

EFEKTIFITAS VARIASI DOSIS DAN LAMA WAKTU KONTAK SERBUK BIJI KELOR (*MORINGA OLEIFERA*) TERHADAP PENURUNAN TIMBAL (Pb) PADA AIR SUNGAI

Budi Supriyanto¹, Ulfa Nurullita¹, Mifbakhuddin¹

¹⁾ Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Semarang

Abstrak

Latar Belakang: Biji kelor (*Moringa Oleifera*) terbukti dapat menurunkan kadar timbal (Pb) pada air sungai. Dosis serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) efektif untuk menurunkan kadar timbal (Pb) air sungai. **Tujuan:** Mengetahui efektifitas variasi dosis dan lama waktu kontak serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) dalam menurunkan kadar timbal (Pb) air sungai. **Metode:** Jenis penelitian ini adalah Pre Eksperimen. Rancangan penelitian yang digunakan adalah posttest only control group design yaitu subjek dibagi dalam dua kelompok. Sebagai variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi dosis (100 mg/L, 200 mg/L, 300 mg/L) dan lama waktu kontak (15 menit, 30 menit, 45 menit) serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*), variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar timbal (Pb) air sungai dan variabel pengganggu adalah pH dan suhu. **Hasil:** Penurunan kadar timbal (Pb) tertinggi 0,291 mg/L pada dosis 300 mg/L dan lama waktu kontak 45 menit (31,43%) pada ulangan 3; terendah 0,055mg/L pada dosis 200 mg/L dan lama waktu kontak 30 menit (5,87%) pada ulangan 2. Hasil uji Annovadidapatkan p-value untuk dosis= 0,000; p-value waktu = 0,230 dan p-value interaksi dosis dan waktu= 0,000 ($<\alpha$ 0,05) artinya ada interaksi antara dosis dan lama waktu kontak terhadap penurunan timbal (Pb) pada air sampel. **Simpulan:** Penurunankadar timbal (Pb) tertinggi terjadi pada dosis 300 mg/L dan lama waktu kontak 30 menit yaitu rata-rata sebesar 31,43%.

Kata Kunci: Timbal (Pb), Variasi Dosis dan Lama Waktu Kontak Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*), penurunan kadar timbal (Pb).

Abstract

Background: Merunggai seed is (*Moringa Oleifera*) approved can reduce lead (Pb) on river water. Merunggai seed powder dose (*Moringa Oleifera*) is effective for reducing lead (Pb) on river water. **Objective:** to know the effectiveness of dose variation and contact period of the merunggai seed powder (*Moringa Oleifera*) toward lead reduction (Pb) on river water. **Method:** this researchtype isPre Experiment. The research design which used is posttest only control group design, it is divided into two (2) groups. As the independentvariable in this research is dose variation (100 mg/L, 200 mg/L, 300 mg/L) and contact period (15 minutes, 30 minutes, 45 minutes) of merunggai seed powder (*Moringa Oleifera*), dependentvariable in this research is lead metal-content(Pb) river water and confounding variable is pH and temperature. **Result:** the highest reduction of lead metal-content (Pb) is 0,291 mg/L in dose 300 mg/L and contact period 45 minutes (31, 43%) on the third repetition; the lowest 0,055 mg/L in dose 200 mg/L and contact period 30 minutes (5,87%) on the second repetition. The result of Annova experiment was got p-value for dose= 0,000; p-valuefor time= 0,230 and p-valuefor interaction of dose and time= 0,000 ($<\alpha$ 0, 05), it means that there is interaction between dose and contact period toward lead reduction (Pb) on the sample water. **Conclusion:** The highest reduction of lead metal-content (Pb) happened on dose 300 mg/L and contact period 30 minutes, it was about 31,43%.

Key Word: Lead (Pb), dose and contact period variation of merunggai seed powder (*Moringa Oleifera*), reduction of lead metal-content (Pb).

PENDAHULUAN

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan makhluk hidup lainnya. Air dipakai untuk berbagai keperluan dan harus memenuhi beberapa persyaratan baik dari sisi kuantitas dan kualitasnya. Dengan ditemukannya sumber energi yang tertimbun didalam tanah seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam serta dikenalkannya teknologi akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Di samping itu semakin meningkatnya perkembangan industrialisasi, maka semakin meningkat pula tingkat pencemaran pada perairan, udara, dan tanah yang disebabkan oleh hasil buangan industri.^{1,2,3}

