

PENGUKURAN KEMAMPUAN LAHAN BASAH BUATAN DIDALAM MENYISIHKAN BEBERAPA JENIS LOGAM BERAT

Ami A. Meutia dan Kania Ratnawati
Staf Peneliti Puslitbang Limnologi - LIPI

PENDAHULUAN

Pencemaran menurut Surat keputusan Menteri Perindustrian (1978) adalah keadaan yang terjadi karena masuknya zat-zat ke dalam tanah, air dan udara sehingga mengganggu tanah, air dan udara yang mengakibatkan kerusakan kehidupan. Masalah limbah domestik di Indonesia sangatlah luas, berhubungan dengan adanya pertumbuhan penduduk yang bersamaan dengan pertumbuhan ekonomi dan teknologi yang melahirkan industri dan sistem transpor modern. Penelitian menunjukkan di daerah pedesaan di pegunungan pun banyak air telah tercemar oleh limbah domestik, antara lain, sungai dan sumur. Pengukuran di beberapa tempat, antara lain, di Jakarta, Bandung dan Denpasar, menunjukkan pencemaran oleh CO telah mencapai tingkat yang tinggi. Pencemaran air oleh logam berat mulai mendapat perhatian sejak tahun 1953. Pada tahun 1953 sampai 1960 sekitar 146 nelayan di desa Minnamata di Jepang, meninggal dan mengalami cacat tubuh karena mengkosumsi ikan dan kerang-kerangan dari laut yang telah tercemar oleh raksa (Hg). Setelah itu menyusul kasus pencemaran kadmium (Cd) yang juga di Jepang. Kasus ini telah menyebabkan suatu jenis penyakit yang terkenal dengan nama penyakit Itai-Itai.

Unsur-unsur dan senyawa logam berat sebenarnya sangat bermanfaat dalam kehidupan manusia, misalnya dapat digunakan sebagai bahan baku, bahan tambahan dalam berbagai industri atau sebagai bahan pembuatan pestisida dan lain-lain. Karena timbulnya kasus pencemaran logam berat di beberapa lokasi perairan, menyebabkan adanya rasa takut masyarakat akan penyakit yang ditimbulkan pencemaran logam berat ini. Unsur-unsur logam berat dibutuhkan oleh organisme dalam berbagai proses metabolisme untuk pertumbuhan dan perkembangan sel-sel tubuhnya. Namun unsur logam berat dalam jumlah yang berlebihan akan bersifat toksik. Hal ini disebabkan terbentuknya senyawa merkaptida antara logam berat dengan gugus -SH yang terdapat di dalam enzim, sehingga aktivitas enzim tidak dapat berlangsung.(Phillips 1980)

Pengolahan limbah saat ini telah mendapat banyak perhatian dengan menggunakan bermacam-macam metode dan alat. *Constructed wetlands* (lahan basah buatan) merupakan salah satu pengolahan limbah dengan teknologi sederhana, tanpa peralatan mesin, murah dan mudah

dioperasikan. Lahan basah buatan ini memanfaatkan tanaman dan mikroorganisme untuk menahan laju limbah.

Limbah hasil dari laboratorium banyak mengandung logam dan trace elemen yang dalam konsentrasi tinggi dapat mencemari lingkungan, sehingga limbah tersebut harus diolah, salah satu metode yang digunakan adalah dengan lahan basah buatan. Untuk itu diperlukan penelitian mengenai sejauh mana metode dapat menurunkan kadar logam yang ada dalam limbah menjadi air yang bersih yang tidak mencemari lingkungan.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana kadar logam dapat diturunkan dengan menggunakan pengolahan limbah secara *constructed wetlands* (lahan basah buatan), sehingga air yang dihasilkan tidak bersifat toksik terhadap lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh perbedaan dari penggunaan instalansi air pada aliran atas dan aliran bawah pada *constructed wetlands* dalam menurunkan kadar logam berat dan trace elemen pada limbah rumah tangga.

Penelitian dilakukan di Puslitbang Limnologi - LIPI, Cibinong, Bogor, Jawa Barat. Waktu pelaksanaan kegiatan ini pada tanggal 20 Juli 2000 – 24 Agustus 2000. Berdasarkan daya hantar dan listriknnya, semua unsur kimia yang terdapat dalam Susunan Berkala Unsur-unsur dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu, logam dan non logam. Golongan logam mempunyai daya hantar dan listrik yang tinggi, sedangkan non-logam mempunyai daya hantar dan listrik yang rendah. Berdasarkan densitasnya, golongan logam dapat pula dibagi menjadi dua yaitu golongan logam ringan dan golongan logam berat. Menurut Glinka golongan logam ringan (*light metals*) mempunyai densitas < 5 , sedangkan logam berat (*heavy metal*) mempunyai densitas > 5 . Tabel 3

Unsur logam bagi organisme hidup sangat diperlukan untuk proses metabolisme sebagai nutrisi. Namun unsur logam dalam jumlah yang tinggi dapat bersifat racun (Phillips 1980). Toksisitas (daya racun) logam terhadap organisme perairan tergantung pada jenis, kadar, efek sinergis-antagonis dan bentuk fisika dan kimianya.

Faktor perairan seperti pH, kesadahan, temperatur, dan salinitas mempengaruhi toksisitas logam berat. Penurunan pH air akan menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar, sedangkan Kesadahan yang tinggi akan mengurangi toksisitas logam berat, karena logam berat dalam air yang berkesadahan tinggi akan membentuk senyawa kompleks yang mengendap dalam dasar perairan.

Tabel 1. Densitas beberapa logam ringan dan berat.

Logam ringan	Densitas	Logam berat	Densitas
Lithium (Li)	0,53	Kromium (Cr)	7,14
Kalium (K)	0,86	Seng (Zn)	7,14
Natrium (Na)	0,97	Timah (Sn)	7,3
Kalsium (Ca)	1,54	Mangan (Mn)	7,4

Magnesium (Mg)	1,74	Besi (Fe)	7,87
Sesium (Ce)	1,91	Kadmium (Cd)	8,65
Aluminium (Al)	2,7	Nikel (Ni)	8,9
Barium (Ba)	3,5	Tembaga (Cu)	8,9
		Bismut (Bi)	9,8
		Perak (Ag)	10,49
		Timbal (Pb)	11,34
		Raksa (Hg)	13,55
		Wolfram (W)	19,3
		Emas (Au)	19,3
		Platina (Pt)	21,45
		Osmium (Os)	22,6

❖ Tembaga (Cu)

Tembaga merupakan salah satu logam yang terdapat di alam, disamping itu tembaga banyak dimanfaatkan dalam bentuk logam (murni dan campuran) di industri-industri. Tembaga seringkali terdapat dalam konsentrasi yang tinggi baik di air, sedimen dan biota dimana terdapat penambangan tembaga.

