

Jurnal Rumput Laut Indonesia



Pusat Unggulan Ipteks
Pengembangan dan Pemanfaatan Rumput Laut (PUI-P2RL)
Universitas Hasanuddin



SINOPSIS

Jurnal Rumput Laut Indonesia merupakan jurnal yang diterbitkan oleh Pusat Unggulan Ipteks Pengembangan dan Pemanfaatan Rumput Laut (PUI-P2RL) yang terdapat di Universitas Hasanuddin. Jurnal Rumput Laut Indonesia memuat tulisan hasil penelitian dan pengembangan yang terkait dengan aspek ilmu pengetahuan, teknologi, dan sosial yang berhubungan dengan rumput laut.

PENANGGUNG JAWAB

Ketua PUI-P2RL Universitas Hasanuddin

DEWAN REDAKSI

Dr. Inayah Yasir, M.Sc. (Ketua)

Andi Arjuna, S.Si., M.Na. Sc.T. Apt. (Sekretaris)

Prof. Dr. Ir. Joeharnani Tresnati, DEA. (Anggota)

Moh. Tauhid Umar, S.Pi., M.P (Anggota)

Raiz Karman, S.Pd. (Anggota)

DEWAN PENYUNTING

Prof. Dr. Ir. Agus Heri Purnomo, M.Sc. (Ekonomi Sumberdaya)

Prof. Dr. Ir. Ambo Tuwo, DEA. (Ekologi)

Prof. Dr. Ir. Ekowati Chasanah, M.Sc. (Bioteknologi dan Pasca Panen)

Prof. Dr. Jana Tjahna Anggadiredja, M.S. (Teknologi Pangan dan Farmasi)

Prof. Dr. Ir. La Ode Muh. Aslan, M.Sc. (Budidaya Rumput Laut)

Prof. Dr. Ir. Metusalach, M.Sc (Pasca Panen)

Agung Sudariono, Ph.D. (Pakan Akuakultur)

Dr. Ir. Andi Parenrengi, M.Si. (Bioteknologi)

Asmi Citra Malina, S.Pi., M.Agr., Ph.D (Biotek)

Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc (Penyakit Rumput Laut)

Dr. Ir. St. Hidayah Triana, M.Si. (Rekayasa Genetika)

Dr. Lideman, S.Pi., M.Sc (Reproduksi Biologi)

ALAMAT REDAKSI:

Jurnal Rumput Laut Indonesia, Pusat Unggulan Ipteks Pengembangan dan Pemanfaatan Rumput Laut (PUI-P2RL) Universitas Hasanuddin.

Gedung Pusat Kegiatan Penelitian (PKP) Lantai V Kampus Unhas Tamalanrea Km. 10. Makassar 90245

Telepon : 085363987600

Email : jrli-p2rl@unhas.ac.id

Website : <http://journal.indoseaweedconsortium.or.id/>

SAMPUL DEPAN:

Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* umur 30 hari di Lokasi Budidaya Rumput Laut BBAP Takalar (Foto: Lideman)

Jurnal Rumput Laut Indonesia

JRLI Vol. 2 No. 1 Hal. 1 - 38 Makassar, April 2017 ISSN 2548-4494

- Nur Insana Salam, Siti Aslamyah, Edison Saade 1 - 11
Efek Berbagai Konsentrasi Tepung Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dalam Pakan Buatan terhadap Kadar Kolesterol dan Komposisi Kimia Tubuh Udang Windu *Penaeus monodon*
- Misrawati Mukhtar, Elmi Nurhaidah Zainuddin, Khusnul Yaqin 12 - 18
Adsorpsi Bahan Pencemar Logam Pb Menggunakan Vermikompos *Sargassum*
- Sitti Rosidah Abdullah, Mardianah Ethrawaty Fachri, Muhammad Yusran Nur Indar, Ambo Tuwo 19 - 25
Mekanisme Penyaluran dan Pemanfaatan Dana Penguatan Modal (DPM) untuk Meningkatkan Pendapatan Pembudidaya Rumput Laut di Kabupaten Takalar
- Mufdil Husain, Zainuddin, Edison Saade 26 - 33
Pengaruh Berbagai Tipe Pakan Gel yang Menggunakan Tepung Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Sebagai Bahan Pengental Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan Pada Ikan Koi *Cyprinus carpio haematopterus*
- Muhammad Nur, Siti Bulkis, Rahim Darma, Ambo Tuwo 34 - 38
Strategi Pemberdayaan Petani Rumput Laut di Desa Murante Kecamatan Suli, Kabupaten Luwu



