Jurnal ENTROPi

Inovasi Penelitian, Pendidikan dan Pembelajaran Sains

Diterbitkan oleh :
Jurusan Pendidikan Kimia
Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo

VOLUME IX | NOMOR 2 | HALAMAN 841 - 960 | AGUSTUS 2014 | ISSN 1907-1965

Jurnal ENTROPi

Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran Sains

Sekretariat Penyuntingan dan Tata Usaha
Jurusan Pendidikan Kimia - Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Unviversitas Negeri Gorontalo
Gedung N, Lantai 1
Jl. Jenderal Sudirman Nomor 6 Kota Gorontalo, 96128
Email: jurnal-entropi@ung.ac.id dan jurnal-entropi@gmail.com

ISSN 1907 -1965

JE

Jurnal Entropi

Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran Sains

Volume 9, Nomor 2, Agustus 2014

Jurnal Entropi (JE) terbit 2 (dua) kali setahun pada bulan Februari dan Agustus, berisi tulisan, artikel, hasil pemikiran dan penelitian yang ditulis oleh para pakar, ilmuwan, praktisi dan pengkaji inovasi penelitian pendidikan dan pembelajaran sains.

Ketua Penyunting

Lukman A. R. Laliyo

Penyunting Pelaksana

Mardjan Paputungan

Mangara Sihaloho

Erni Mohamad

JulhimTangio

Rakhmawaty Ahmad Asui

Suleman Duengo

Hendri Iyabu

La Ode Aman

La Alio

Deasy Natalia Botutihe

PenyuntingAhli

Evie Hulukati

Weni J. A. Musa

Ishak Isa

Astin Lukum

Opir Rumape

Nurhayati Bialangi

Netty Ino Ischak

Yuszda Salimi

Akram La Kilo

Pelaksana Tata Usaha

Erni Isa

Fatmawati

Jurnal Entropi (JE) diterbitkan oleh Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Negeri Gorontalo (UNG). **Dekan**: Evie Hulukati; **Ketua Jurusan:** Drs. Mardjan Paputungan, M.Si. Terbit pertama kali pada tahun 2006 dan konsisten mempublikasikan karya ilmiah dosen dan praktisi di Gorontalo dan sekitarnya. Upaya memperbaiki kualitasisi, bahasa dan tampilan terus dilakukan; hingga memenuhi standar kelayakan jurnal terakreditasi.

Pertanggungjawaban Isi Artikel

Naskah/artikel yang disumbangkan kepada JE harus memenuhi aturan dalam "Petunjuk bagi (Calon) Penulis Jurnal Entropi (JE) di sampul belakang, halaman bagian dalam. Isi artikel dan semua akibat yang ditimbulkan oleh artikel itu menjadi tanggungjawab mutlak penulisnya. JE juga melayani permintaan tukar menukar jurnal secara gratis sepanjang tiras masih tersedia.

Jurnal Entropi (JE) diterbitkan dengan tiras *(oplaag)* 350 (tiga ratus lima puluh) eksemplar.

PJE

ISSN 1907 -1965

Jurnal Entropi
Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran Sains
Volume 9, Nomor 2, Agustus 2014

DAFTAR ISI

1 Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kimia Dengan Menginterkoneksikan Multipel Representasi Untuk Mereduksi Miskonsepsi Siswa 841-

Masrid Pikoli, Mangara Sihaloho
Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo

2 Misteri Gagalnya Chaos: Barisan Hingga Bifurkasi Period-Doubling Pada Sistem Interaksi Nonlinear Sepasang Osilator 852-

Hasan S. Panigoro
Jurusan Matematika Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo

3 Pemanfaatan Limbah Aluminium Foil Sebagai Bahan Keagulan Poli Aluminium Klorida (PAC) Pada Pengolahan Air Buangan Laboratorium 859-

Erni Mohamad
Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Negeri Gorontalo

4 Identifikasi Kesalahan Siswa dalam Memahami Konsep Reaksi Reduksi Oksidasi di SMA Negeri 1 Suwawa 867-

Hardis, Mardjan Paputungan, Mangara Sihaloho
Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Nageri Gorontalo

5 Pengembangan Perangkat Pembelajaran *Integrative Science* Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA 875-

Abdul Haris Odja
Prodi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Gorontalo

6 Penentuan Harga Opsi Asia Dengan Model Binomial Yang Dimodifikasi 881-

Emli Rahmi
Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Negeri Gorontalo

7 Model Hubungan Faktor Penyebab Keluhan Fisik Gangguan Otot Dan Sendi Pada Operator Komputer 889-

Asep Suryana Abdurrahmat
Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Gorontalo

8 Pembuatan Reagen Alternatif COD-Reaktor untuk Efisien Manajemen Laboratorium 904-

Wiwin Rewini Kunusa, Rina H.Gani, Yusnar Lebie, Roman Hippy
Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo

9 Potensi Tanaman Mahoni (*Swietenia Mahagoni (L) Jacq*) Sebagai Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) 904-914

Wiwin Lahila, Mangara Sihaloho dan Rakhmawaty Ahmad Asui
Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Negeri Gorontalo

10 Pembuatan Adsorben Selulosa dari Serat Daun Nanas (*Ananas Comosus*) 915 –921

Malfita Damopolii , Astin Lukum, Mardjan Paputungan
Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo

11 Kemampuan Tumbuhan Genjer (*Limnocharis Flava*) Dalam Mengakumulasi Logam Berat Cu 922 – 929

Zainudin Simon. Ishak Isa. Weny J.A Musa
Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo

12 Studi Kemampuan Kognitif dan Afektif Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Telaga dalam Pembelajaran Kimia Menggunakan Model Pembelajaran *Problem Based Solving Learing* (PBSL) 930-936

Rahman Dunggio, Astin Lukum, Julhim S. Tangio.
Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo

13 Implementasi Pendekatan Ilmiah Berbasis Masalah Dalam Pembelajaran Matematika 937-948

Sumarno Ismail
Jurusan Matematika FMIPA Univeritas Negeri Gorontalo

14 Pengaruh Konsentrasi Air Kelapa Muda Terhadap Pertumbuhan *Saccharomyces cereviceae* 949-956

Dian Saraswati
Jurusan Kesehatan Masyarakat, FIKK Universitas Negeri Gorontalo

15 Uji Aktivitas *Repellent* Nyamuk dari Ekstrak Daun Jeringau (*A. calamus* L.) 957-960

Susanti Abdullah, Nurhayati Bialangi, Suleman Duengo
Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Gorontalo

Kemampuan Tumbuhan Genjer (*Limnocharis Flava*) Dalam Mengakumulasi Logam Berat Cu

Zainudin Simon. Ishak Isa. Weny J.A Musa
Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo
Korespondensi: Jl. Jenderal Sudirman No. 6 Kota Gorontalo, 96128

Abstrak
Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui kemampuan tumbuhan genjer dalam mengakumulasi logam berat setelah diberi kontaminan logam Cu. Kemudian melihat konsentrasi logam Cu yang diabsorpsi tumbuhan dan terakhir melihat bagaimana pengaruh variasi waktu tinggal 10, 15, 20, 25 dan 30 hari dengan konsentrasi 15 ppm terhadap absorpsi Cu oleh tumbuhan. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Pola Faktorial. Faktor pertama adalah konsentrasi Cu^{2+} 15 ppm dan faktor ke dua adalah variasi waktu tinggal. Setiap variasi waktu tinggal mempunyai tiga kali ulangan. Tumbuhan ditanam dalam polybag dan diaklimatisasi selama 2 minggu. Penelitian dilakukan dengan menambahkan larutan Cu 15 ppm pada media tanam genjer, tumbuhan dibiarkan hidup pada variasi waktu yang ditentukan. Analisis logam berat Cu dilakukan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan pada perlakuan hari ke-10 sampai hari ke-30 tumbuhan mampu mengabsorpsi logam Cu masing-masing sebesar 8,417, 7,166, 5,195, 4,542 dan 5,657 ppm. Absorpsi Cu oleh tumbuhan ini meningkat jika dibandingkan dengan konsentrasi Cu pada tumbuhan genjer yang dijadikan kontrol (1,369 ppm). Hal ini membuktikan bahwa tumbuhan genjer mampu menyerap dan mengakumulasi logam berat Cu di dalam tanah tercemar Cu. Dari hasil uji statistik menggunakan RAL (α=5%) diperoleh F hitung 8,06 > F tabel 3,48. Hal ini menunjukkan bahwa waktu tinggal memiliki pengaruh nyata terhadap Cu^{2+} yang terabsorpsi pada tumbuhan genjer.

Kata kunci: Fitoremediasi, Genjer *(Limnocharis flava)*, Logam Cu, SSA.

Meningkatnya aktivitas manusia baik dalam kegiatan pertanian, industri, pertambangan dan lain-lain telah menye-babkan berbagai dampak negatif berupa pencemaran dan kerusakan lingkungan. Salah satunya adalah pencemaran tanah. Pencemaran tanah adalah keadaan dimana bahan kimia buatan manusia masuk dan merubah lingkungan tanah alami.

Ketika suatu zat berbahaya/beracun telah mencemari permukaan tanah, maka ia dapat menguap, tersapu air hujan dan atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya (Nurhayati, N. 2013:59).

Salah satu bahan kimia yang dapat mencemari tanah adalah logam berat. Logam berat umumnya bersifat racun terhadap makhluk hidup, walaupun beberapa diantaranya diperlukan dalam jumlah kecil. Tembaga/*Cuprum* (Cu) merupakan salah satu logam berat yang berpotensi dapat menimbulkan pencemaran pada tanah dan memberikan pengaruh buruk pada organisme. Logam Cu berpotensi toksik terhadap tanaman dan berbahaya bagi manusia karena bersifat karsinogenik". (dalam Hardiani, 2009).

Agar pencemaran tanah yang disebabkan oleh logam berat Cu tidak terjadi, upaya pemulihan perlu dilakukan agar tanah yang tercemar dapat digunakan kembali dengan aman. Salah satu metode yang aplikatif dan diharapkan mampu menangani masalah

©2014 by Department of Chemistry,
Gorontalo State University - Indonesia

pencemaran logam berat pada tanah adalah dengan cara fitoremediasi.

Menurut Subroto (dalam Hardyanti, 2007) bahwa: "Fitoremidiasi adalah upaya penggunaan tanaman dan bagian-bagiannya untuk dekontaminasi limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan baik secara *ex-situ* menggunakan kolam buatan atau reaktor maupun *in-situ* (langsung di lapangan) pada tanah atau daerah yang terkontaminasi limbah".