Air sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik, diantaranya berbagai logam berat yang berbahaya. Logam berat yang sering mencemari lingkungan terutama adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), khromium (Cr) dan nikel (Ni). Logam berat tersebut dapat menggumpal di dalam tubuh suatu organisme, dan tetap tinggal dalam tubuh dalam waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi.³ Pembangunan industri di Indonesia pada tahun 2000 terdapat sekitar 22.147 industri skala menengah dan besar. Berdasarkan data statistik industri tahun 2003, jumlah industri sedang telah mencapai 113.253 dan industri besar 36.012. Angka ini belum termasuk industri kecil yang jumlahnya lebih dari 1.275.175 industri.⁴

Logam berat merupakan polutan yang berbahaya bagi makhluk hidup yang mengalami keterpaparan oleh unsur ini. Hal ini dikarenakan unsur logam berat merupakan unsur yang tidak dapat dimusnahkan (Non degradabel) sehingga ada terus di alam. Selain itu, unsur logam berat juga memiliki kemampuan daya racun yang tinggi dan dapat terakumulasi ke dalam tubuh makhluk hidup sehingga keberadaannya di lingkungan sangat tidak diharapkan.⁵

Berbagai kegiatan manusia di daratan, seperti limbah domestik, pertanian dan perindustrian berujung di area muara sungai dan pantai. Kelompok masyarakat dan industri memiliki anggapan bahwa sungai dan laut merupakan keranjang sampah yang dapat

berguna untuk membuang sampah yang sangat mudah caranya dan murah ongkosnya. Akibatnya pada perairan pantai ditemukan kadar timbal (Pb) yang melampau ambang batas. Pada perairan pantai Marina ditemukan kadar Pb air sebesar 0,030mg/L.⁸ Hal ini di atas NAB (Nilai Ambang Batas), batas maksimum yang diperbolehkan yaitu 0,005 mg/L.⁹ Pengelolaan lingkungan masih dipandang sebagai beban para pengusaha dan para pengambil keputusan tidak mudah terdorong untuk mengadopsi aspek lingkungan dalam kebijaksanaannya.⁵

Menurut ketentuan WHO, kadar Pb dalam darah manusia yang tidak terpapar oleh Pb adalah sekitar 10-25 µg/100 ml. Pada penelitian yang dilakukan di industri proses daur ulang aki bekas, menemukan bahwa kadar Pb udara di daerah terpapar pada malam hari besarnya sepuluh kali lipat kadar Pb di daerah yang tidak terpapar pada malam hari (0,0299 mg/m³ vs 0,0028 mg/m³), sedangkan rerata kadar Pb Blood (Pb-B) di daerah terpapar 170,44 ug/100 ml dan di daerah tidak terpapar sebesar 45,43 ug/100 ml. Juga ditemukan bahwa semakin tinggi kadar Pb-B, semakin rendah kadar Hb nya.⁶

Timbal (Pb) masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan merupakan jalan pemajanan terbesar dan melalui saluran cerna, terutama pada anak-anak dan orang dewasa dengan kebersihan perorangan yang kurang baik. Adsorpsi Pb udara pada saluran pernafasan ±40% dan saluran pencernaan ±5-10%, kemudian Pb di distribusikan ke dalam darah ±95% terikat pada sel darah merah, dan sisanya terikat pada plasma. Sebagian Pb di simpan pada jaringan lunak dan tulang. Ekskresi terutama melalui ginjal dan saluran pencernaan.⁷ Paparan bahan tercemar Pb dapat menyebabkan gangguan pada organ sebagai berikut: gangguan pada sistem syaraf, gangguan pada sistem urogenetal, gangguan pada sistem reproduksi, gangguan pada sistem hemopoitik dan gangguan pada sistem syaraf.⁶

Untuk mengurangi kadar Pb pada air sungai dapat digunakan suatu metode pengolahan yaitu dengan adsorpsi. Adsorpsi adalah proses penggumpalan substansi terlarut

yang ada di dalam larutan oleh permukaan benda atau zat penyerap. Zat penyerap yang digunakan dalam adsorpsidiantaranya adalah serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*). Biji buah kelor mengandung zat aktif *rhamnosy-loxy-benzil-isothiocyante*, yang mampu mengadsorpsi dan menetralsir partikel-partikel lumpur serta logam yang terkandung dalam limbah tersuspensi dengan partikel kotoran yang melayang dalam air. Biji kelor diketahui mengandung polielektrolit kationik dan flokulan alamiah dengan komposisi kimia berbasis polipeptida yang mempunyai berat molekul 6.000-16.000 dalton, mengandung 6 asam amino sehingga dapat mengkoagulasi dan flokulasi kekeruhan air.¹⁰

Biji kelor tanpa kulit ari dengan ukuran serbuk 80/115 mesh pada konsentrasi 300 mg/L dapat menurunkan 97,11% kadar Pb air.¹¹ Waktu pengadukan proses ekstraksi biji kelor dengan kulit ari selama 45 menit dapat mencapai kondisi optimum untuk menurunkan zat warna reaktif, dengan penurunan 491,63 mg/ml untuk warna biru; 490,02 mg/ml untuk warna merah dan 466,60 mg/ml untuk warna kuning.¹²

