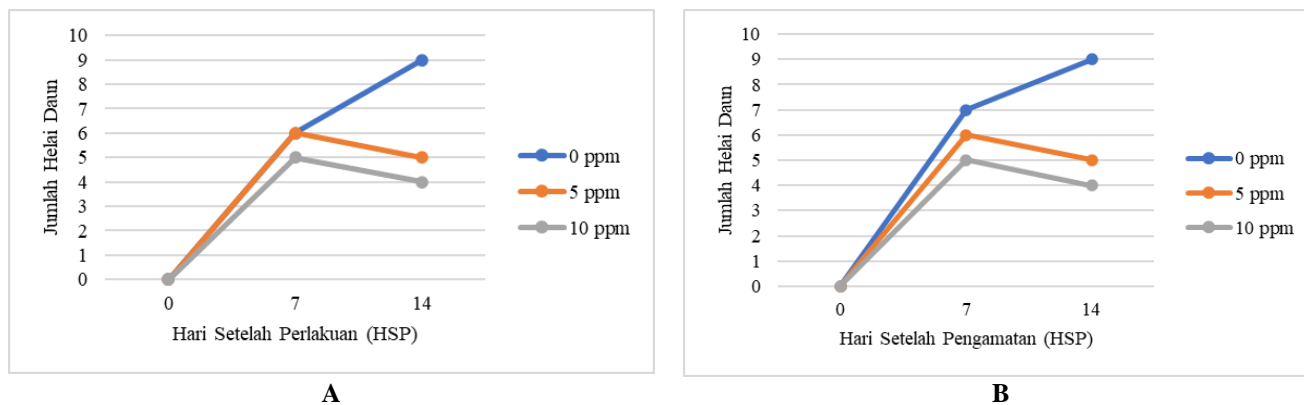


Gambar 2. Respon Tinggi Pada (A). Logam Pencemar Pb, (B). Logam Pencemar Cu

Berdasarkan hasil pengamatan dapat diketahui bahwa pertumbuhan tanaman kangkung yang paling tertinggi yaitu pada kontrol atau 0 ppm dan pertumbuhan terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi 10 ppm. Media tanam yang memiliki konsentrasi logam Pb dan Cu tinggi menyebabkan akar tanaman kangkung menyerap logam Pb dan Cu dengan besar jika dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi yang rendah. Sesuai dengan pernyataan Indrasti dan Aida, (2013), konsentrasi logam Pb yang ditambahkan didalam media semakin tinggi, maka tingkat penyerapan yang dilakukan akar tanaman akan semakin tinggi. Konsentrasi logam Pb yang tinggi akan bersifat toksik, sehingga ketika akar tanaman menyerap logam Pb dan Cu yang tinggi dapat menghambat laju metabolisme tanaman dan tinggi tanaman juga akan terhambat. Adanya logam Pb dan Cu dengan kadar tinggi akan menghambat senyawa-senyawa yang digunakan dalam pembelahan dan pembesaran atau diferensiasi sel-sel pada tanaman. Pembelahan sel dan perpanjangan sel-sel tanaman akan memacu pertumbuhan pada tunas-tunas pucuk tanaman dan akan mendorong terjadinya penambahan tinggi tanaman (Amelia *et al.*, 2015).

2. Jumlah Helai Daun

Daun tanaman kangkung termasuk dalam daun majemuk, sehingga pada pengamatan parameter jumlah daun dilakukan dengan cara menghitung satu tangkai daun dianggap sebagai satu helai daun. Daun adalah salah satu bagian tumbuhan yang berfungsi sebagai tempat sintesis makanan untuk metabolismenya. Semakin banyak jumlah daun maka akan semakin banyak dalam melakukan metabolisme. Hasil jumlah helai daun dapat dilihat pada Gambar 3.