Bahan dan Metode

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah AAS, alat gelas, pipet ukur, neraca analitik, spatula, kaca arloji, batang pengaduk, penangas air, alat gerus, cawan penguapan.

Bahan yang digunakan adalah tumbuhan genjer (*Limnocharis flava*) 30 pohon, tanah asli tempat tumbuhnya genjer, tanah kompos, aquadest, HNO_3 (asam nitrat), $CuSO_4.5H_2O$.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial. Dimana Faktor pertama adalah konsentrasi Cu^{2+} 15 ppm pada tanah, faktor kedua adalah lamanya kontak (t) selama 30 hari dengan pengukuran 5 taraf yaitu hari ke-10, 15, 20, 25 dan hari ke-30. Setiap variasi waktu mempunyai tiga perlakuan.

Uji Pendahuluan Kandungan Cu dalam Sampel Sebelum Perlakukan

Uji Pendahuluan dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif pada tumbuhan genjer sebelum di tambahkan limbah buatan, Preparasi sampel dapat dilakukan dengan cara (dalam Haruna, 2012) : Tumbuhan genjer yang tidak diberi perlakuan dicuci bersih dengan aquades. Dibungkus dengan aluminium foil dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 24 jam. Sampel yang sudah digerus diletakkan dalam cawan penguapan dan dimasukan dalam furnance pada suhu 500°C selama ± 8 jam sampai menjadi abu yang berwarna putih. Kemudian diambil 1 gram sampel ditambahkan 10 ml asam nitrat pekat HNO_3 65%, dipanaskan di atas penangas air pada suhu 100-120°C sampai buih habis, HNO_3 hampir kering (seperti bubur) dan bening, setelah itu hasil destruksi ditambahkan sedikit aquades dan HNO_3, dimasukan ke labu ukur 25 ml dan diencerkan dengan aquadest sampai tanda batas. Larutan sampel yang diperoleh siap diuji dengan menggunakan SSA. Perlakukan yang sama untuk sampel tanah.

Penentuan Cu^{2+} dalam tumbuhan genjer secara SSA setalah perlakuan

Penentuan Cu^{2+} setelah perlakuan dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer Tumbuhan genjer dari masing-masing polybag diambil pada hari ke-10, 15, 20, 25 dan 30. Preparasi sampel dilakukan sama dengan penentuan sebelum perlakukan. Hasil destruksi yang telah ditambahkan dengan aquadest dan HNO_3, Selanjutnya dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml dan ditambahkan dengan aquades sampai tanda batas. Larutan sampel siap diuji dengan menggunakan SSA,

Pembuatan Larutan Baku Induk Cu^{2+} 1000 mg/L

Serbuk $CuSO_4.5H_2O$ standar ditimbang sebanyak 0,96 gram, dimasukkan dalam gelas kimia ditambahkan 5 ml HNO_3 pekat, dimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas sehingga konsentrasi menjadi 1000 mg/L.

Pembuatan Larutan Baku Kerja Cu^{2+} 15 mg/L

15 ml larutan baku induk dipipet, kemudian dimasukan ke dalm labu ukur 1000 ml, diencerkan dengan aquades sampai tanda batas sehingga konsentrasi menjadi 15 ppm. Larutan yang dipersiapkan merupakan Larutan Cu^{2+} 15 mg/L. Larutan baku kerja ini dibuat sebanyak ±7,5 liter untuk kepentingan pada saat proses penyiraman tanaman.

Pembuatan Larutan Standar Cu^{2+}

Membuat larutan larutan standar dari larutan baku induk Cu^{2+} 1000 ppm dengan masing-masing dipipet 0.025, 0.075, 0.125, 0.175, 0,225 mL selanjutnya diencerkan dengan aquades sampai 25 mL menggunakan labu ukur. Dari variasi volume tersebut diperoleh larutan standar Cu^{2+} 1 ppm, 3 ppm, 5 ppm, 7 ppm, dan 9 ppm. Larutan kurva standar tersebut diukur serapannya dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA)

pada panjang gelombang 324,7 nm kemudian serapan yang diperoleh diplot ke dalam kurva kalibrasi.

Analisis Data

Penentuan konsentrasi dilakukan dengan menggunakan Persamaan Regresi Linier $y = bx + a$. Persamaan regresi linear dari larutan baku yang diperoleh digunakan pada penentuan konsentrasi Cu^{2+} pada sampel.

Menentukan Kandungan Cu Dalam Sampel

Penentuan kandungan Cu pada sampel dilakukan dengan teknik kurva kalibrasi yang berupa garis linier, sehingga dapat ditentukan konsentrasi sampel dari absorbansi yang terukur. Setelah konsentrasi pengukuran diketahui maka kandungan sebenarnya dalam sampel kering dapat ditentukan dengan perhitungan (Siaka., dkk dalam Antari dan Ketut, 2012):

$$M = \frac{C.V.F}{B}$$

Keterangan :

M = Kandungan Cu dalam sampel (µg/gr)

C = Konsentrasi yang diperoleh dari kurva kalibrasi (µg/ml)

V = Volume larutan sampel (ml)

F = Faktor pengenceran

B = Bobot sampel (gr)

Analisa statistik

Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Untuk mengetahui pengaruh dari tiap perlakuan dilakukan dengan uji F pada taraf nyata 5% (Mohamad., E, 2011:36).