Hingga saat ini belum ada penelitian yang mengkombinasikan antara dosis dan lama waktu kontak serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) yang paling efektif untuk menurunkan kadar timbal (Pb). Berdasarkan permasalahan di atas maka dalam penelitian ini akan diuji variasi dosis dan lama waktu kontak serbuk biji kelor dalam menurunkan logam berat Pb pada air sungai. Besarnya dosis serbuk biji kelor yang akan dipakai adalah (100 mg/L, 200 mg/L, 300 mg/L) dengan lama waktu kontak (15 menit, 30 menit, 45 menit).

METODE

Jenis penelitian ini adalah Pre-Eksperimen dengan rancangan penelitian yang digunakan adalah *Posttest Only Control Group Design*. Subyek dalam penelitian ini adalah air sungai yang berada di Kawasan Pantai Marina, Wilayah Semarang Tengah, Kota Semarang. Sampel dalam penelitian ini adalah sebagian air sungai yang berada di Kawasan Pantai Marina, Wilayah Semarang Tengah, Kota Semarang. Penelitian ini menggunakan 9

kombinasi perlakuan dan 3 kali ulangan sehingga banyaknya sampel yang dibutuhkan adalah 30 unit sampel termasuk kontrol. Penelitian ini akan dilaksanakan kurang lebih selama 1 hari, dan 3 minggu untuk pemeriksaan sampel. Tempat penelitian akan menggunakan Laboratorium Pengujian Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Jl. Ki Mangunsarkoro No.6

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambaran Umum

Lokasi sampel penelitian diambil di daerah kawasan pantai Marina, khususnya badan air yang mengalir ke arah muara laut. Sungai di kawasan ini disinyalir menjadi tempat pembuangan limbah, hal ini berdasarkan hasil pengukuran timbal (Pb) saat studi pendahuluan yaitu sebesar 0,030 mg/L. Badan air penerima di kawasan pusat industri hampir sebagian besar sudah tercemari oleh limbah, baik limbah yang mengandung bahan organik maupun anorganik. Debit atau laju aliran air sungai berlangsung lambat sehingga memungkinkan terjadinya peningkatan kadar timbal (Pb). Secara fisik sudah bisa diketahui, bahwa sudah terjadi pencemaran. Air sampel secara fisik berwarna agak kehitam-hitaman dan berbau anyir, hal ini diduga dikarenakan air sampel banyak terkandung bahan polutan baik yang bersifat organik maupun anorganik. Sungai di kawasan ini banyak terdapat benda-benda yang hanyut semisal sampah dedaunan, plastik sisa pembungkus makanan dan lain-lain.

Jarak tempat pengambilan sampel dengan daerah kawasan industri sekitar 9 km. Jarak yang lumayan jauh menjadi pertimbangan tersendiri karena memungkinkan terjadinya pencampuran semua limbah dari semua kegiatan perindustrian. Industri yang ada di kawasan tempat pengambilan sampel adalah: industri peleburan besi baja, industri battery dan industri garmen. Tingginya kadar timbal (Pb) pada perairan kemungkinan bersumber dari hasil buangan industri tersebut. Waktu pengambilan sampel air sungai dilakukan

pada hari Minggu tanggal 22 Mei 2011 tepatnya jam 07.30 WIB. Pengambilan air sampel dilakukan pada hari dan jam yang sama saat studi pendahuluan. Pengambilan sampel dilakukan pada hari Minggu, karena biasanya pihak industri akan membersihkan limbah saat hari libur kerja.

Lebar sungai tempat air sampel sekitar 6 meter dan jarak antara tempat pengambilan air sampel dengan tepi sungai sekitar 2 meter. Pengambilan air sampel dilakukan secara hati-hati. Air sampel diambil ketika frekuensi hujan tidak tinggi,

ini dilakukan untuk menghindari pengenceran oleh air hujan.

2. Analisis Univariat

Berdasarkan hasil penelitian mengenai variasi dosis dan lama waktu kontak dengan penurunan Pb dengan menggunakan serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) dengan ukuran 60 mesh diperoleh hasil sebagai berikut:

a. Suhu Air

Hasil pengukuran suhu kontrol dan kelompok eksperimen dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1. Suhu Air Kontrol dan Kelompok Eksperimen

	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi
Suhu Kontrol	27	29,5	28,148	0,4964
Suhu Kelompok Eksperimen	27	30	27,370	0,6736