Adsorpsi Bahan Pencemar Logam Pb Menggunakan Vermikompos *Sargassum*

Adsorption of Pb Contaminants using *Sargassum* Vermicompost

Misrawati Mukhtar¹, Elmi N. Zainuddin^{*2,3}, Khusnul Yaqin⁴

Diterima: 26 Januari 2017

Disetujui: 15 Maret 2017

ABSTRACT

The increase in population causes an increase in metal pollution in waters in general due to household waste, mining, burning of fuel oil and so on. Metal pollution caused by these activities must be controlled, because it will cause serious problems. One of the metals that threaten the survival of humans and the natural surroundings was the Pb metal. Adsorption is an alternative method that can overcome the environmental pollution coming from waste disposal contains metal. This study aims to know the ability of *Sargassum* vermicompost to adsorb Pb. Adsorption by *Sargassum* vermicompost has been done on pH variation and metal concentration. The varians analysis by using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). In this study, it was also conducted a factorial design between pH and metal concentration groups. The data collected was tested with Anova-test. The results of study indicate of Vermicompost *Sargassum* adsorbent has been in equilibrium has been achieved at pH-6. Its optimum absorption concentration at 30 ppm concentration of 99.80%. Factorial test shows the interaction/relationship between pH with concentration ($P > 0.05$) and adsorption processes was more appropriate with the Langmuir isothermal models. It can be concluded that *Sargassum* vermicompost can be used as adsorption material for Pb-metal.

Keywords: Adsorption, Pb-metal, vermicompost, *Sargassum*, metal pollutants.

PENDAHULUAN

Meningkatnya pencemaran logam di perairan pada umumnya terjadi akibat limbah rumah tangga, pertambangan, pembakaran bahan bakar minyak dan sebagainya. Pencemaran logam yang diakibatkan oleh aktivitas-aktivitas tersebut harus dapat dikendalikan, karena akan menimbulkan permasalahan yang serius. Salah satu logam yang mengancam bagi kelangsungan hidup manusia maupun alam sekitarnya adalah logam Pb (Timbal) (Ensafi et al., 2008; Yaqin et al., 2014; Abidin et al., 2016).

Luasnya penggunaan Pb oleh aktivitas manusia seperti dalam bahan bakar bensin, baterai, cat dan sebagainya menjadi salah satu memicu terjadinya peningkatan pencemaran perairan oleh logam Pb. Plumbum/ timbal merupakan logam toksisitas yang biasanya terakumulasi di dalam tubuh (Sudarmadji et al., 2006; Khatimah et al., 2016). Keracunan Pb dalam waktu lama bersifat toksik yang sangat berbahaya terhadap beberapa macam organ yaitu paru-paru, tulang, hati dan ginjal. Proses ini akan lebih cepat bila memasuki tubuh manusia melalui rantai makanan (Darmono, 2004).

Usaha pengendalian limbah ion logam semakin berkembang, dan mengarah keada upaya pencarian metode baru yang murah, efektif, dan efisien. Salah satu upaya itu adalah dengan adsorpsi.