1.) Faktor Koreksi (FK) (Yitnosumarto, 1993:20) :

$$FK = \frac{(\sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{n} Y_{ij})^2}{pn}$$

2.) Jumlah-jumlah kuadrat yang diperlukan (Yitnosumarto, 1993:21) :

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JK_{total} = \sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{n} Y_{ij}^{\ 2} - FK$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan

$$JK_{perlakuan} = = \frac{(\sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{n} Y_{ij})^2}{n} - FK$$

Jumlah Kuadrat Galat Percobaan ($JK_{G.perc.}$)

$$JK_{G.perc} = JK_{total} - JK_{perlakuan}$$

3.) Kuadrat Total Setiap Sumber Keragaman (Yitnosumarto, 1993:21) :

$$KT_{perlakuan} = JK_{perlakuan} / db_{perlakuan}$$

$$KT_{G.perc} = JK_{G.perc} / db_{G.perc}$$

4.) Uji F (Yitnosumarto, 1993:22) :

$$F_{hitung} = KT_{perlakuan} / KT_{G.perc.}$$

$$BNT(\alpha) = t_{table}^{\alpha/2} \times (v) \sqrt{\frac{2 \times KT_{G.perc.}}{n}}$$

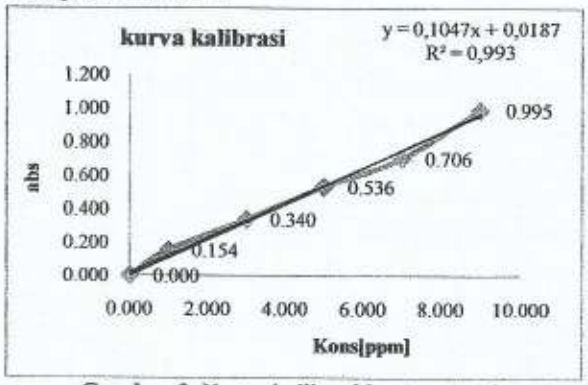
Hasil Dan Pembahasan

Pembuatan larutan standar bertujuan sebagai standar untuk analisis kandungan tertentu dalam suatu sampel. Dalam keperluan analisis logam Cu diperlukan deret larutan standar logam Cu^{2+} dengan variasi konsentrasi 1,00, 3,00, 5,00, 7,00 dan 9,00 ppm. Selanjutnya diukur absorbansinya sehingga diperoleh kon larutan standar Cu seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil penyerapan larutan standar Cu

No.	Abs	Kons[ppm]
1	0,000	0,000
2.	0,154	1,000
3.	0,340	3,000
4.	0,536	5,000
5.	0,706	7,000
6.	0,995	9,000

Berdasarkan data pada Tabel 1, maka dapat diperoleh kurva kalibrasi dengan persamaan garis regresi linier y = 0.1047x+0.0187. dimana y = absorban dan x = konsentrasi kandungan Cu. nilai korelasi antara absorban dan konsentrasi sebesar r = 0,993. kurva kalibrasi larutan standar Cu dapat di lihat pada Gambar 2



Gambar 2. Kurva kalibrasi larutan standar

Analisis Logam Berat Cu Pada Genjer

Pengukuran konsentrasi logam Cu pada sampel tanah dan genjer sebelum perlakuan, diperoleh data seperti pada Tabel 2. Data analisis logam Cu terhadap masing-masing sampel yang sudah dikontaminasikan dengan larutan Cu^{2+} 15 ppm dapat disajikan dalam Tabel 3. Sedangkan nilai kandungan logam Cu sebenarnya dalam sampel kering yang sudah diberi zat kontaminan diperoleh data seperti pada Tabel 4

Tabel 2. Data hasil penyerapan Cu (kontrol)

No.	Sampel	Abs	Kons. [ppm]
1.	Tanah	0.097	0.748
2.	Genjer	0.162	1.369

Tabel 3. Data konsentrasi Cu yang terabsorpsi oleh tanaman Genjer

Kons (ppm)	Waktu (t)	[Cu] terabsorpsi (ppm)			
		Ulangan			
		1	2	3	Rerata
15 ppm	t1	9,191	8,599	7,462	8,417
	t2	8,589	7,166	5,743	7,166
	t3	5,113	4,836	5,638	5,195
	t4	4,616	4,788	4,224	4,542
	t5	4,893	4,979	7,099	5,657

Tabel 4. Data kandungan Cu dalam sampel kering

Waktu (t)	Kandungan Cu (µg/gr)			Rerata kandungan Cu (µg/gr)
	Ulangan			
	1	2	3	
10	459,5	429,9	373,1	420,8
15	429,4	358,3	287,1	358,3
20	255,6	241,8	281,9	259,7
25	244,6	239,4	211,2	227,1
30	244,6	248,9	354,9	282,8

Kemampuan Tumbuhan Genjer Dalam Mengakumulasi Logam Cu^{2+}

Genjer (*Limnocharis flava*) merupakan tumbuhan yang sudah beradaptasi baik dengan iklim Indonesia, tumbuhan ini dapat dimanfaatkan sebagai agen fitoremediator karena dapat menyerap dan mengakumulasi logam Cu pada tanah tercemar.