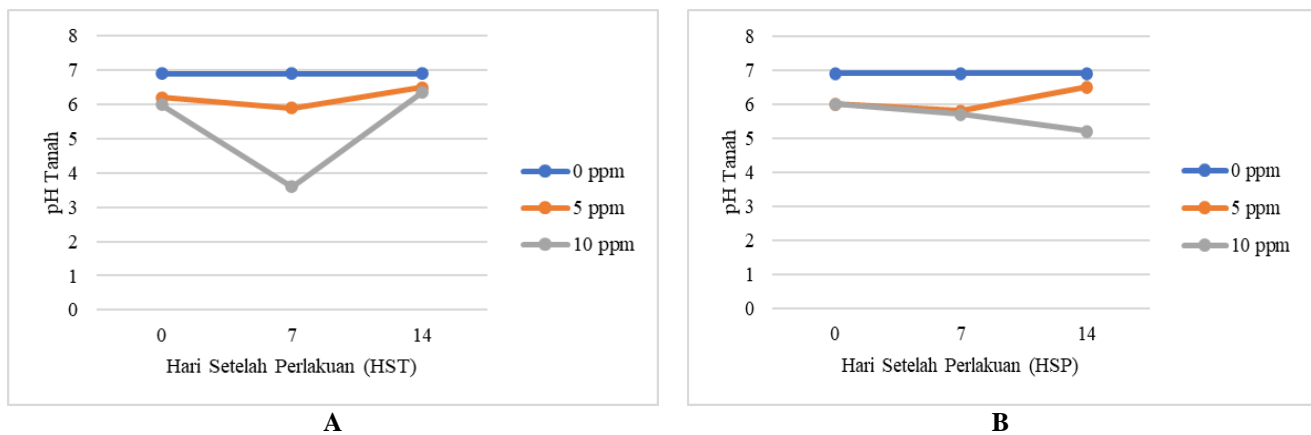
Gambar 3. Respon Jumlah Helai (A). Logam Pencemar Pb, (B). Logam Pencemar Cu

Jumlah helai daun tanaman kangkung tertinggi terdapat pada perlakuan 0 ppm dan terendah pada 10 ppm. Konsentrasi logam Pb dan Cu memiliki pengaruh pada jumlah helai daun tanaman

kangkung, karena dalam pertumbuhannya terhambat akibat adanya gangguan dalam menyerap unsur hara yang dibutuhkan dalam metabolisme tanaman. Salah satu unsur hara yang penting dalam pada daun yaitu K (Anggraini *et al.*, 2017). Apabila kandungan unsur K rendah dan logam Pb dan Cu sangat tinggi pada menyebabkan konsentrasi unsur hara dalam tanah tidak seimbang. Unsur hara K berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman, yaitu unsur K berperan dalam hal fotosintesis tanaman. Proses fotosintesis tanaman akan menghasilkan karbohidrat, protein dan senyawa organik lainnya. Senyawa-senyawa yang dihasilkan dipergunakan dalam proses pembelahan dan pembesaran atau diferensiasi sel-sel tanaman. Sedikitnya jumlah daun tanaman disebabkan oleh kurangnya jumlah air dan unsur hara yang diserap oleh tanaman, sehingga dapat menghambat proses fotosintesis dan transpirasi daun yang berakibat pada penurunan jumlah daun (Salamah, 2013).

3. PH Tanah

Paramter pH tanah dilakukan dengan menggunakan pH meter pada setiap konsentrasi Pb dan Cu. Paramter pH tanah dilakukan dengan menggunakan pH meter pada setiap konsentrasi Pb dan Cu. Pengukuran dilakukan mulai dari hari pertama, ketujuh, dan keempat belas setelah pengaplikasian Pb dan Cu didalam tanah serta air. Hasil pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4.



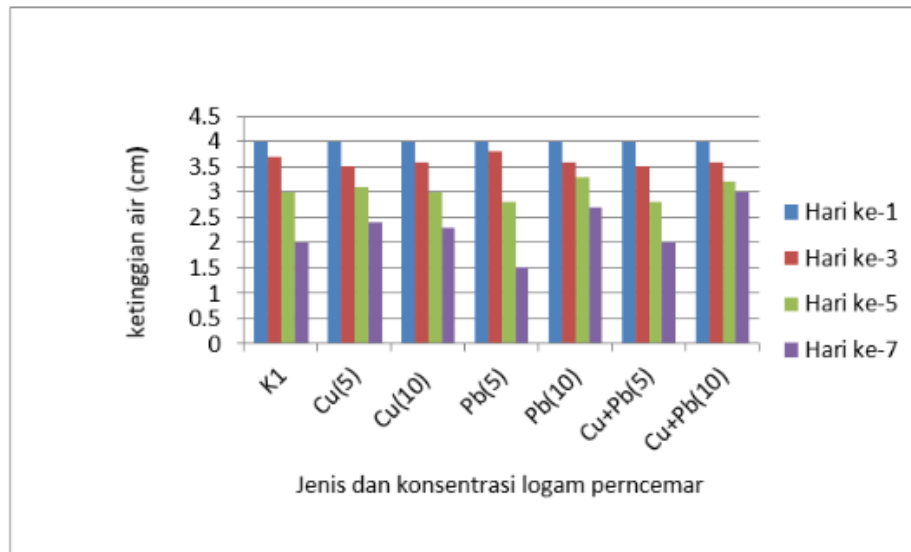
Gambar 4. pH pada Media Tanah (A). Tercemar Logam Pb, (B). Tercemar Logam Cu