Proses ini telah banyak dipakai dalam industri karena bersifat lebih ekonomis dan tidak menimbulkan efek samping yang beracun serta mampu menghilangkan bahan-bahan organik (Hariani et al, 2009). Beberapa spesies alga efektif untuk mengikat ion logam dari lingkungan perairan, karena biomassa alga mengandung beberapa gugus fungsi dan dapat berperan sebagai ligan terhadap ion logam (Buhani, 2006). Interaksi antara ion Cu(II), Cd(II), dan Pb(II) dengan biomassa *Chlorella* sp. terjadi melalui mekanisme pembentukan ion kompleks.

ekanisme pembentukannya dengan gugus fungsi $^-$ COOH sebagai penyusun utama polisakarida dan gugus peptida ($^-$ CO, NH₂, dan CONH₂) sebagai penyusun pektin dan protein yang bertindak sebagai pasangan elektron yang baik terhadap ion logam (Astuti, 2003). Dengan demikian biomassa alga memiliki kemampuan yang tinggi untuk mengikat logam dalam air. Rumput Laut merupakan bioremediator yang baik (Palayukan et al., 2016)

Vermikompos adalah kompos yang diperoleh dari hasil perombakan bahan-bahan organik yang dilakukan oleh cacing tanah, atau merupakan campuran kotoran cacing tanah (kascing) dengan sisa media/pakan dalam budidaya cacing tersebut. Dalam vermicompos banyak mengandung humus yang memunyai peranan dalam pertukaran anion dan kation, kompleks atau khelat beberapa ion logam (Ariyanto et al., 2012).

Vermikompos *Sargassum* adalah kompos yang terbentuk dari hasil penguraian *Sargassum* oleh cacing tanah. Dengan mengetahui kemampuan antara *Sargassum* sp. dan vermicompos yang dapat mengikat dan bertindak sebagai donor pasangan elektron yang baik terhadap ion logam, maka perlu dilakukan penelitian tentang kemampuan vermicompos *Sar-*

¹Prodi Pascasarjana Perikanan, Univ. Hasanuddin

²Prodi Budidaya Perairan, Universitas Hasanuddin

³PUI-P2RL-Universitas Hasanuddin

⁴Prodi Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Hasanuddin

Elmi Nurhaidah Zainuddin (✉)

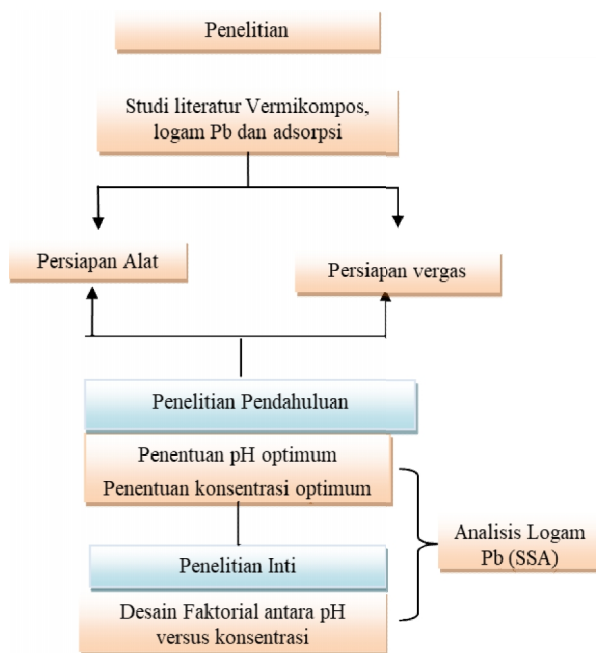
Email: elmi18id@yahoo.com

gassum (vergas) sebagai adsorben logam Pb yang nantinya dapat diterapkan dalam pengolahan limbah atau pemulihan lingkungan perairan akibat pencemaran timbal (Pb).

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan pH optimum vergas yang memengaruhi daya serap terhadap logam Pb, menentukan konsentrasi optimum logam Pb yang dapat diserap oleh vergas, serta menunjukkan adanya korelasi positif antara pH dan konsentrasi Pb dalam proses penyerapan logam sehingga penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengolahan limbah industri yang berbahaya bagi biota air agar dapat meminimalisir terjadinya pencemaran lingkungan khususnya pencemaran logam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2012 sampai dengan April 2013 dengan pengambilan sampel dilakukan di Pulau Saugi Kabupaten Pangkep. Proses pengomposan *Sargassum* dilakukan di Perusahaan Lumsifa Makassar pada bulan Oktober-Desember serta analisis logam Pb dilakukan di laboratorium Kualitas Air Fakultas Ilmu Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar dan Balai Pengkajian Teknologi Pangan pada bulan Maret dan April 2013.