Logam berat tembaga (Cu) merupakan logam berat esensial yang dibutuhkan oleh tubuh, terutama dalam pembentukan eritrosit dan hemoglobin. Kemampuan tubuh manusia menyerap Cu per hari adalah 2 – 2,5 mg, dan akan diekskresikan melalui air urine sebesar 0,25 mg. Pada konsentrasi 500 mg/kg logam Cu diketahui dapat menyebabkan gangguan secara akut pada manusia (Fasset dan Don, 1962). Yang paling berbahaya adalah efek racun yang disebabkan oleh pendedahan secara langsung, pada ganggang sebesar 0,05 ppm dapat menyebabkan terhadap fotosintesa. Pada hewan tingkat tinggi pengaruh dari kadar tembaga yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan otak.

❖ Mangan (Mn)

Mangan mempunyai densitas 7,4 sehingga dimasukkan kedalam logam berat (heavy metal). Mangan banyak digunakan sebagai campuran logam, baterai kering, industri kimia, gelas dan pewarna keramik.

Logam mangan merupakan mikronutrisi yang diperlukan oleh tubuh organisme. Mangan relatif tidak bersifat racun terhadap hewan, tetapi bersifat racun pada tumbuhan bila dalam keadaan konsentrasi yang tinggi. Namun hanya digunakan dalam kadar yang kecil karena apabila jumlahnya terlalu banyak dapat menimbulkan efek toksisitas terhadap organisme hidup. Efek yang dapat ditimbulkan adalah kram, tremor (menggigil), halusinasi, rusaknya paru-paru serta rusaknya ginjal.

❖ Seng (Zn)

Seng terdapat di alam kurang lebih 0,004% terdapat pada kerak bumi. Seng banyak digunakan sebagai protectif coating (lapisan pelindung) dari logam-logam lainnya terutama pada besi dan baja sebagai hasil dari galvanisasi.

Seng merupakan logam berat esensial yang dibutuhkan manusia. Seng berperan dalam penggabungan dua macam protein yaitu metalloenzim (berperan dalam enzim karbonik anhidrase sebagai regulasi pergantian karbondioksida dalam tubuh), disamping itu juga mempunyai kemampuan untuk membentuk ion kompleks protein – logam yang berperan dalam mekanisme transpor ion dalam sel. Menurut Fasset dan Don (1962), pada konsentrasi 57 mg/kg seng dapat menyebabkan kematian pada tikus, sedangkan pada konsentrasi 675 – 2880 ppm dapat menyebabkan pada pencernaan manusia.

❖ *Besi (Fe)*

Besi logam berat yang mempunyai densitas 7,8 sehingga dimasukkan ke dalam logam berat. Besi merupakan logam ke empat yang terbanyak di kerak bumi. Besi dapat ditemukan dalam bentuk pirit dan FeS di tempat-tempat pembakaran arang.

Besi merupakan mikronutrisi dalam bentuk kuantitas yang sangat kecil. Pernafasan besi melalui bentuk debu dapat menyebabkan kerusakan pada paru-paru dan dapat meningkatkan efek keracunannya bila dalam bentuk bersamaan dengan adanya sulfidioksida yang dalam jangka lama akan menyebabkan berbagai efek karsinogenik, sifatnya sinergik.

❖ *Magnesium (Mg)*

Magnesium mempunyai densitas 1,74 sehingga dimasukkan ke dalam golongan logam ringan (light metal). Magnesium merupakan sumber mineral bagi organisme hidup.

❖ *Kalium (K)*

Kalium mempunyai densitas 0,86 sehingga digolongkan ke dalam golongan logam ringan (light metal). Kalium merupakan logam alkali yang dapat menimbulkan ledakan apabila bereaksi dengan peroksida, sehingga perlu dihindarkan dari bahan-bahan peroksida. Kalium permanganat (1:1000) banyak pada orang yang keracunan nikotin, yang ditambahkan pada cairan pembilas lambung yang bertujuan untuk merusakkan seluruh nikotin dengan cara oksidasi.

❖ *Natrium (Na)*

Natrium dimasukkan ke dalam golongan logam ringan (light metal) karena mempunyai densitas kurang dari lima yaitu 0,97. Natrium merupakan logam alkali yang dapat menimbulkan ledakan apabila bereaksi dengan peroksida, sehingga perlu dihindarkan dari bahan-bahan peroksida.

BAHAN DAN METODA

Bahan dan alat

❖ Botol sample

- ❖ DO meter
- ❖ Water Quality Checker Horiba
- ❖ Beaker Glass
- ❖ Erlenmeyer
- ❖ Labu ukur
- ❖ Volume ukur 100 mL
- ❖ Volume ukur 10 mL
- ❖ Hot Plate
- ❖ AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)
- ❖ Kertaslakmus

Bahan Kimia

- ❖ Asam nitrat 1N
- ❖ Logam standar Cu, Mg, Na, Fe, Mn, Zn dan K
- ❖ Aquades

Cara kerja

Cara pengambilan sample :

1. Mengambil sample air dari lahan basah buatan, dari kedua aliran yaitu aliran bawah permukaan (A) dan aliran permukaan (B).
2. Diambil kurang lebih 100 mL ke dalam botol sample dari tiap bak/drum air dari setiap titik sampling (A1-A6 dan B1-B6) dan juga menghitung DO, temperatur, PH, konduktivitas dan turbiditas dari tiap titik sample tersebut. Pada titik sampling A1 dan B1 dilakukan pengukuran debit airnya.