Berdasarkan hasil pengamatan tanah tercemar Pb dan Cu didapatkan bahwa pada hari pertama pengamatan seluruh perlakuan memiliki pH yang masih netral. Kemudian pada pengamatan hari ketujuh perlakuan 5 ppm dan 10 ppm memiliki pH yang lebih asam. Dan pada hari pengamatan terakhir pada kontrol tidak mengalami kenaikan ataupun penurunan. Sedangkan pada perlakuan 5 ppm dan 10 ppm memiliki pH tanah yang meningkat. Logam pencemar Pb dan Cu memiliki kation yang lebih tinggi dibandingkan kation yang terdapat pada tanah. Tanah yang mengalami pencemaran logam dapat meningkatkan pH tanah menjadi masam, H^+ yang dimiliki semakin meningkat dan pH mejadi masam (Tampubolon *et al.*, 2017). pH tanah pada hari 14 HSP mengalami peningkatan mendekati netral. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan tanah mempunyai daya buffer atau kemampuan memulihkan dari keracunan bahan pencemar yang ada di dalam tanah pada waktu tertentu. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Abror *et al.*, 2013) yang menyatakan bahwa setiap tanah memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda - beda, sehingga berbeda dalam kemampuan untuk menyangga berbagai macam pencemar.

3.2. Respon Tanaman Kangkung Darat Terhadap Logam Pencemar Pb dan Cu Pada Media Air

1. Volume Air

Kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman perlu diperhatikan, hal ini karena dapat mempengaruhi laju pertumbuhan. Tanaman dengan kadar air yang optimal akan mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang maksimal (Felania, 2017). Volume air adalah jumlah air atau benda cair yang dapat mengisi suatu cawan. Volume air pada media tanaman kangkung darat terus mengalami perubahan yakni penurunan jumlah air yang dapat terlihat pada Gambar 5.