Dari data Tabel 2, teramati setelah [illegible] pendahuluan menggunakan SSA, [illegible] tumbuhan genjer sebagai kontrol atau [illegible] tidak diberikan perlakuan mengandung [illegible] tembaga sebanyak 1,369 ppm. hal ini [illegible] mengundang reaksi pertanyaan [illegible] sebelumnya Rancangan Standar [illegible] Indonesia (RSNI-2, 2004) (dalam Widaningrum, 2007) menyatakan bahwa logam berat yang [illegible] memenuhi standar BMR (Batas Maksimum [illegible] dalam tanaman adalah 1,0 ppm. Terkandung tembaga secara berlebihan pada genjer [illegible] diduga disebabkan oleh pemupukan [illegible] berlebihan, pemakaian insektisida dan air [illegible] yang tercemar limbah (Munarso dkk., 2005 [illegible] Widaningrum, 2007). Pencemaran logam [illegible] tembaga terjadi selama proses pra panen [illegible] selama penanaman dan pemeliharaan, [illegible] disebabkan pemakaian pupuk mikro [illegible] mengandung tembaga.

Besarnya jumlah Cu pada genjer [illegible] dijadikan kontrol atau standar ini tidak [illegible] mempengaruhi jumlah kandungan logam yang [illegible] diakumulasi tumbuhan genjer akibat [illegible] diberikannya perlakuan dengan zat kontamin[illegible] sebesar 15 ppm.

Selanjutnya dari data Tabel 3, menyatakan bahwa ketika dianalisis menggunakan [illegible] spektrofotometer serapan atom dengan [illegible] absorbansi yang bervariasi, tumbuhan genjer [illegible] sudah diberi larutan Cu^{2+} 15 ppm [illegible] mengabsorpsi logam Cu dengan baik. [illegible] perlakuan hari ke-10 sampai hari ke-30 tumbuhan [illegible] mampu mengabsorpsi logam Cu dengan konsentrasi masing-masing sebesar 8,417, 7,166, 5,195, 4,542 dan 5,657 ppm. Absorpsi Cu oleh tumbuhan [illegible] ternyata meningkat jika dibandingkan dengan konsentrasi Cu genjer yang dijadikan sebagai kontrol pada Tabel 2 (1,369 ppm). Hal ini membuktikan bahwa tumbuhan genjer mampu menyerap dan mengakumulasi logam berat Cu di dalam tanah tercemar Cu.

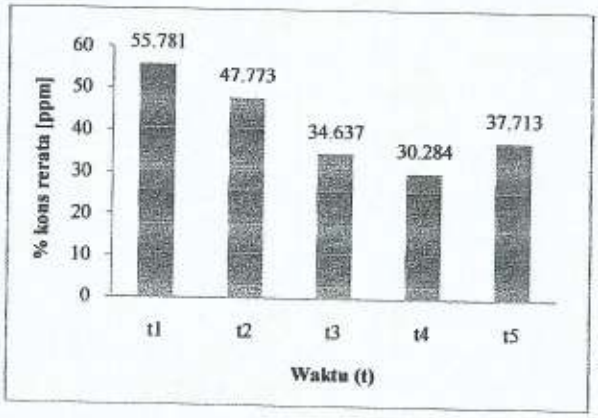
Sedang[illegible] sebenarnya [illegible] pada tabel [illegible] jumlah kand[illegible] hari ke-30 [illegible] konsentrasi [illegible] kandungan C[illegible] sampai hari k[illegible] µg/gr, 259,7 Keragaman variasi wakt[illegible] genjer yang [illegible] µg/gr) telah [illegible] mampu de[illegible] terutama Cu genjer sebe[illegible] kisarannya [illegible] Indonesia, 2007:22) [illegible] 03725/B/SK Cemaran L[illegible] Segar, batas µg/gr. Mak[illegible] genjer yang media tem[illegible] dikonsumsi bahan pert[illegible] sebagai ak[illegible] khususnya [illegible]

Kema[illegible] dalam meng[illegible] pada Gamb[illegible]

Gambar 3.

Sedangkan untuk nilai kandungan Cu sebenarnya dalam tumbuhan genjer tampak seperti pada tabel 4. Dari tabel tersebut dapat diamati jumlah kandungan logam Cu dari hari ke-10 sampai hari ke-30 memiliki keragaman seperti halnya konsentrasi yang didapatkan pada tabel 4.2, nilai kandungan Cu dalam sampel kering pada hari ke-10 sampai hari ke-30 masing-masing 420,8 µg/gr, 358,3 µg/gr, 259,7 µg/gr, 227,1 µg/gr dan 282,8 µg/gr. Keragaman kandungan Cu yang diperoleh dari variasi waktu yang dipilih jika dibandingkan dengan genjer yang sebelumnya tidak diberi perlakuan (68,4 µg/gr) telah membuktikan bahwa tanaman genjer ini mampu dengan baik mengabsorpsi logam berat terutama Cu. Hal ini didasari dengan selisih antara genjer sebelum dan sesudah perlakuan yang kisarannya mencapai 352,4 µg/gr. Mengingat di Indonesia, Ditjen POM (dalam Widaningrum, 2007:22) telah mengeluarkan Keputusan No. 03725/B/SK/VII/89 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam dalam Makanan untuk Sayuran Segar, batas aman untuk Pb 2 µg/gr dan Cu 50 µg/gr. Maka dapat disimpulkan bahwa tumbuhan genjer yang telah diberikan zat kontaminan pada media tempat tumbuhnya ini tidak aman untuk dikonsumsi akan tetapi dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan terkait pemanfaatan genjer sebagai akumulator yang baik bagi logam berat khususnya Cu.