Cara menganalisis sample :

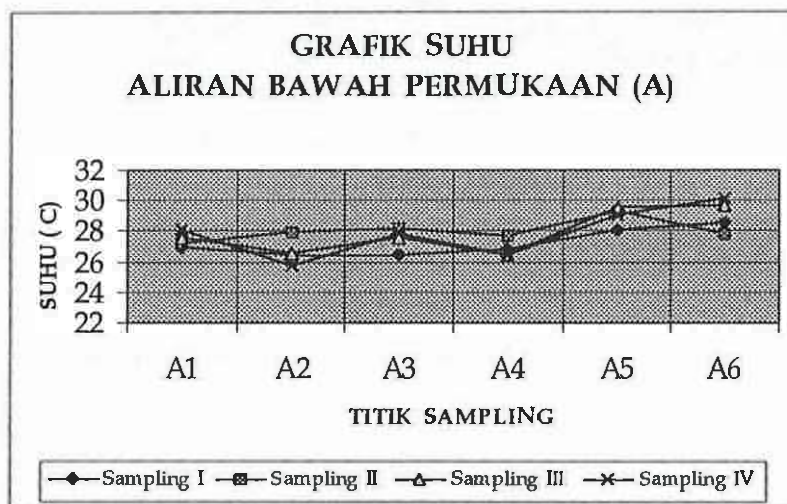
1. Sample yang telah diambil kemudian di analisis di laboratorium.
2. Mengawetkan sample dengan asam nitrat 1N pekat sampai $\text{pH}=2$ (ukur dengan kertas lakmus).
3. Diambil tiap sample sebanyak 100 mL ditambah dengan 5 mL asam nitrat 1N pekat ke dalam beaker glass.
4. Kemudian semua sample dipanaskan di dalam hot plate sampai airnya tinggal kurang lebih 10 mL.
5. Mengencerkan semua sample dengan menambahkan aquades ke dalam sample sampai 100 mL pada labu ukur, kocok sampai menjadi merata.
6. Membuat larutan standar logam Cu, Mg, Na, Fe, Mn, Zn dan K.
7. Mengukur larutan standar dengan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer).

8. Mengukur kandungan logam Cu, Mg, Na, Fe, Mn, Zn dan logam K semua sample dengan menggunakan AAS.

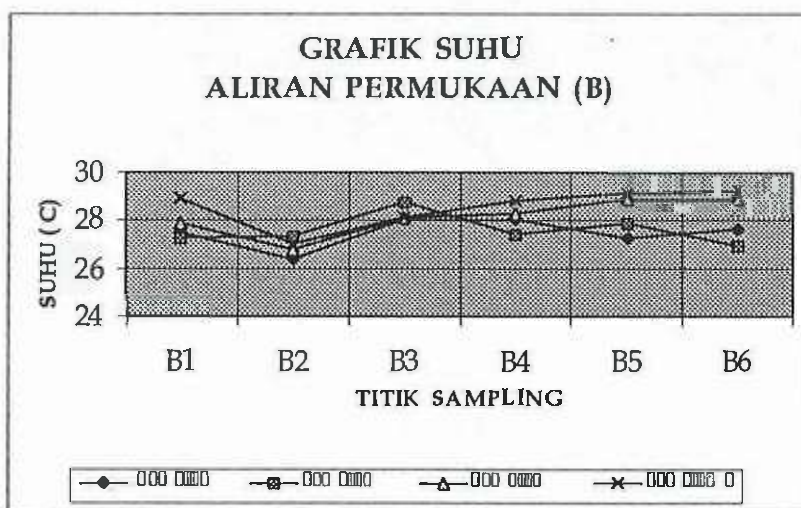
HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu

Suhu masuk pada aliran bawah permukaan (A) berkisar antara 27°C – 28°C dan suhu keluar berkisar $27,8^{\circ}\text{C}$ - $30,2^{\circ}\text{C}$. Sedangkan pada aliran permukaan (B) suhu masuk berkisar $27,5^{\circ}\text{C}$ - $28,9^{\circ}\text{C}$ dan suhu keluarnya berkisar antara $27,6^{\circ}\text{C}$ - $29,7^{\circ}\text{C}$.



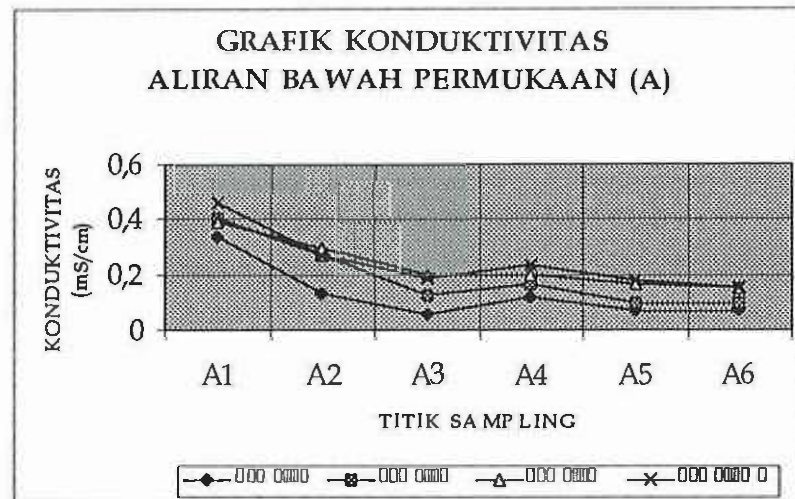
Gambar 5.1.1 Grafik suhu aliran bawah permukaan (A)



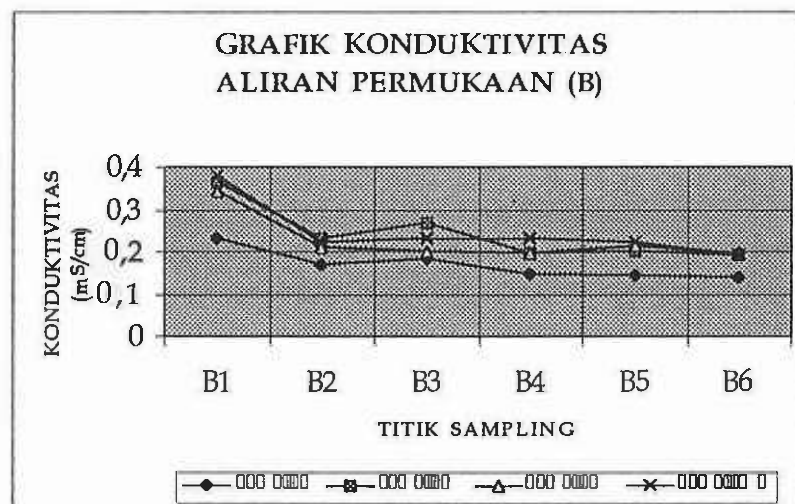
Gambar 5.1.2 Grafik suhu aliran permukaan (B)