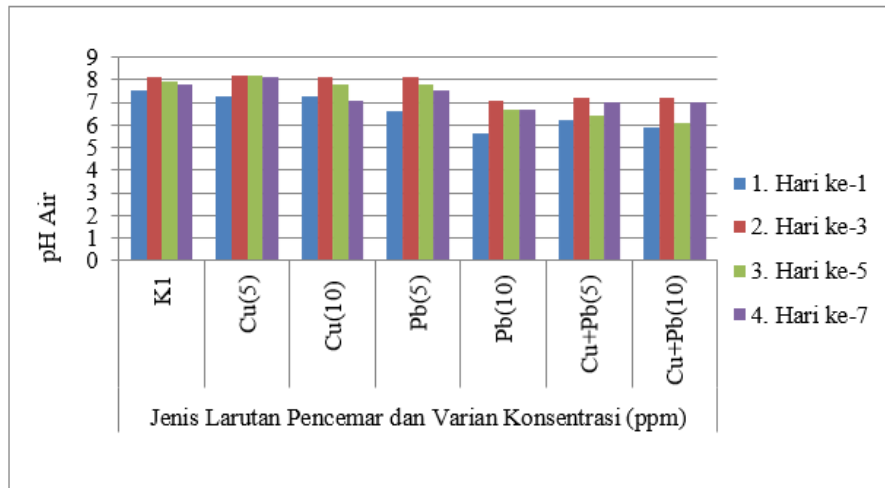


Gambar 5. Volume Air Tercemar Logam Pb dan Cu

Penurunan volume air atau hilangnya air pada media kangkung darat dapat disebabkan karena 2 faktor, yakni penyerapan air oleh akar tanaman dan juga penguapan air tersebut ke udara. Dari hasil penelitian tersebut, dapat dilihat bahwa kadar konsentrasi logam pencemar tidak mempengaruhi terhadap laju penurunan atau jumlah volume air pada media tanaman kangkung darat. Penurunan tertinggi volume air pada tanaman kangkung darat di hari terakhir perlakuan yakni pada perlakuan Cu 5 ppm, sedangkan pada Cu konsentrasi Cu 10 ppm tidak menunjukkan hasil penurunan lebih besar. Air sering kali membatasi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kebutuhan air bagi tanaman berbeda-beda, tergantung jenis tumbuhan dan fase pertumbuhannya (Felania, 2017). Hal ini juga berkaitan langsung dengan proses fisiologis dan morfologis pada tanaman serta kombinasi kedua faktor tersebut dengan faktor-faktor lingkungan. Kebutuhan air pada tanaman dapat terpenuhi dengan adanya penyerapan air oleh akar. Jumlah air yang diserap oleh akar sangat bergantung pada kandungan air pada media dan kemampuan akar untuk menyerap air (Nio dan Torey, 2013).

2. pH Air

Pengukuran pH dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai keasaman pada media pertumbuhan tanaman. Unit pH diukur dari skala 0 sampai 14. Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa kadar pH pada masing-masing perlakuan berbeda-beda seperti pada Gambar 6. Maka dapat diketahui bahwa adanya zat pencemar dalam suatu perairan dapat mempengaruhi tinggi rendahnya suatu pH.



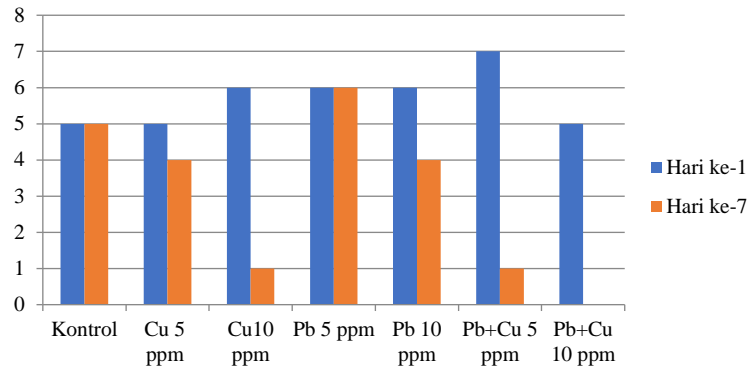
Gambar 6. pH Pada Media Air Tercemar Logam Pb dan Cu

Hasil menunjukkan bahwa perlakuan kontrol 1 tanpa perlakuan logam pencemar, kadar pH adalah normal yakni antara pH 7-8. Perlakuan bahan pencemar (Pb dan Cu) kadar pH cukup rendah atau asam yakni antara 5-6. Seiring bertambahnya hari pada perlakuan bahan pencemar selama tujuh hari, kadar pH menunjukkan kenaikan. Hal ini dikarenakan logam pencemar sudah mengkontaminasi air yang ada di dalam botol kaca tersebut. Semakin besar konsentrasi maka semakin rendah nilai pH-nya. Kadar pH dalam media (air) diakibatkan oleh adanya kelarutan logam dalam air, hal ini karena air yang mengandung logam tinggi cenderung memiliki pH yang asam (Wulandari *et al.*, 2014). Nilai pH dihari ketiga sampai ketujuh mengalami kenaikan dan penurunan secara bergantian. Menurut Kholidiyah (2010). Penyerapan nutrient oleh suatu tumbuhan yang berlangsung secara terus menerus akan mengakibatkan ion positif yang diserap lebih banyak sehingga mengakibatkan nilai pH meningkat dan sebaliknya. Penurunan nilai pH pada air limbah juga dapat disebabkan oleh terjadinya pelepasan gugus sulfonat yang kemudian teroksidasi menjadi sulfat. pH air limbah yang pada awalnya basa berubah menjadi netral dikarenakan adanya mekanisme air limbah yang bereaksi dengan OH⁻ (Caroline dan Moa, 2015).