Suhu minimum kontrol dan kelompok eksperimensama yaitu 27⁰ C, tapi suhu maksimum ada perbedaan antara kontrol dan kelompok eksperimen. Nilai rata-rata suhu ada perbedaan antara kontrol dan kelompok eksperimen, rata-rata suhu mengalami penurunan kelompok

eksperimen yaitu sebesar 27,370. Penurunan suhu terjadi karena ada reaksi kimia antara serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) saat proses adsorpsi berlangsung.

b. pH Air

Hasil pengukuran pH kontrol dan kelompok eksperimen dapat dilihat di tabel 2:

Tabel 2. pH Air

	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi	NAB
pHKontrol	6	7	6,19	0,396	
pH Kelompok Eksperimen	6	7	6,70	0,465	6,5-8,5

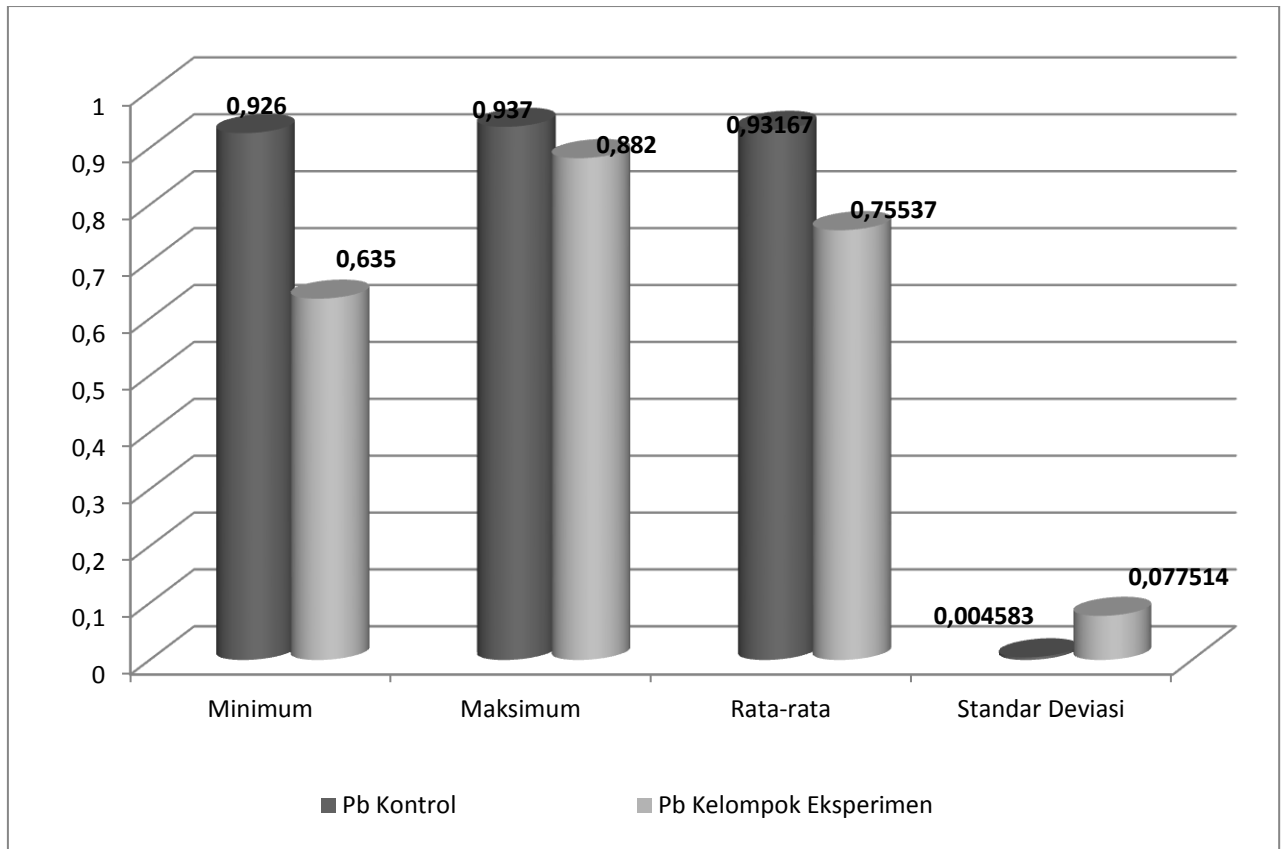
pH minimum kontrol dan kelompok eksperimen sama yaitu 6, pH maksimum juga sama antara kontrol dan kelompok eksperimen yaitu 7. Nilai rata-rata pH ada perbedaan antara kontrol dan kelompok eksperimen, rata-rata pH mengalami peningkatan kelompok eksperimen yaitu sebesar 6,70. Peningkatan pH terjadi karena ada reaksi kimia antara serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) saat proses adsorpsi berlangsung.

c. Timbal (Pb) Air Sungai

Jumlah sampel kontrol dan kelompok eksperimen yaitu 27. Kadar timbal (Pb) kontrol minimum 0,926 maksimum 0,937 sedangkan kelompok eksperimen nilai minimum 0,635 maksimum 0,882. Nilai rata-rata timbal (Pb) ada perbedaan antara kontrol dan kelompok eksperimen, rata-rata timbal (pb) mengalami penurunan kelompok eksperimen yaitu sebesar 0,75537.