Konduktivitas

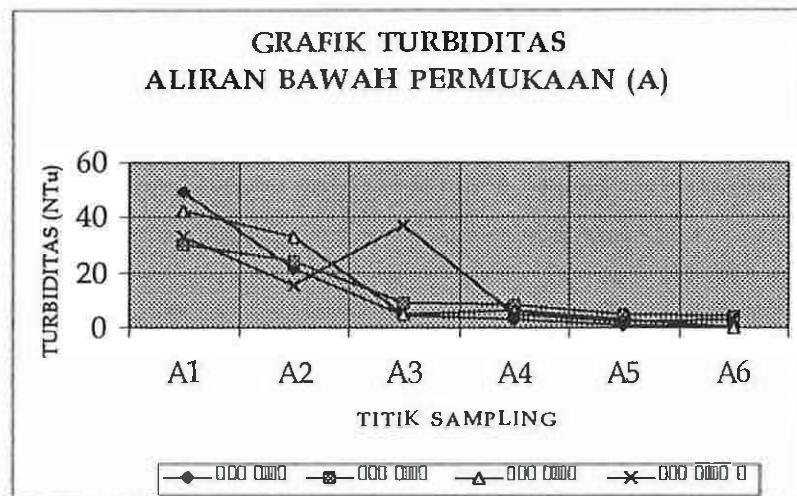
Konduktivitas masuk pada aliran bawah permukaan (A) berkisar antara (0,332 - 0,457)mS/cm dan konduktivitas keluar berkisar (0,069 - 0,152)mS/cm. Sedangkan pada aliran permukaan (B) konduktivitas masuk berkisar (0,231 - 0,378)mS/cm dan konduktivitas keluarnya berkisar antara (0,139 - 0,194)mS/cm.



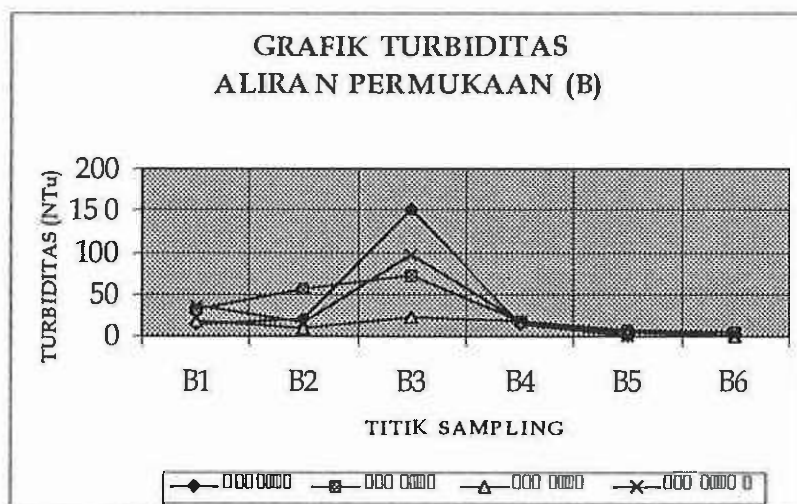
Gambar 5.3.1 Grafik Konduktivitas aliran bawah permukaan (A)



Gambar 5.3.2 Grafik Konduktivitas aliran permukaan (B)



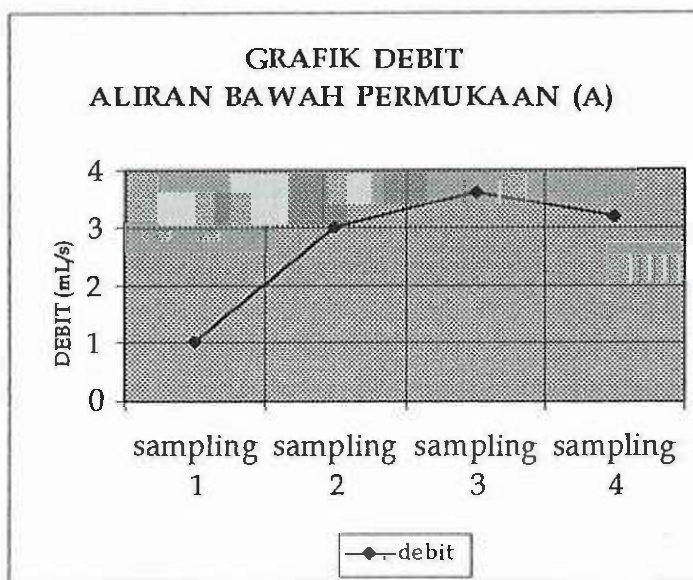
Gambar 5.5.1 Grafik Turbiditas aliran bawah permukaan (A)



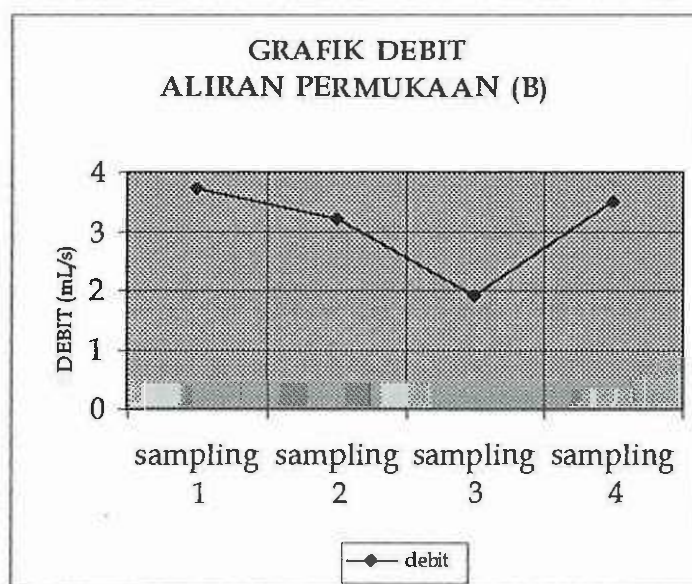
Gambar 5.5.2 Grafik Turbiditas aliran permukaan (B)

Debit

Debit pada aliran bawah permukaan (A) berkisar antara (1,02 – 3,6)mL sedangkan pada aliran permukaan (B) debitnya berkisar antara (1,9–3,7)mL.