3. Jumlah Daun

Parameter jumlah helai daun juga dilakukan pada media air, hal ini karena untuk mengetahui kemampuan metabolismenya. Perhitungan jumlah helai daun dilakukan dengan cara yang sama yaitu dengan menghitung satu tangkai daun dianggap sebagai satu helai daun. Hasil jumlah helai daun pada media air dapat dilihat pada Gambar 7.

Hasil pengamatan didapatkan bahwa setiap perlakuan yang diberikan menyebabkan penurunan jumlah helai daun tanaman kangkung. Perbedaan jumlah daun yang paling drastis terdapat pada perlakuan campuran Pb+Cu yakni berjumlah 5-6 daun. Adanya pengurangan rata-rata jumlah daun menunjukkan bahwa ada pengaruh antara paparan logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dengan jumlah daun kangkung darat. Menurun dan rusaknya akan dapat disebabkan oleh hambatan penyerapan nutrisi dan gangguan metabolisme dalam sel (Taiz dan Zeiger, 2010). Selain itu, kondisi daun mengalami layu dan klorosis. Hal ini terjadi karena tanaman menyerap logam berat secara berlebihan dan menyebabkan terganggunya penyerapan magnesium dan zat besi sehingga proses sintesis klorofil menjadi terhambat (Novita dan Purnomo, 2012).



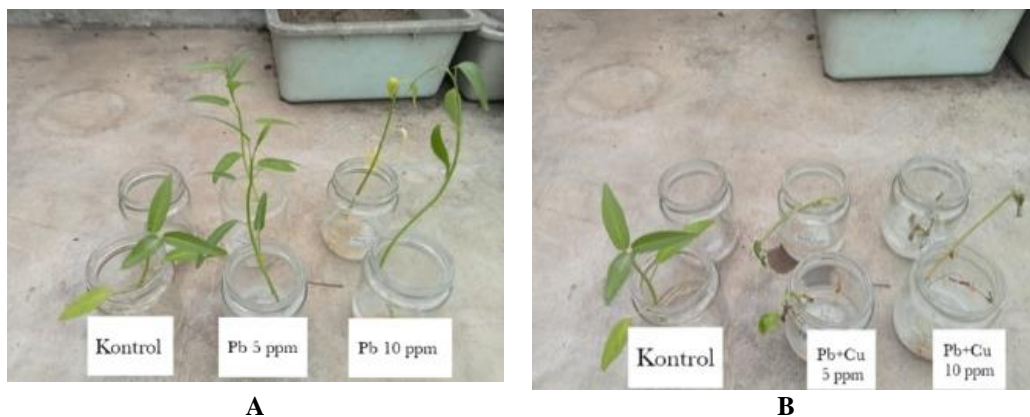
Gambar 7. Respon Jumlah Helai Daun Tanaman Kangkung Pada Media Air

4. Morfologi Tanaman

Morfologi tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir.) merupakan tanaman yang termasuk tanaman dikotil dan berakar tunggang. Tanaman kangkung dipilih dikarenakan kangkung dapat mengakumulasi logam berat melalui akar dan mulut daun, yaitu stomata (Katipana, 2015). Pertumbuhan diamati pada beberapa parameter, diantaranya ialah warna daun dan kondisi batang (Gambar 8 dan 9).



Gambar 8. Morfologi Tanaman (A). Seluruh Perlakuan Pada Hari Pertama, (B). Perlakuan Kontrol, Cu 5 ppm dan 10 ppm Pada Hari Ketujuh



Gambar 9. Morfologi Tanaman Hari Ketujuh (A). Perlakuan Kontrol, Pb 5 ppm, dan 10 ppm, (B). Perlakuan Kontrol, Pb + Cu 5 ppm, dan Pb +Cu 10 ppm

Hasil pengamatan didapatkan bahwa kondisi tanaman pada hari pertama yang terdapat pada Gambar 8A sangat baik, hal ini ditandai dengan daun yang segar, tegak, dan berwarna hijau. Hari pengamatan ketujuh Gambar 8B pada perlakuan Cu konsentrasi 5 ppm hanya terjadi pengurangan jumlah daun dan tidak menyebabkan kelayuan. Sedangkan pada konsentrasi 10 ppm tanaman kangkung mengalami sedikit kelayuan dan pengurangan jumlah daun yang drastis. Paparan yang lama terhadap cekaman tembaga menyebabkan helaian daun terlipat, peningkatan jumlah rambut pada permukaan bawah helaian daun, peningkatan jumlah stomata dan penurunan ukuran stomata, dan pengurangan volume ruang antar sel mesofil (Sağlam *et al.*, 2016).