Gambar 1. Rancangan kegiatan pada penelitian ini.

Penyiapan Adsorben Vermikompos *Sargassum*

Penyiapan vermicompos *Sargassum* sebagai bahan adsorben dilakukan melalui beberapa tahapan. Sampel *Sargassum* yang telah kering, dicacah (potong-potong menjadi bagian yang lebih kecil) agar bahan menjadi lebih homogen dan pengomposan akan

relatif lebih cepat. Pencucian selama 3 hari untuk menetralkan salinitas pada sampel *Sargassum*. Hal ini dilakukan agar cacing mampu beradaptasi pada sampel, dikarenakan organisme yang digunakan dalam pengomposan tidak mampu hidup pada kadar garam tinggi sedangkan sampel tersebut berasal dari laut yang memiliki salinitas tinggi. Bahan kemudian ditutup dengan terpal/karung beras/bahan yang mampu menahan air agar sampel tidak kehilangan kelembabannya. Kompos dasar telah jadi setelah itu siap digunakan sebagai media cacing.

Tahap produksi vergas dilakukan dengan memasukkan sampel *Sargassum* ke dalam ember/wadah yang memadai lalu dimasukkan cacing ke dalam kompos tersebut. Biarkan selama 2 bulan sambil melakukan pengontrolan. Vermikompos *Sargassum* telah matang dan siap digunakan.

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan pH dan konsentrasi optimum. Variasi pH yang digunakan yaitu pH 1-8 dan variasi konsentrasi optimum yang digunakan yaitu konsentrasi 10-70 ppm dengan perlakuan waktu ditentukan. Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan waktu 60 menit pada suhu kamar (27°C).

Penentuan pH Optimum

Ke dalam 100 ml larutan Pb 10 ppm diatur pH-nya (1, 2, 3, 4, 6, 7 dan 8) dengan menggunakan larutan HNO₃/NH₄OH. Kemudian ditambahkan satu gram adsorben vergas, selanjutnya dikocok selama 60 menit dan suhu kamar 27°C. Setelah itu disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman 41. Selanjutnya konsentrasi akhir logam Pb diukur dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) tipe 6200.

Penentuan Konsentrasi Larutan Pb

Ke dalam 100 ml larutan Pb dengan konsentrasi berbeda 20, 30, 40, 50, 60, 70 ppm diatur pada pH optimumnya. Kemudian ditambahkan satu gram adsorben vergas dan shaker selama 60 menit pada suhu kamar 27°C. Selanjutnya disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman 41. Lalu mengukur konsentrasi akhir logam Pb dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) tipe 6200.

Analisis ASS

Pengukuran logam dilakukan dengan menggunakan alat ASS dengan beberapa tahapan. Tabung gas dibuka terlebih dahulu, kemudian kompresor, lalu cerobong asap, dan komputer secara berurutan. Selanjutnya menu pada program "Spectrum Analyse Specialist" dibuka untuk mengganti lampu katoda sesuai dengan jenis logam yang akan diukur. Pada menu "Individual command", dimasukkan nomor

lampu katoda yang dipasang ke dalam kotak dialog, kemudian “setup”. Unsur yang akan dianalisis dengan memilih pada simbol unsur logam Pb. Setelah selesai, tampilan “condition settings” dipilih dan “setup” hingga selesai pemanasan. Berikutnya pilih icon yang bergambar burner atau pembakar, setelah pembakar dan lampu menyala alat siap digunakan untuk mengukur logam Pb. Selanjutnya pilih “measure sample” pada menu “measurements”. Masukkan blanko dan diamkan hingga garis lurus terbentuk, lalu pindahkan ke standar satu ppm hingga data keluar. Dengan tahapan yang sama untuk standar tiga ppm dan Sembilan ppm, sehingga kurva standar terbentuk.