Kadat timbal (Pb) turun dikarenakan ada proses adsorpsi serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*). Timbal (Pb) tersebut menempel pada permukaan adsorben kemudian akan mengendap.

Hasil pengukuran timbal (Pb) air sungai kontrol dan kelompok eksperimen dapat dilihat pada grafik berikut:



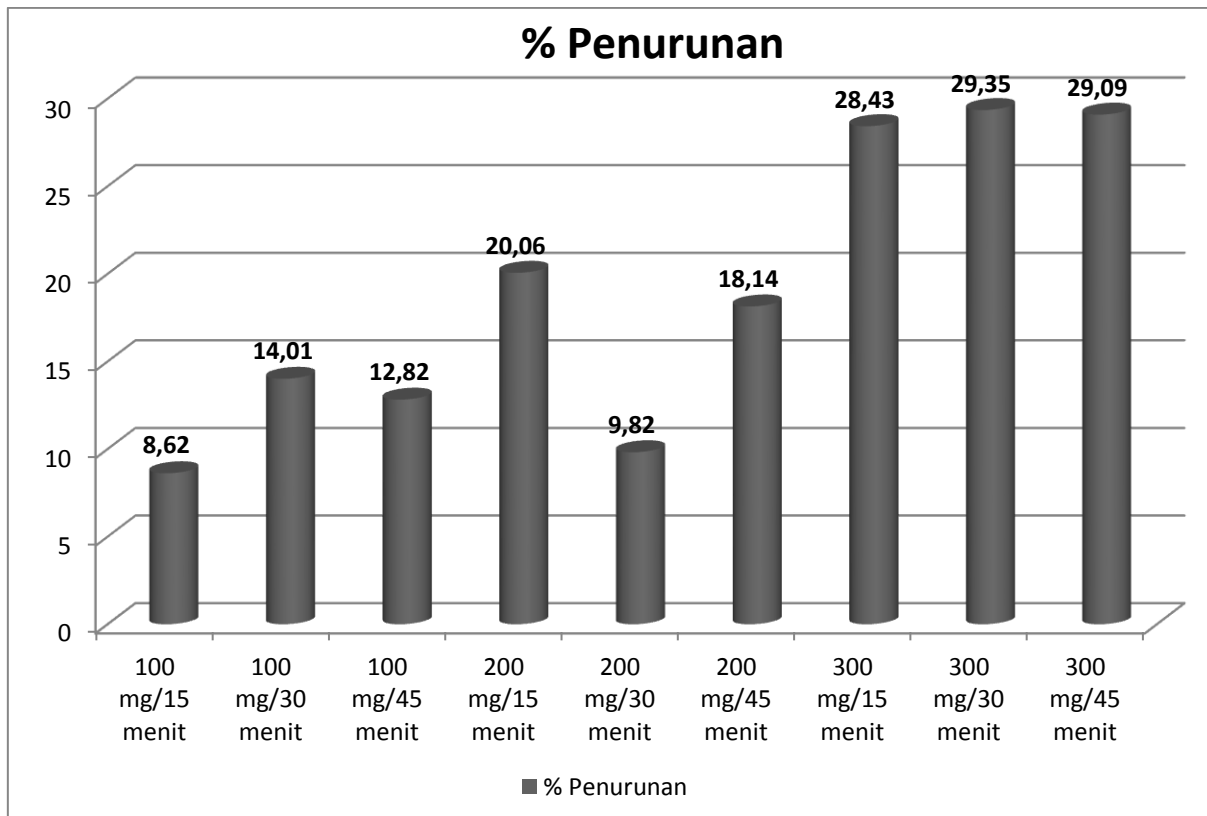
Grafik Batang 1 Hasil Pengukuran Timbal (Pb)

d. Rata-rata Penurunan Timbal (Pb)

Rata-rata kadar timbal (Pb) kontrol 0,931 dan kelompok eksperimen 0,664. Persentase penurunan timbal (Pb) minimal 8,62 pada dosis 100 mg/L dengan lama waktu kontak 15 menit dan maksimal

29,35 pada dosis 300 mg/L dengan lama waktu kontak 30 menit. Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Hasil pengukuran rata-rata penurunan timbal (Pb) kontrol dan kelompok eksperimen sebagai berikut:



Grafik Batang 4.2 Penurunan Timbal (Pb) Kontrol dan Kelompok Eksperimen

3. Analisis Bivariat

a. Uji Timbal (Pb) Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Berdasarkan hasil ujnormalitas data timbal (Pb) sebelum dan sesudah menggunakan uji Kolmogorof Smirnov menunjukkan bahwa p-value sebelum perlakuan=0,468 ($p>0,05$) dan p-value sesudah perlakuan=0,129 ($p>0,05$) artinya data berdistribusi normal, sehingga uji yang digunakan adalah Uji t Dependen.