Berbeda dengan perlakuan bahan pencemar timbal (Pb) yang terdapat pada Gambar 9A, pada konsentrasi 5 ppm tanaman masih terlihat segar dan tidak mengalami perubahan. Akan tetapi, pada konsentrasi 10 ppm, tumbuhan hanya mengalami sedikit kelayuan. Tanaman kangkung darat dapat mengakumulasi logam Pb dengan kondisi tanaman yang toleran terhadap lingkungan (media) yang tercemar logam Pb walaupun pertumbuhannya lambat, hal tersebut juga sudah menunjukkan potensinya sebagai tanaman hiperakumulator. Hal tersebut didukung dari penelitian telah mengkaji tanaman kangkung dengan kemampuannya sebagai agen fitoremediasi. Penelitian yang dilakukan oleh Hapsari (2018), hasil penelitian fitoremediasi dengan 5 batang kangkung air pada 5 iter air diperoleh penurunan kadar Pb 0,001 mg/l, untuk 10 batang 0,077 mg/l dan pada penambahan 15 batang kangkung sebesar 0,112 mg/l.

Kondisi terburuk dijumpai pada tanaman dengan bahan pencemar campuran antara timbal (Pb) dan tembaga (Cu), terlihat pada Gambar 9B kondisi tanaman mati dan daun juga kering. Pencemar menyebabkan hambatan penyerapan nutrisi dan gangguan metabolisme dalam sel. Sehingga kondisi daun mengalami kerusakan berupa layu dan klorosis. Hal ini terjadi karena tanaman menyerap logam berat secara berlebihan dan menyebabkan terganggunya penyerapan magnesium dan zat besi sehingga proses sintesis klorofil menjadi terhambat (Novita dan Purnomo, 2012).

4. KESIMPULAN

Pertumbuhan benih tanaman kangkung darat pada media tanam pasir lebih cepat dibandingkan dengan benih kangkung darat pada media tanam tanah dan kertas merang. Respon pertumbuhan tanaman kangkung terhadap konsentrasi logam pencemar menunjukkan semakin tinggi konsentrasi logam Pb dan Cu pada media tanam tanah menyebabkan tanaman kangkung darat menjadi pendek dan jumlah daun yang dimiliki sedikit. Hasil yang sama juga terjadi pada perlakuan campuran (Pb+Cu) pada media tanam air, tanaman kangkung darat juga mengalami kelayuan dan kematian. Pada perlakuan logam pencemar Pb pada media tanam air, tanaman kangkung darat dapat tumbuh dengan baik sampai hari terakhir perlakuan. Tanaman kangkung darat dapat tumbuh di lingkungan (media) yang tercemar logam timbal (Pb), sehingga kangkung darat dapat menjadi rekomendasi tanaman hiperakumulator terhadap lingkungan yang tercemar logam timbal (Pb).

DAFTAR PUSTAKA

- Abror M, Sabrina T, Hidayat B. 2013. Pengaruh biomassa *Azolla* terhadap status logam berat timbal (Pb) pada tanah. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 882 (3): 882-895. DOI: 10.32734/jaet.v1i3.3185.
- Amelia, R. A., Rachmadiarti, F. 2015. Analisis Kadar Logam Berat Pb dan Pertumbuhan Tanaman Padi di Area Persawahan Dusun Betas, Desa Kapulungan, Gempol-Pasuruan. *LenteraBio* 4 (3) : 187–191 <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>
- Anggraini, P. D., Handayani, T. T., Yulianty, Y., Zulkifli, Z. 2018. Pengaruh pemberian senyawa KNO_3 (kalium nitrat) terhadap pertumbuhan kecambah sorgum (*sorghum bicolor* (L.) Moench). *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati (J-BEKH)*, 5(1), 37-42.