Kemampuan atau daya serap tumbuhan ini dalam mengakumulasi logam berat Cu dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Persen kadar logam Cu pada tumbuhan genjer

Berdasarkan Gambar 3, dapat diamati bahwa tumbuhan genjer konsisten dengan daya absorpsi logam Cu yang semakin hari semakin menurun. Kemampuan atau daya serap tertinggi tumbuhan dalam mengakumulasikan logam Cu terjadi pada perlakuan t1 dimana daya serap tumbuhan mampu mencapai 55,781% dan yang paling rendah terjadi pada perlakuan t4 yakni 30,284%. Proses penyerapan logam berat oleh tumbuhan pada umumnya sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal atau lingkungan ideal dimana didalamnya terdapat iklim, kesuburan tanah, kesehatan tanaman, lamanya waktu perlakuan dan budidaya. Secara khusus iklim yang menentukan proses absorpsi oleh tanaman dikaitkan dengan sifat-sifat kelembaban (berkaitan dengan ketersediaan air, curah hujan), penyinaran matahari dan temperatur udara (Mohamad,.E, 2011).

Selain itu tinggi rendah suhu menjadi salah satu faktor yang menentukan tumbuh kembang tanaman, reproduksi dan juga kelangsungan hidup dari tanaman. Suhu apabila meningkat, absorpsi juga meningkat. Sebaliknya apabila suhu menurun, absorpsi menjadi lambat. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa: "Semakin tinggi suhu lingkungan akan menyebabkan proses fotosintesis akan meningkat sehingga penyerapan tanaman terhadap air akan meningkat pula. Sebaliknya, jika suhu rendah maka daya absorbansinya juga lambat karena dengan suhu rendah otomatis kebutuhan tahah terhadap air akan berkurang, sementara logam berat diserap oleh tanaman bersamaan dengan air dan unsur hara" (dalam Mohamad,. E, 2011).

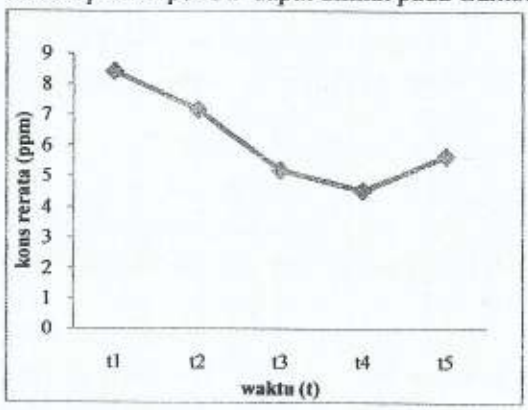
Pada perlakuan t5, tumbuhan genjer mengalami hal yang tidak wajar terjadi karena tidak konsisten dalam tingkat penyerapannya. Dalam perlakuan ini tanaman sedikit mengalami peningkatan konsentrasi, suhu pada perlakuan ini diduga cenderung meningkat dibandingkan dengan perlakuan t4, sehingga menyebabkan daya absorbansi tanaman terhadap logam justru meningkat seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya oleh Salisbury dan Ross.

Dengan demikian, meningkat atau tidak konsistennya jumlah kadar Cu pada perlakuan t5 tidak akan mempengaruhi efektifitas tumbuhan genjer dalam hal penyerapan logam berat Cu.

Karena pada dasarnya dalam penelitian ini telah dibuktikan bahwa tumbuhan genjer mampu menyerap atau mengakumulasi logam berat Cu dengan persentase kadar yang cukup tinggi dibandingkan dengan tumbuhan genjer pada perlakuan sebelum ditambahkan limbah buatan atau kontrol.

Pengaruh Waktu Kontak Tumbuhan Genjer Terhadap Absorpsi Cu

Pengaruh waktu kontak tumbuhan genjer terhadap absorpsi Cu dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Pengaruh lama kontak tumbuhan terhadap absorpsi Cu

Grafik dalam Gambar 4, memperlihatkan bahwa variasi waktu kontak taumbuhan (10, 15, 20, 25 dan 30 hari) mempengaruhi penyerapan ion logam Cu oleh tumbuhan genjer. Menurut Chereminisof (1987) dan Khopkar (1990) (dalam Widaningrum, 2007) bahwa: "Waktu kontak antara ion logam dengan absorben sangat mempengaruhi daya serap. Semakin lama waktu kontak maka penyerapan juga akan meningkat sampai pada waktu tertentu akan mencapai maksimum dan setelah itu akan turun kembali". Berdasarkan hasil analisa bahwa waktu kontak optimum diperoleh pada hari ke-10 dengan konsentrasi Cu yang terabsorpsi oleh tumbuhan genjer rata-rata sebesar 8,417 ppm. Setelah itu pada perlakuan t2 sampai t4 efisiensi adsorpsi Cu oleh tumbuhan mengalami penurunan diduga karena terjadi proses desorpsi. Hal ini merupakan salah satu fenomena dalam adsorpsi fisika yang menyatakan bahwa proses adsorpsi bersifat reversibel (Sukardjo, 1987 dalam [illegible] 2010:127).