Gambar 5.6.2 Grafik Debit aliran bawah permukaan (A)



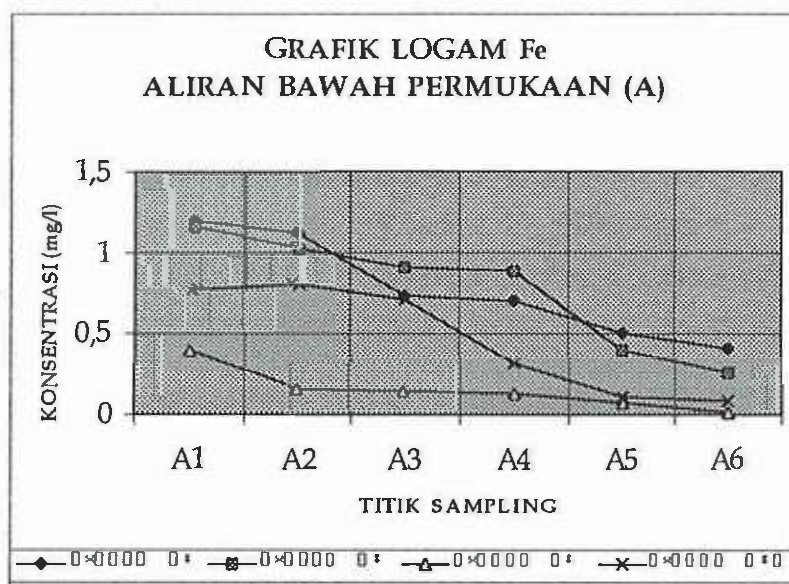
Gambar 5.6.2 Grafik Debit aliran permukaan (B)

Besi (Fe)

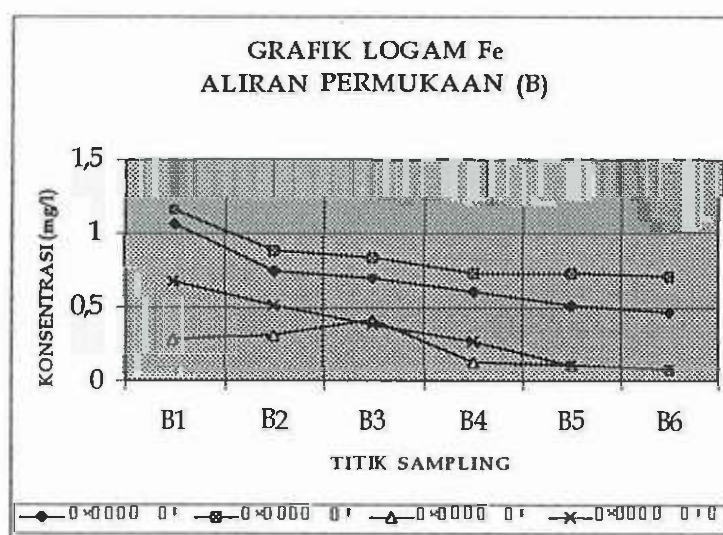
Kadar besi (Fe) yang masuk pada aliran bawah permukaan (A) berkisar antara (0,395 – 1,190)mg/l dan kadar besi (Fe) yang keluar berkisar antara (0,009 – 0,403)mg/l. Menurunnya kadar

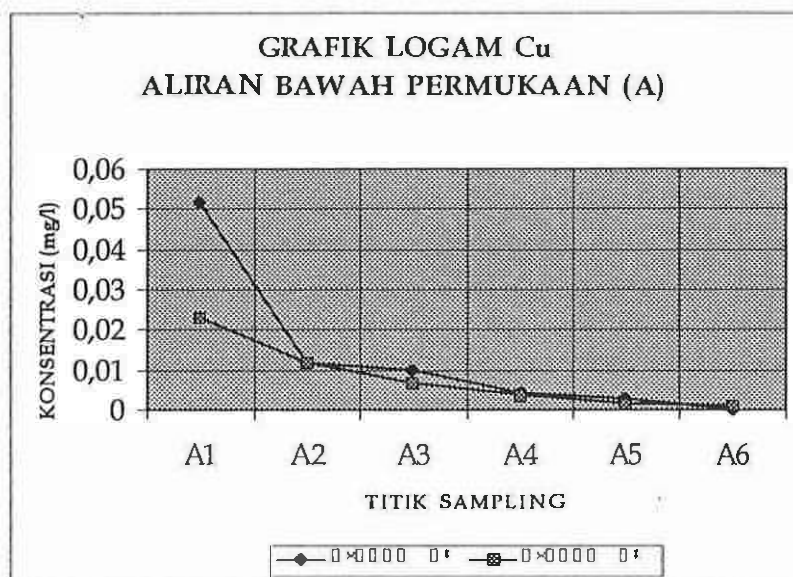
besi sebanyak kurang lebih 83% menunjukkan adanya penggunaan logam besi oleh biota yang ada pada titik sample 2,3 dan 4, sebagai sumber mineral juga karena mengendap ke dalam sedimen tanah.

Kadar besi (Fe) yang masuk pada aliran permukaan (B) berkisar antara (0,274 – 1,158)mg/l dan kadar besi (Fe) yang keluar berkisar antara (0,085 – 0,705)mg/l. Menurunnya kadar besi sebanyak kurang lebih 83% menunjukkan adanya penggunaan logam besi oleh biota yang ada pada titik sample 2,3 dan 4, sebagai sumber mineral juga karena mengendap ke dalam sedimen tanah.