Hasil Ujit Dependen didapatkan rata-rata pengukuran timbal (Pb) sebelum perlakuan 0,93167 dengan standar deviasi 0,004583 sedangkan sesudah perlakuan 0,75537 dengan standar deviasi 0,077514. Nilai rata-rata perbedaan antara kontrol dan kelompok eksperimen yaitu 0,176296. Hasil uji statistik diperoleh nilai p-value=0,000 ($< \alpha$ 5%), artinya ada perbedaan kadar

timbal (Pb) pada air limbah antara kontrol dengan kelompok eksperimen.

b. Uji Penurunan Timbal (Pb)

Berdasarkan hasil uji normalitas data menggunakan uji Kolmogorof Smirnov menunjukkan bahwa data penurunan timbal (Pb) nilai p value=0,337($p>0,05$) artinya data berdistribusi normal, sehingga uji yang digunakan adalah Uji Two Way Anova.

Hasil uji Two Way Anova untuk dosis p-value= 0,000; waktu p-value=0,230 dan interaksi dosis dan waktu p-value= 0,000 ($< \alpha$ 0,05). Artinya ada interaksi antara dosis dan lama waktu kontak terhadap penurunan timbal (Pb).

c. Uji LSD (Least Significance Different)

Uji LSD digunakan untuk melihat pasangan dosis dan lama waktu kontak yang mempunyai beda rata-rata penurunan kadar timbal (Pb).

Berdasarkan tabel 3 diketahui bahwa dari hasil analisis LSD dapat disimpulkan ada 27 pasangan yang mempunyai perbedaan jumlah rata-rata yang signifikan antara pasangan dosis dan lama waktu kontak p-value ($<$

$\alpha=0,05$). Pasangan dosis 100 mg/L dengan lama waktu kontak 30 menit dan dosis 200 mg/L dengan lama waktu kontak 30 mempunyai perbedaan rata-rata yang mendekati tidak signifikan p-value = 0,050 ($< \alpha 0,05$).

Tabel 3 Pasangan Dosis Dan Lama Waktu Kontak Terhadap Penurunan Timbal (Pb)

No.	Dosis/Waktu	Sig. (p.value)
1.	100/15 - 100/30	0,014
2.	100/15 - 200/15	0,000
3.	100/15 - 200/45	0,000
4.	100/15 - 300/15	0,000
5.	100/15 - 300/30	0,000
6.	100/15 - 300/45	0,000
7.	100/30 - 200/15	0,008
8.	100/30 - 200/30	0,050
9.	100/30 - 300/15	0,000
10.	100/30 - 300/30	0,000
11.	100/30 - 300/45	0,000
12.	100/45 - 200/15	0,002
13.	100/45 - 200/45	0,017
14.	100/45 - 300/15	0,000
15.	100/45 - 300/30	0,000
16.	100/45 - 300/45	0,000
17.	200/15 - 200/30	0,000
18.	200/15 - 300/15	0,001
19.	200/15 - 300/30	0,000
20.	200/15 - 300/45	0,000
21.	200/30 - 200/45	0,001
22.	200/30 - 300/15	0,000
23.	200/30 - 300/30	0,000
24.	200/30 - 300/45	0,000
25.	200/45 - 300/15	0,000
26.	200/45 - 300/30	0,000
27.	200/45 - 300/45	0,000

4. Pembahasan

Berdasarkan hasil dari penelitian tentang variasi dosis dan lama waktu kontak serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) terhadap penurunan timbal (Pb) pada air sungai, menunjukkan bahwa:

a. Suhu

Pengukuran suhu diukur sebelum dan sesudah perlakuan dengan menggunakan Thermometer. Dalam penelitian ini suhu sebelum perlakuan berkisar antara 27°C sampai 29,5°C, dan sesudah perlakuan 27°C sampai 30°C. Efisiensi adsorpsi juga dipengaruhi oleh

suhu, karena suhu mempengaruhi kecepatan reaksi-reaksi kimia serta metabolisme bakteri dan mikroorganisme lainnya selama adsorpsi berlangsung. Suhu yang baik apabila aktifitas bakteri tinggi, dengan tingginya aktifitas maka terbentuklah lapisan lendir pada media adsorpsi sehingga partikel-partikel yang lebih kecil dari porositas media adsorpsi dapat bertahan lama.¹³