Berkaitan dengan proses desorpsi [illegible] tumbuhan, Mohamad,.E, (2011) menjelaskan bahwa "ketika tanaman mengalami desorpsi disebabkan oleh situs aktifnya telah mengalami deaktivasi terhadap penyerapan ion logam dimana proses absorpsi sudah mencapai kesetimbangan artinya pada permukaan absorben peluang untuk terjadinya ikatan antara Cu^{2+} dengan situs aktif menjadi kecil".

Pada perlakuan t5, jika dibandingkan dengan konsentrasi Cu pada perlakuan t1 dan t2 tanaman tetap mengalami desorpsi. Walaupun absorpsi Cu pada perlakuan t5 ini sedikit mengalami kenaikan konsentrasi dari perlakuan t3 dan t4 hal tersebut diduga dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya oleh Mohamad,.E.

Dari hasil uji statistik menggunakan [illegible] dengan tingkat kesalahan 5% (lampiran 6) pada tumbuhan genjer diperoleh F hitung 8,06 > F tabel 3,48. Dimana jika F hitung > F tabel pada taraf nyata 0.05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. H_0 adalah hipotesis yang menunjukkan bahwa antara perlakuan lama kontak yang satu dengan yang lainnya tidak memiliki perbedaan melainkan sama antara setiap perlakuannya. Sebaliknya H_1 adalah hipotesis yang menunjukkan dalam setiap perlakuan memiliki keragaman atau ada perbedaan antara perlakuan yang satu dengan yang lainnya. Dengan diterimanya H_0 maka ini menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata dalam setiap perlakuan terhadap Cu terabsorpsi pada tumbuhan genjer. Untuk mengetahui perlakuan mana yang pengaruhnya berbeda nyata dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

Dari hasil uji statistik menggunakan uji BNT pada taraf nyata 0,05 diperoleh pada perlakuan hari ke-10 dengan hari ke-20, 25 dan ke-30 memiliki pengaruh nyata terhadap Cu terabsorpsi pada tumbuhan, selanjutnya pada perlakuan hari ke-10 dengan perlakuan hari ke-20 dan ke-25 pengaruhnya juga berbeda nyata dalam hal penyerapan Cu oleh tumbuhan. Walaupun dari semua perlakuan yang ditetapkan ada perlakuan tertentu yang pengaruhnya tidak berbeda nyata, hal tersebut tidak akan

mengubah hipotesis yang telah membuktikan bahwa dalam setiap perlakuan lama kontak *yang satu* dengan yang lainnya memiliki perbedaan atau keragaman. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tumbuhan genjer pada hari ke-10 (t1) memiliki absorpsi Cu(II) yang baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya yakni sebesar 8,417 ppm.

Kesimpulan

1. Tumbuhan genjer (*limnocharis flava*) dapat dimanfaatkan sebagai agen fitoremediator karena dapat menyerap dan mengakumulasi logam Cu pada tanah tercemar.
2. Proses absorbsi Cu tertinggi oleh tumbuhan genjer terjadi pada hari ke-10 yakni sebesar 8,417 ppm. Dan ternyata semakin lama perlakuan atau waktu kontak semakin sedikit absorpsi logam Cu oleh tumbuhan genjer.
3. Melalui uji statistik pada taraf 5%, lama kontak atau perlakuan memiliki pengaruh nyata terhadap Cu(II) terabsorpsi pada tumbuhan genjer.

Saran

perlu dilakukan studi ataupun penelitian lebih lanjut terhadap hal-hal yang mempengaruhi proses penyerapan logam berat oleh tumbuhan, seperti faktor eksternal ataupun faktor lain yang dapat menyebabkan tanaman mengalami deaktivasi.

Daftar Pustaka

Aiyen, Dr, Sc, Agr. 2005. Ilmu Fitoremediasi Untuk Atasi Pencemaran Tanah di Aceh dan Sumatera Utara (Tambahan Catatan Untuk Prof. Dr. Azwar Ma As). Kompas, 4 Maret 2005. http:www.kompas.com/kompascetak/0503/041/ilpeng/1592821.htm.