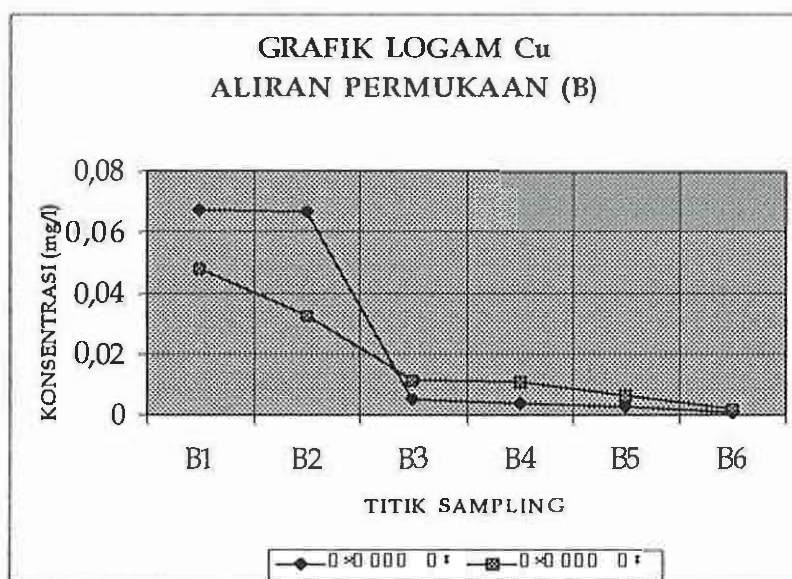


Gambar 5.7.1 Grafik logam Fe aliran bawah permukaan (A)





Gambar 5.9.1 Grafik logam Cu aliran bawah permukaan (A)

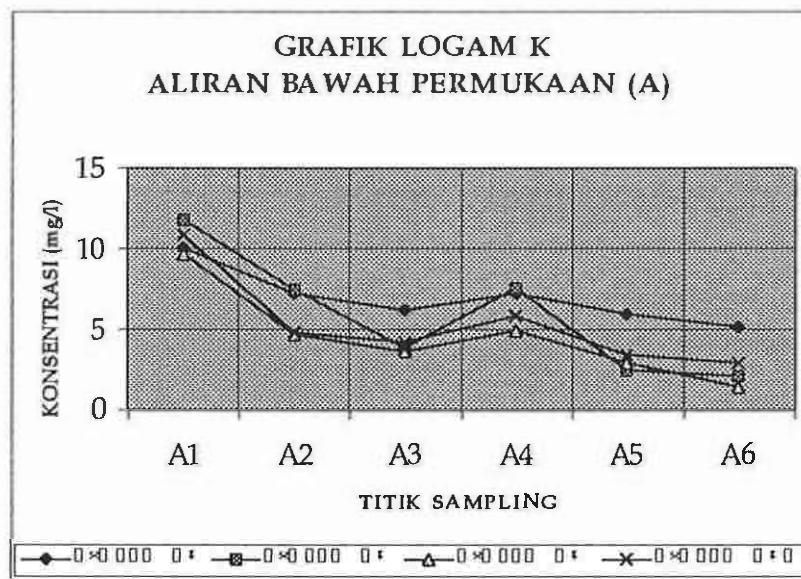


Gambar 5.9.2 Grafik logam Cu aliran permukaan (B)

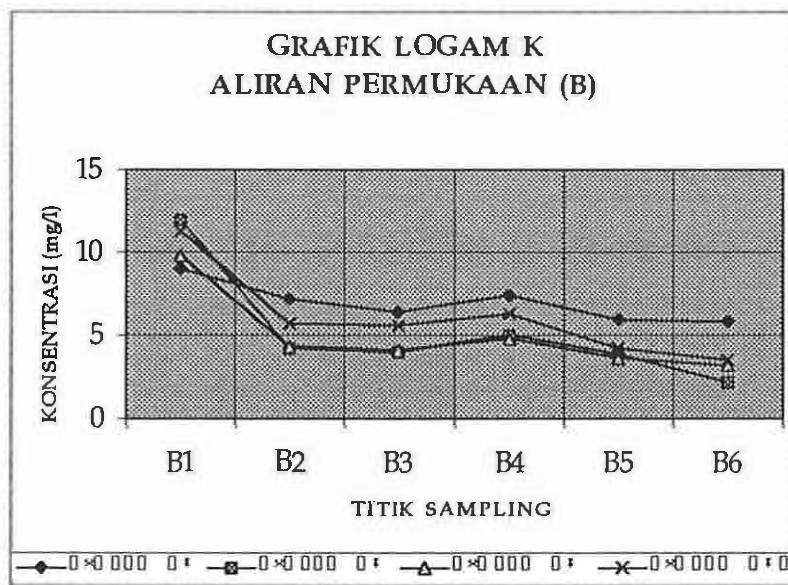
Kalium (K)

Kadar kalium (K) yang masuk pada aliran bawah permukaan (A) berkisar antara (9,7 – 11,8)mg/l dan kadar kalium (K) yang keluar berkisar antara (1,4 – 5,14)mg/l. Kadar kalium yang mengalami kenaikan pada A4 selanjutnya mengalami penurunan sampai titik sampling 6. Kadar kalium sebanyak kurang lebih 73% menunjukkan adanya penggunaan kalium sebagai mineral oleh

biota yang ada pada titik sample 2,3 dan 4 juga karena mengendap ke dalam sedimen tanah. Kadar kalium (K) yang masuk pada aliran permukaan (B) berkisar antara (8,96 – 11,9)mg/l dan kadar kalium (K) yang keluar berkisar antara (2,18 – 5,83)mg/l. Kadar kalium yang mengalami kenaikan pada B4 selanjutnya mengalami penurunan sampai titik sampling 6. Kadar kalium sebanyak kurang lebih 65% menunjukkan adanya penggunaan kalium sebagai mineral oleh biota yang ada pada titik sample 2,3 dan 4 juga karena mengendap ke dalam sedimen tanah.