Masukkan sampel penelitian dan mulai melakukan pembacaan konsentrasi logam. Selanjutnya blanko dimasukkan kembali lalu dilakukan pengukuran sampel ke dua dan seterusnya. Setelah pengukuran selesai, simpan data, kemudian data hasil pembacaan logam akhir diprint.

Penelitian Inti

Setelah penelitian pendahuluan selesai, selanjutnya konsentrasi logam dianalisis dengan desain faktorial antara pH dan konsentrasi, dimana variabel pertama adalah pH terdiri atas 3 perlakuan yaitu: $a_1 = \text{pH } 5$, $a_2 = \text{pH } 6$ dan $a_3 = \text{pH } 7$, variabel kedua adalah konsentrasi terdiri dari tiga perlakuan yaitu $b_1 = 20$ ppm, $b_2 = 30$ ppm dan $b_3 = 40$ ppm (Gambar 2).

a_2b_2	a_2b_3	a_2b_1
a_1b_3	a_3b_3	a_1b_2
a_3b_2	a_1b_1	a_3b_1
a_2b_1	a_3b_2	a_1b_1
a_1b_3	a_1b_2	a_3b_1
a_3b_3	a_2b_3	a_2b_2
a_1b_3	a_2b_2	a_3b_1
a_1b_2	a_2b_1	a_2b_3
a_3b_3	a_3b_2	a_1b_1

Gambar 2. Desain faktorial dengan acak yang digunakan pada penelitian ini.

Sehingga kombinasi dan kedua faktor adalah $3 \times 3 = 9$. Setiap kombinasi diulang 3 kali, maka total unit percobaan adalah $3 \times 3 \times 3 = 27$ unit percobaan. Pembuatan denah percobaan dimulai dengan membagi lokasi percobaan ke dalam blok sesuai jumlah kelompok.

Setiap blok dibuat sesuai jumlah kombinasi perlakuan, yaitu 27 kombinasi perlakuan. Pengacakan dilakukan pada setiap blok, oleh sebab itu jumlah pengacakan yang dilakukan sebanyak jumlah kelompok, yaitu 3 kali. Setiap blok tidak muncul perlakuan yang sama.

Analisis Logam

Menurut Pujiastuti et al. (2008) konsentrasi logam Pb yang diadsorpsi untuk tiap perlakuan dihitung dari:

Konsentrasi teradsorpsi (C_{ad}) adalah konsentrasi awal (C_{aw}) dikurangi konsentrasi akhir (C_{ak}) dengan persamaan: $C_a = (C_{aw} - C_{ak})$.

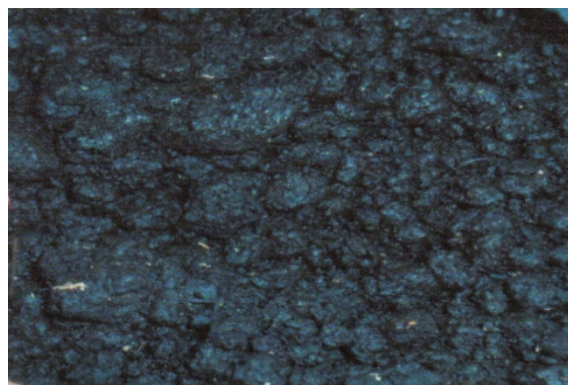
Banyak logam yang teradsorpsi (mg) per gram adsorben (vermikompos) ditentukan dengan menggunakan persamaan: $q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{W}$, dimana q adalah jumlah logam yang teradsorpsi (mg/g); C_0 adalah konsentrasi logam sebelum teradsorpsi; C_e adalah konsentrasi logam setelah teradsorpsi; V adalah volume larutan logam (L); W adalah persentase adsorben, vermikompos (g), yaitu: $W = \frac{C}{C} \times 100\%$, $C = C_0 - C_e$, dimana C_0 adalah konsentrasi mula-mula (mg/L); C_e adalah konsentrasi akhir (Konsentrasi tidak terserap) (mg/g). Menurut Sukarta (2008) Uji isoterm adsorpsi Langmuir digunakan persamaan: $\frac{C}{x/m} = \frac{1}{(x/m) m} + \frac{1}{(x/m) m} C$, sedangkan isoterm adsorpsi Freundlich digunakan persamaan: $l_c \left(\frac{x}{m}\right) = l_c k + \frac{1}{n} l_c C$.