Suhu tidak secara nyata mempengaruhi kapasitas biosorpsi pada rentang 20-35°C dan bergantung pada

jenis adsorbennya. Suhu dapat mempengaruhi proses adsorpsi apabila terlalu rendah ($< 20^{\circ}\text{C}$) dan terlalu tinggi ($> 30^{\circ}\text{C}$). Pada penelitian ini rata-rata suhu berkisar $27-30^{\circ}\text{C}$, dengan demikian suhu tidak berpengaruh dalam penurunan kadar timbal (Pb) air sampel. Reaksi-reaksi adsorpsi yang terjadi adalah eksoterm. Maka dari itu tingkat adsorpsi umumnya meningkat sejalan dengan menurunnya suhu. Perubahan entalpi proses adsorpsi umumnya terjadi di dalam reaksi kondensasi atau kristalisasi. Perubahan suhu sedikit cenderung tidak mempengaruhi proses adsorpsi.¹⁴

b. pH

Pengukuran pH dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan dengan menggunakan kertas lakmus. pH dalam penelitian ini sebelum perlakuan berkisar antara 6-7 sedangkan sesudah perlakuan berkisar antara 6-7.

Derajat keasaman (pH) berpengaruh besar terhadap adsorpsi, karena pH menentukan tingkat ionisasi larutan, maka dapat mempengaruhi adsorpsi senyawa-senyawa organik asam atau basa lemah. pH yang baik berkisar antara 8-9. Umumnya senyawa organik semakin baik diadsorpsi apabila pH semakin rendah. Ini terjadi akibat netralisasi muatan negatif serbuk biji kelor oleh ion-ion nitrogen yang menyebabkan permukaan serbuk kelor lebih baik untuk mengadsorpsi. Senyawa asam organik lebih dapat diadsorpsi pada pH rendah sebaliknya basa organik lebih dapat diadsorpsi pada pH tinggi.¹⁴ pH dalam penelitian ini di bawah pH ideal untuk kegiatan adsorpsi sehingga kemungkinan memberi pengaruh terhadap penurunan Pb.

c. Timbal (Pb)

Pengukuran timbal (Pb) dilakukan pada 3 unit sampel sebagai kontrol (tanpa perlakuan) dan 27 sesudah perlakuan sebagai kelompok eksperimen. Timbal air sungai sebelum perlakuan pada penelitian ini berkisar

antara 0,926 mg/L sampai 0,937 mg/L dan sesudah perlakuan 0,635 mg/L sampai 0,882mg/L. Jika dibandingkan dengan standar menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum sebesar 0,005 mg/L,⁹ timbal air sebelum dan sesudah perlakuan masih melebihi standar atau tidak memenuhi syarat. Akibatnya apabila air tersebut dikonsumsi, maka akan berdampak bagi kesehatan yaitu menyebabkan gangguan pada organ sebagai berikut: gangguan pada sistem syaraf, gangguan pada sistem urogenetal, gangguan pada sistem reproduksi, gangguan pada sistem hemopoitik dan gangguan pada sistem syaraf.⁶

Meningkatnya aktifitas diberbagai sektor pembangunan, terutama disektor industri maka masalah pencemaran lingkungan menjadi masalah yang sangat kritis bagi negara maju dan berkembang. Terjadinya pencemaran disebabkan karena pembuangan limbah dari pabrik yang belum mempunyai unit pengolahan limbah, ataupun jika ada kurang memadai sebagaimana disyaratkan oleh pemerintah. Pembuangan limbah (baik padatan maupun cairan) ke daerah perairan menyebabkan penyimpangan dari keadaan normal air, ini berarti suatu pencemaran akan menyebabkan air sungai menjadi tidak layak digunakan sebagai sumber persediaan air.¹⁵

d. Pengaruh Variasi Dosis dan Lama Waktu Kontak Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Penurunan Timbal (Pb) Air Sungai.

Persentase penurunan timbal (Pb) sesudah perlakuan adalah terendah 5,87% tertinggi 31,4 % dengan rerata 18,9267 dan standar deviasi 8,25886. Dari penelitian ini pada dosis 300 mg/L dan lama waktu kontak 30 menit memiliki penurunan yang efektif dengan rerata 0,662 dan standar deviasi 0,029462, meskipun demikian dosis 300 mg/L dan lama waktu kontak adalah 45

menit pada ulangan 3 lebih efektif dalam menurunkan timbalebesar 0,291 (31,43%). Perbedaan dosis serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) memberikan pengaruh pada penurunan timbal (Pb) p-value= 0,000 ($< \alpha$ 0,05) ini dikarenakan adanya proses adsorpsi sedangkan variasi lama waktu kontak tidak berpengaruh pada penurunan timbal (Pb) p-value= 0,230 ($> \alpha$ 0,05) dan variasi dosis dan lama waktu kontak serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) memberikan pengaruh pada penurunan timbal (Pb) p-value=0,000 ($< \alpha$ 0,05).