Gambar 5. 10. 1 Grafik logam K aliran bawah permukaan (A)

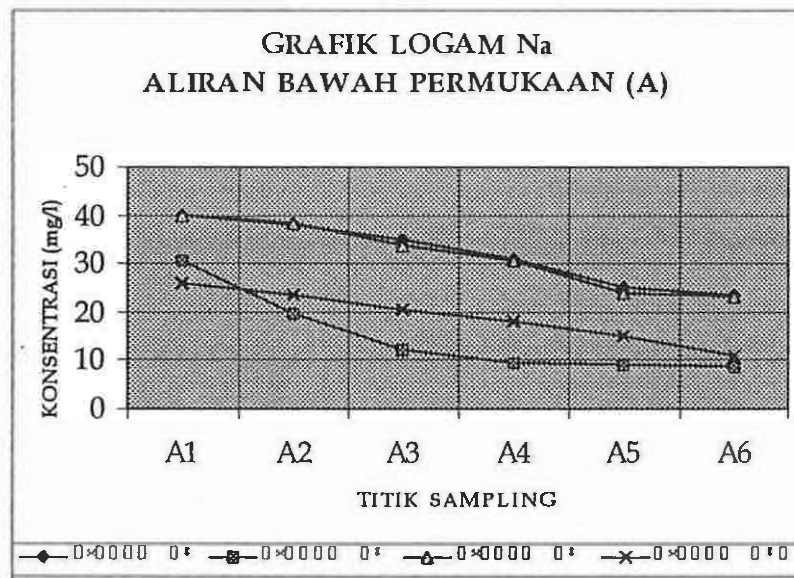


Gambar 5.10.2 Grafik logam K aliran permukaan (B)

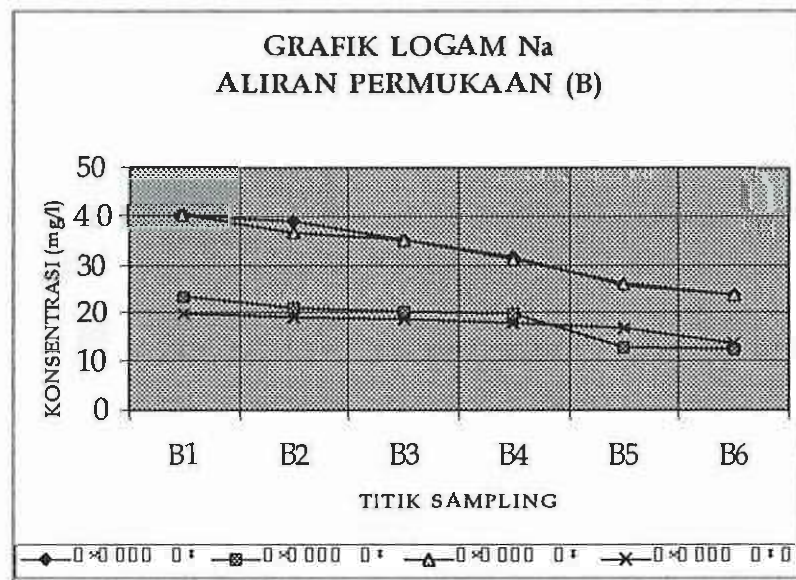
Natrium (Na)

Kadar natrium (Na) yang masuk pada aliran bawah permukaan (A) berkisar antara (25,83 – 40,02)mg/l dan kadar natrium (Na) yang keluar berkisar antara (8,70 – 23,49)mg/l. Menurunnya kadar natrium sebanyak kurang lebih 54 % menunjukkan adanya penggunaan natrium oleh biota yang ada pada titik sample 2,3 dan 4 sebagai sumber mineral juga karena mengendap ke dalam sedimen tanah.

Kadar natrium (Na) yang masuk pada aliran permukaan (B) berkisar antara (19,91 – 40,06)mg/l dan kadar natrium (Na) yang keluar berkisar antara (12,41 – 23,53)mg/l. Menurunnya kadar natrium sebanyak kurang lebih 35 % menunjukkan adanya penggunaan natrium oleh biota yang ada pada titik sample 2,3 dan 4, sebagai sumber mineral juga karena mengendap ke dalam sedimen tanah.



Gambar 5.11.1 Grafik logam Na aliran bawah permukaan (A)

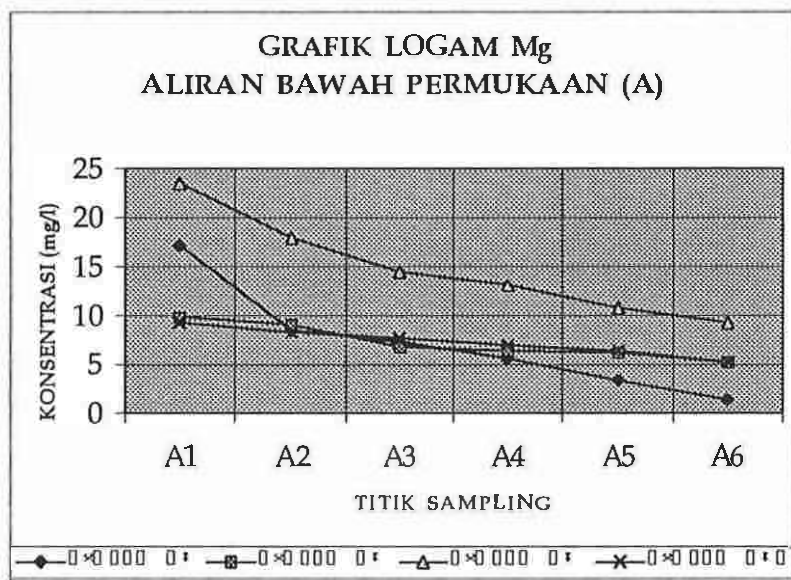


Gambar 5.11.2 Grafik logam Na aliran permukaan (B)

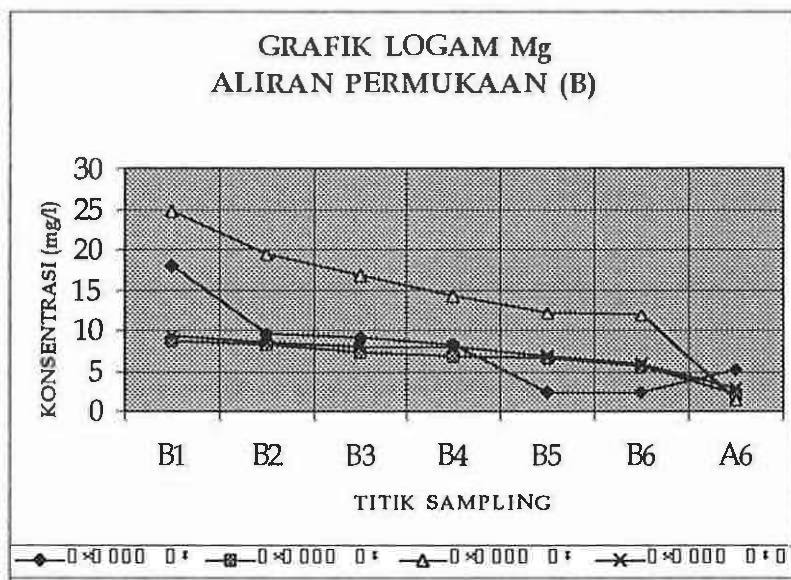
Magnesium (Mg)

Kadar magnesium (Mg) yang masuk pada aliran bawah permukaan (A) berkisar antara (9,266 – 23,394)mg/l dan kadar magnesium (Mg) yang keluar berkisar antara (1,32 – 9,203)mg/l. Menurunnya kadar magnesium sebanyak kurang lebih 62% menunjukkan adanya penggunaan magnesium oleh biota yang ada pada titik sample 2,3 dan 4, sebagai sumber mineral juga karena mengendap ke dalam sedimen tanah.