Anshori, Al., Jamaludin, S.Si. 2005. Spektrometri Serapan Atom. Materi Ajar. Staf Laboratorium Kimia Bahan Alam dan Lingkungan. Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Padjadjaran. Bandung

Antari, A.A.R.J., Ketut, I. S. 2002. Kandungan Timah Hitam (Plumbum) pada tanaman peneduh jalan di kota denpasar. Jurusan Biologi. F.MIPA-UNUD

Day, R, A & A, L., Underwood. 2002. Analisis Kimia Kuantitatif. Erlangg. Jakarta

Hardiani, H. 2009. *Potensi Tanaman Dalam* Mengakumulasi Logam Cu Pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri kertas. *BS, Vol. 44, No. 1, Juni 2009* : 27-40

Hardyanti. 2007. *Fitoremediasi Phospat Dengan Pemanfaatan Enceng Gondok (Eichhornia Crassipes) (Studi Kasus Pada Limbah Cair Industri Kecil Laundry)*. http://eprints.undip.ac.id. 16 februari 2014 (15:40)

Haruna, T, Elvira. 2012. Fitoremediasi pada media tanah yang mengandung Cu dengan menggunakan kangkung darat. Skripsi. Pendidikan Kimia. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo

Haryati, M., Purnomo, T., Kuntjoro, S. 2012. Kemampuan Tanaman Genjer (*Limnocharis Flava* (L.)Buch.) Menyerap Logam Berat Timbal (Pb) Limbah Cair Kertas pada Biomassa dan Waktu Pemaparan Yang Berbeda. LenteraBio Vol. 1 No. 3 September 2012:131–138

Khopkar, SM. 1985. *Basic Concepts of Analytical Chemistry.* Wiley Eastern Limited. Terjemahan A. Saptorahardjo. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Cetakan pertama. Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta

Kristianingrum, S. 2012. Kajian Berbagai Proses Destruksi Sampel Dan Efeknya. Makalah-Semnas MIPA. FMIPA UNY. Yogyakarta

Lakitan, B. 2004. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan.* RajaGrafindo Persada. Jakarta

Lelifajri. 2010. Adsorpsi Ion Logam Cu(II) Menggunakan Lignin dari Limbah Serbuk Kayu Gergaji. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol. 7, No. 3, hal. 126-129, 2010 ISSN 1412-5064. Jurusan

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh Darussalam

Mangkoedihardjo, S. 2005. Fitoteknologi dan Ektoteknologi dalam Desain Operasi Pengomposan Sampah. *Seminar Nasional Teknologi Lingkungan III ITS. Online.* http://www.its.ac.id/personal/files/pub/170-sarwokoenviroseminar%20sampah%20TL.pdf. 16 Februari 2014 (9:00)

Mohamad, E. 2011. Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd) Dalam Tanah Dengan Menggunakan Bayam Duri (*Amaranthus spinosus L*). *Tesis*. Program studi ilmu kimia minat kimia lingkungan. Universitas Brawijaya. Malang

Nisma, F. 2008. Seleksi Beberapa Tumbuhan Air Sebagai Penyerap Logam Berat Cd, Pb Dan Cu Di Kolam Buatan Fmipa Uhamka. Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam universitas muhammadiyah prof.dr. Hamka. Jakarta

Nurhayati, N. 2013. *Pencemaran Lingkungan*. Yrama Widya. Bandung

Palar, H. 2012. *Pencemaran dan toksikologi logam berat*. Rineka cipta. Jakarta

Panjaitan Yanti Grace. 2009. *Akumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) dan Timnbal (Pb) Pada Pohon Avecennia marina-di hutan mangrov. Skripsi USU.* http://repository.usu.ac.id. 16 februari 2014 (16:00)

Pitriana. 2012. Biologi tumbuhan lahan basah. *Online.* http://biologitumbuhanlahanbasah.blogspot.com/2012/11/genjer-limnocharis-flava.html. 25 april 2014 (16:30)

Prihatiningsih, K.W. 2007. Penetapan Kadar Tembaga (Cu) Pada Sampel Air Dengan Metode Spektrofotometri. Laboratorium PDAM Tirtanadi . Medan.

Priyanti, Etyn, Y. 2013. Uji Kemampuan [illegible] Serap Tumbuhan Genjer (*flava)* Terhadap Logam Berat [illegible] dan Mangan (Mn). [illegible] Hidayatullah. Jakarta

Rachma, N, A., Rachmadiarti, F., [illegible] Kemampuan Adaptasi Tumbuhan [illegible] Dara Air (*Jussiaea repens*) [illegible] Logam Berat Kadmium (Cd). [illegible] Biologi, Fakultas Matematika dan [illegible] Pengetahuan Alam. Universitas [illegible] Surabaya. Surabaya. [illegible] http://ejournal.unesa.ac.id/[illegible] erabio. 12 Juli 2014 (22:00)

Santriyana D., Hayati R M., Apriani [illegible] *Eksplorasi Tumbuhan Fitoremediasi Aluminium (Al) Yang Ditanam Pada Limbah Ipa Pabrik Tahu Khatulistiwa Kota Pontianak.* Program Studi Ilmu Tanah, [illegible] Tanjungpura

Schnoor, J.L and McCutcheon, S.C. 2003. *PHYTOREMEDIATION* Transformation and Control of Contaminants . Wiley Interscience Inc, USA.

Supriyanto, C., Samin, Zainul, K. 2007. Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu, Dan [illegible] Pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA). Seminar Nasional [illegible] Teknologi Nuklir Yogyakarta, [illegible] november issn 1978-0176. Yogyakarta

Widaningrum., Miskiyah dan Suismono. [illegible] Bahaya Kontaminasi Logam Berat Dalam Sayuran Dan Alternatif Pencegahan Cemarannya. Balai Teknologi Pascapanen Pertanian [illegible] 2007

Yitnosumarto, S. 1993. Percobaan Perancangan Analisis, Dan Interpretasinya. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

ISSN 1907-1965