KESIMPULAN DAN SARAN

Timbal air sungai sebelum perlakuan minimal 0,926 mg/L, maksimum 0,937mg/L, rata-rata 0,93167mg/L, standar deviasi 0,004583mg/L. Timbal air sungai sesudah perlakuan minimal 0,635mg/L, maksimum 0,882 mg/L, rata-rata 0,75537 mg/L, standar deviasi 0,077514. NAB: 0,005 mg/L. Persentase penurunan timbal (Pb) air sungai sesudah diadsorpsi dengan serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) tertinggi pada dosis 300 mg/L dan lama waktu kontak 30 menit (29,35%) dan terendah pada dosis 100 mg/L dan lama waktu kontak kontak 15 menit (8,62%). Penurunan timbal (Pb) paling efektif pada dosis 300 mg/L dan lama waktu kontak 45 menit (31,43%). Saran bagi masyarakat yaitu, masyarakat yang menggunakan air sungai disekitar perairan pantai Marina sebagai air bersih sebaiknya melakukan pengolahan terlebih dahulu, terutama masalah logam berat khususnya timbal (Pb). Salah satu alternatifnya yaitu dengan menggunakan adsorben serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) dengan dosis 300 mg/L dan lama waktu kontak 45 menit. Bagi Peneliti Lain, perlu dilakukan uji coba baru serbuk biji kelor (*Moringa Oleifera*) terhadap jenis parameter logam berat yang lain, semisal: Merkuri (Hg), Arsenik (As), Kadmium (Cd), Khromium (Cr) dan Nikel (Ni), perlu dilakukan uji coba baru media adsorben yang lain dalam menurunkan jenis logam berat, seperti: Tanah Liat, Semen, Serbuk Batu.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rukaesih Achmad. *Kimia Lingkungan. ANDI Yogyakarta*. Jakarta; 2004.
2. Harsono Purnomo. *Dasar-Dasar Ilmu Lingkungan*. Semarang: IKIP PGRI Semarang Press; 2006.
3. Ayi Bahtiar. *Polusi Air Tanah Akibat Limbah Industri dan Rumah Tangga Serta Pemecahannya*. Universitas Padjadjaran; 2007.
4. Harmat Hamid dan Bambang Pramudyanto. *Pengawasan Industri Dalam Pengendalian Pencemaran Lingkungan*. Granit. Jakarta; 2007.
5. B. Yulianto dkk . *Penelitian Tingkat Pencemaran Logam Berat Di Pantai Utara Jawa Tengah*. Badan Penelitian dan Pengembangan Jateng; 2006.
6. Sudarmaji, J. *Mukono dan Corie I.P. Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. Kes Lingkungan FKM*. Unair; 2006.
7. Mifbakhuddin. *Hubungan Kadar Pb Dalam Darah Dengan Profil darah Pada Petugas Operator Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum di Kota Semarang Timur. Program Pasca Sarjana*. UNDIP Semarang; 2007
8. Laboratorium Pengujian Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Jl. Ki Mangunsarkoro No.6
9. Kepmenkes RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 Tanggal 29 Juli 2002 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum.
10. Rozanna Sri Iriyanty. *Pengaruh Masa Biji Kelor (Moringa Oleifera Lamk) Dan Waktu Pengendapan Air Gambut*. FakTeknik Univeritas Riau; 2010.
11. Harmin Sulistiyaning Titah. *Kemampuan Adsorpsi Serbuk Biji Kelor (Moringa Oleifera) Untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb)*. Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-ITS. 2009.
12. Rahma Hidayanti dkk. *Pemanfaatan Ekstrak Biji Kelor (Moringa Oleifera) Dengan Dan Tanpa Kulit Ari Sebagai Koagulan Zat Warna Reaktif Dalam Larutan Model Limbah Cair Industri Kain Besurek*. Fakultas Matematika dan IPA. Universitas Bengkulu; 2009.

13. M Ridwan dan Dwi Astuti. Kombinasi Media Filter Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe). Fakultas Ilmu Kesehatan. UMS. 2005.
14. Danang P Setiawan. Study Kualitas dan Pengolahan Air Pada Penampungan Air Hujan (PAH) Di Desa Hargosari, Kecamatan Tanjungsari, Gunung Kidol, Menggunakan Filter Karbon Aktif dan UV. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. UII. Jogjakarta; 2008.
15. Amir Husen dan Setiaty Pandia. Pengaruh Massa dan Ukuran Biji Kelor Pada Proses Penjernihan Air. Teknik Kimia Fakultas Teknik USU; 2004.