Kadar magnesium (Mg) yang masuk pada aliran permukaan (B) berkisar antara (9,36 – 24,764)mg/l dan kadar magnesium (Mg) yang keluar berkisar antara (2,288 – 11,804)mg/l. Menurunnya kadar magnesium sebanyak kurang lebih 55% menunjukkan adanya penggunaan magnesium oleh biota yang ada pada titik sample 2,3 dan 4, sebagai sumber mineral juga karena mengendap ke dalam sedimen tanah.



Gambar 5.12.1 Grafik logam Mg aliran bawah permukaan (A)



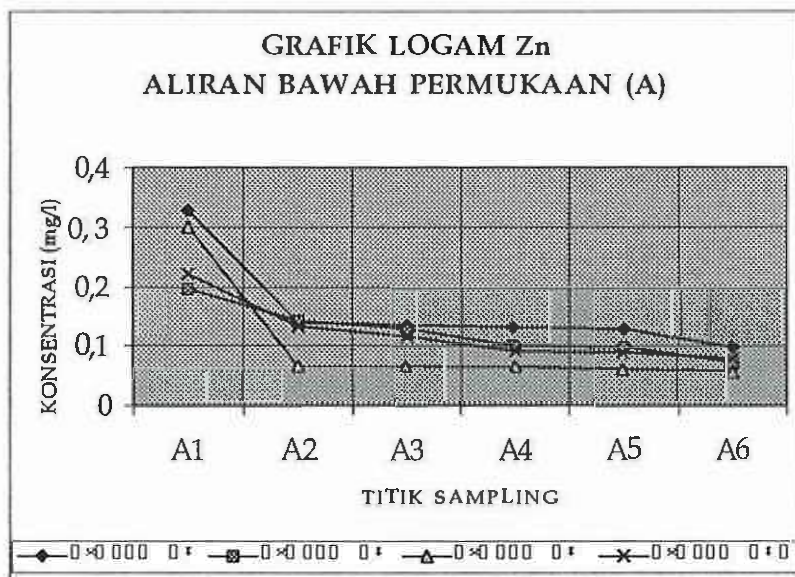
Gambar 5.12.2 Grafik logam Mg aliran permukaan (B)

Seng (Zn)

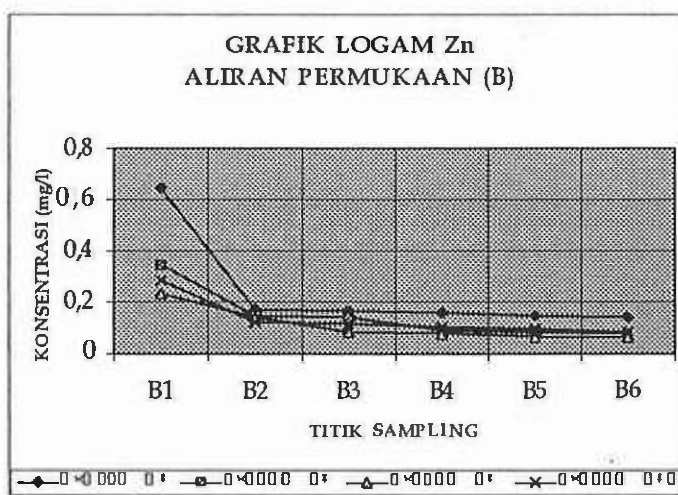
Kadar seng (Zn) yang masuk pada aliran bawah permukaan (A) berkisar antara (0,1945 – 0,3277)mg/l dan kadar seng (Zn) yang keluar berkisar antara (0,0580 – 0,0967)mg/l. Menurunnya kadar seng sebanyak kurang lebih 70% menunjukkan adanya penggunaan logam seng oleh biota

yang ada pada titik sample 2,3 dan 4, sebagai elemen yang esensial juga karena mengendap ke dalam sedimen tanah.

Kadar seng (Zn) yang masuk pada aliran permukaan (B) berkisar antara (0,2314 – 0,6417) mg/l dan kadar seng (Zn) yang keluar berkisar antara (0,0605 – 0,1397)mg/l. Menurunnya kadar seng sebanyak kurang lebih 72% menunjukkan adanya penggunaan logam seng oleh biota yang ada pada titik sample 2,3 dan 4, sebagai elemen yang esensial juga karena mengendap ke dalam sedimen tanah.



Gambar 5.13.1 Grafik logam Zn aliran bawah permukaan (A)



Gambar 5.13.2 Grafik logam Zn aliran permukaan (B)

Tabel efisiensi penyisihan kadar logam (%) pada lahan basah buatan

JENIS LOGAM	EFISIENSI PENYISIHAN KADAR LOGAM PADA LAHAN BASAHBUATAN (%)	
	A	B
Besi (Fe)	83	63
Mangan (Mn)	96	84
Natrium (Na)	54	35
Kalium (K)	73	65
Seng (Zn)	70	72
Magnesium (Mg)	62	55
Tembaga (Cu)	97	97

Keterangan :

A = aliran bawah permukaan

B = aliran permukaan

KESIMPULAN

Nilai kadar logam dalam limbah dari laboratorium dapat diturunkan dengan penggunaan lahan basah buatan (constructed wetlands) (lahan basah buatan). Dari hasil pengamatan mengenai efisiensi penyisihan kadar logam yang diamati dapat disimpulkan bahwa aliran bawah permukaan lebih besar dalam menurunkan kadar logam dibandingkan dengan aliran permukaan.