- Azhar, H., Widowati, I., Suprijanto, J. 2012. Studi kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr pada kerang simping (*Amusium pleuronectes*), air dan sedimen di Perairan Wedung, Demak serta analisis maximum tolerable intake pada manusia. *Journal of Marine Research*, 1(2), 35-44.
- Candra, A. 2018. Kajian Potensi Kerusakan Lingkungan Fisik Akibat Penambangan Breksi Batu Apung, Di Desa Segoroyoso, Kec. Pleret, Kab. Bantul, Provinsi DIY. *Jurnal Saintis*, 18(1), 25-38. [https://doi.org/10.25299/saintis.2018.vol18\(1\).3193](https://doi.org/10.25299/saintis.2018.vol18(1).3193)
- Caroline, J., Moa, G. A. 2015. Fitoremediasi logam timbal (Pb) menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) pada limbah industri peleburan tembaga dan kuningan. In *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III* 733-744.
- Dewi. 2015. Efisiensi Penyerapan Fosfat Limbah Laundry Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea aquatic forsk*) dan Jeringau (*Acorus calamus*). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(1): 7 – 10. <https://doi.org/10.32734/jtk.v4i1.1452>
- Elawati, E., Kandowangko, N. Y., Lamondo, D., Gintulangi, S. O. 2018. Efisiensi Penyerapan Logam Berat Tembaga (Cu) Oleh Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica Forks*) Dengan Waktu Kontak Yang Berbeda. *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*, 6(2), 162-166.
- Faisal, F., Ismadi, I., Rafli, M. 2022. Upaya Peningkatan Performa Perkecambahan Benih Dalam Pengujian Di Laboratorium Melalui Perancangan Alat Pengecambah Benih Yang Ideal. *Jurnal Agrium* 19(1): 9-17. DOI: <https://doi.org/10.29103/agrium.v19i1.6762>.
- Felania, C. 2017. Pengaruh ketersediaan air terhadap pertumbuhan kacang hijau (*Phaseolus radiatus*). In *Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 131-138. <http://seminar.uny.ac.id/sembiouny2017/sites/seminar.uny.ac.id/sembiouny2017/files/B%2017a.pdf>
- Filipus, R. A. A. I. . P. F. A. 2018. Bioakumulasi Logam Berat Tembaga Cu Pada Kerang Darah Di Perairan Muara Sungai Lumpur Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *Maspari Jurnal*, 10(2), 131–140.
- Hapsari, J. Amri, C. Suyanto, A, 2018. Efektifitas Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Sebagai Fitoremediasi Dalam Menurunkan Kadar Timbal Air Limbah Batik. *Jurnal Analytical and Environmental Chemistry* 3 (1). <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v9i4.770>
- Herni, 2011. Analisis Cemaran Logam Berat Seng (Zn) dan Timbal (Pb) pada Tiram Bakau (*Crassostrea cucullata*) Asal Kabupaten Takalar dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Skripsi. UIN Alauddin Makassar.
- Indrasti, N. S., Aida, N. 2013. Penyerapan Logam Pb Dan Cd oleh Enceng Gondok : Pengaruh Konsentrasi Logam Dan Lama Waktu Kontak. *J. Tek. Ind. Pertanian* 16 (1): 44–50. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/4246>
- Irzon, R. 2021. Penambangan timah di Indonesia: Sejarah, masa kini, dan prospeksi. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara* 17(3): 179–189.
- Istomo, Y Setiadi, A. N. Putri. 2013. Evaluasi Keberhasilan Tanaman Hasil Revegetasi Di Lahan Pasca Tambang Batubara Site Lati PT. Berau Coal Kalimantan Timur. *Jurnal Silvikultur Tropika* 4(2):77 – 81.
- Junaidi, J., Ahmad, F. 2021. Pengaruh Perendaman Terhadap Pertumbuhan Vigor Biji Kopi Lampung (*Coffeacaneophora*). *Jurnal Inovasi Penelitian* 2(7): 1911-1916. DOI: <https://doi.org/10.47492/jip.v2i7.1040>.
- Katipana, D. 2015. Uji kandungan logam berat timbal (pb) pada kangkung air (*ipomea aquatica f*) di kampus Unpatti Poka. *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan* , 1 (2), 153-159. <https://doi.org/10.30598/biopendixvol1issue2page153-159>
- Kholidiyah N. 2010. Respon Biologis Tumbuhan Eceng Gondok Sebagai Biomonitoring Pencemaran Logam Berat Cadmium (Cd) dan Plumbum (Pb) pada Sungai Pembuangan Lumpur Lapindo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang

- Kresna, I. G. P. D. B., Sukerta, I. M. 2016. Pertumbuhan Dan Hasil Beberapa Varietas Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* P.) Pada Tanah Alluvial Coklat Kelabu. *Jurnal Agrimeta* 6 (12). <http://eprints.unmas.ac.id/id/eprint/103>
- Kurniawan, A., Mustikasari, D. 2019. Review: Mekanisme akumulasi logam berat di ekosistem pascatambang timah. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 17(3): 408-415. DOI: 10.14710/jil.17.3.408-415.
- Lestari, T. A., Apriyadi, R., Ulfa, D. R. 2020. Pemanfaatan Lahan Pasca Tambang Timah dengan Budidaya Sawi. *Agrotechnology Research Journal* 4(1): 17– 21. DOI: <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v4i1.36021>.
- Nio, S. A., Torey, P. 2013. Karakter morfologi akar sebagai indikator kekurangan air pada tanaman (Root morphological characters as water-deficit indicators in plants). *Jurnal Bios Logos* 3(1). DOI: <https://doi.org/10.35799/jbl.3.2.2013.4431>.
- Novindri, M. R., Hidayani, S., Lubis, E. Z. 2020. Penerapan Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 Dalam Pengelolaan Limbah Cair di Usaha Dagang Tahu Jawa (Studi Kasus di Pabrik Tahu Usaha Dagang Jawa). *JUNCTO: Jurnal Ilmiah Hukum*, 2(1), 60-67.
- Novita, Y., Purnomo, T. 2012. Penyerapan logam timbal (Pb) dan kadar klorofil *Elodea canadensis* pada limbah cair pabrik pulp dan kertas. *Lentera Bio* 1(1): 1–8. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/188>
- Rahayu, D. 2020. Pengaruh pemberian pupuk kandang kotoran sapi pada media tanam tanah, pasir dan serbuk kayu terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum Frutescens* L.). Doctoral dissertation. UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Rondonuwu, S. B. 2014. Fitoremediasi limbah merkuri menggunakan tanaman dan sistem reaktor. *Jurnal Ilmiah Sains* 14(1): 52-59. DOI: <https://doi.org/10.35799/jis.14.1.2014.4951>.
- Sağlam, A., Yetişsin, F., Demiralay, M., Terzi, R. 2016. Copper Stress and Responses in Plants. *Plant Metal Interaction: Emerging Remediation Techniques* 21–40. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803158-2.00002-3>.
- Salamah, Z. I. 2013. Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea Reptans*) Dengan Pemberian Pupuk Organik Berbahan Dasar Kotoran Kelinci, *Jurnal Bioedukatika* 1(1):1-96.
- Setyaningrum, H. D., Saparinto, C. 2012. Panen sayur secara rutin di lahan sempit. Penebar Swadaya Grup.
- Sutono, S., Haryati, U., Agus, F. 2020. Karakteristik Tanah dan Strategi Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang Timah di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 12(2): 99.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2010. *Plant Physiology*. Sinauer Associates. Sunderland.
- Tampubolon, K., Sri Sulastri, Y. 2017. Potensi *Azolla pinnata* Sebagai Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Timbal (Pb). *Prosiding, Inovasi Di Bidang Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian* 236–244.
- Tangahu B.V, Siti RSA, Hassan B., Mushrifah I., Nurinan A. dan M. Muhammad. 2011. A review on heavy metals (As, Pb and Hg) Uptake by Plants Through Phytoremediation. *International Journal of Chemical Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2011/939161>
- Tefa, A. 2017. Uji viabilitas dan vigor benih padi (*Oryza sativa* L.) selama penyimpanan pada tingkat kadar air yang berbeda. *Savana Cendana* 2(03), 48-50.
- Tiro LL, Isa I dan Iyabu H. 2017. Potensi Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) sebagai Bioabsorpsi Logam Pb dan Cu. *Jurnal Entropi*, 12(1), 81–86.
- Wulandari, S. Y., Yusuf, M., Muslim, M. 2014. Kajian Konsentrasi Dan Sebaran Parameter Kualitas Air Di Perairan Pantai Genuk, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina* 3(1): 9. DOI: <https://doi.org/10.14710/buloma.v3i1.11213>.