Pada penelitian pendahuluan yaitu analisis variasi pH terhadap adsorpsi Pb pada vergas dilakukan analisis dengan menggunakan uji anova sedangkan untuk penelitian inti dilakukan dengan uji faktorial untuk mengetahui adanya interaksi/hubungan antara pH dan konsentrasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Vermikompos *Sargassum*

Adsorben vergas yang akan digunakan pada proses adsorpsi yang memiliki warna coklat kehitaman (Gambar 3). Simamora & Salundik (2006) menyatakan bahwa berdasarkan analisis laboratorium, ciri kompos yang sudah matang yaitu memiliki pH kompos stabil dengan kisaran 6,5-7,5 dan daya absorpsi air tinggi. Kompos sudah dianggap matang ketika bahan baku mentah tidak lagi aktif membusuk serta warna berubah menjadi coklat kegelapan.



Gambar 1. Vermikompos *Sargassum*

Penentuan pH Optimum Adsorpsi Logam

Tingkat keasaman atau pH memiliki pengaruh yang besar terhadap adsorpsi. Pengaruh logam Pb yang diadsorpsi tergantung pada pH lingkungan (Tabel 1). Jumlah logam Pb yang diadsorpsi tergantung pada tingkat keasaman media.

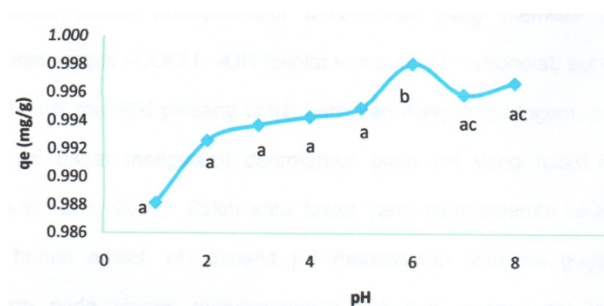
Tabel 1. Jumlah logam Pb yang diadsorpsi oleh *vergas* dengan variasi pH (\pm standar deviasi).

pH	Ce (mg/L)	qe (mg/g)	persentase
1	0,118 \pm 0,016	0,988 \pm 0,016	98,82
2	0,074 \pm 0,034	0,991 \pm 0,005	99,08
3	0,063 \pm 0,016	0,994 \pm 0,002	99,37
4	0,057 \pm 0,008	0,994 \pm 0,001	99,43
5	0,051 \pm 0,006	0,995 \pm 0,006	99,49
6	0,019 \pm 0,001	0,998 \pm 0,001	99,8
7	0,041 \pm 0,003	0,996 \pm 0,003	99,57
8	0,033 \pm 0,005	0,997 \pm 0,005	99,67

Tingkat keasaman optimum adsorpsi yang diperoleh adalah pada pH 6 dengan persentase penyerapan berkisar 99,80%. Hal ini berarti setiap satu gram adsorben mengadsorpsi 0,998 mg logam dengan persentase penurunan penyerapan logam sebesar 99,80% dari konsentrasi larutan awal.

Perbedaan nyata (signifikan) antara pH 6 dengan pH 1, 2, 3, 4, 5, 7 dan 8 terhadap jumlah logam yang teradsorpsi, sehingga pH 6 adalah titik optimal kinerja adsorben dalam mengadsorpsi logam Pb (Gambar 2).

Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Pava-sant et al. (2005) bahwa pada pH semakin rendah (suasana asam) biosorpsi juga rendah, ini terjadi karena adanya proton dengan konsentrasi asam yang semakin tinggi dalam larutan bersaing dengan ion logam dalam pembentukan ikatan pada sisi aktif (gugus fungsional) di permukaan adsorben, sehingga permukaan menjadi jenuh dan tidak dapat berinteraksi dengan kation lain.



Gambar 2. Pengaruh pH terhadap jumlah Pb yang diadsorpsi. Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata

Sebaliknya, dengan semakin meningkatnya konsentrasi pH (semakin basa) berarti jumlah proton menjadi rendah pula karena meningkatnya gugus -OH dalam larutan sehingga terjadi kompetisi antara

logam dan permukaan adsorben untuk mengikat gugus -OH.

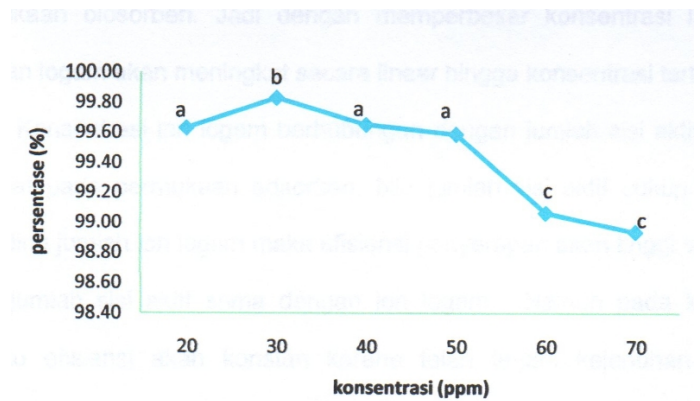
Penentuan Kapasitas adsorpsi

Variasi konsentrasi logam Pb yang diadsorpsi meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi logam Pb (Tabel 2, Gambar 3)

Tabel 2. Jumlah logam Pb yang diadsorpsi oleh *vergas* dengan variasi konsentrasi (\pm standar deviasi).

konsentrasi (ppm)	Ce(mg/L)	qe(mg/g)	%
20	0,061 \pm 0,010	1,993 \pm 0,001	99,63
30	0,071 \pm 0,011	2,994 \pm 0,001	99,83
40	0,124 \pm 0,013	3,987 \pm 0,001	99,65
50	0,197 \pm 0,041	4,984 \pm 0,004	99,59
60	0,582 \pm 0,013	5,982 \pm 0,001	99,07
70	1,162 \pm 0,023	6,884 \pm 0,002	98,94

Jumlah ion logam yang terserap oleh adsorben meningkat secara linear sampai konsentrasi tertentu dengan berat bahan adsorben yang tetap (satu gram).



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi terhadap jumlah Pb yang diadsorpsi. Huruf yang tidak sama menunjukkan adanya perbedaan nyata

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai persentase semakin meningkat hingga konsentrasi 30 ppm dengan nilai konsentrasi sisa sebesar 0.071 mg/L, selanjutnya menurun pada 40 ppm sebesar 0.124 mg/L kemudian berturut-turut menurun hingga konsentrasi 70 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 30 adalah titik optimum untuk satu gram adsorben dalam menyerap logam.

Amrullah (2006) menyebutkan bahwa semakin besar konsentrasi, semakin tinggi jumlah molekul dalam larutan, sehingga akan meningkatkan pula interaksi molekul adsorbat dan adsorben. Interaksi yang semakin besar akan meningkatkan laju reaksi antara molekul adsorbat dan adsorben. Menurut Triani (2006), jika konsentrasi awal logam dinaikkan maka kapasitas adsorpsi akan meningkat pula, hal ini konsentrasi logam sangat berpengaruh terhadap daya serap adsorben karena adanya penambahan ion logam yang terikat pada sisi aktif permukaan biosorben. Jadi dengan memperbesar konsentrasi larutan serapan logam akan meningkat secara linear hingga konsentrasi tertentu.

Konsentrasi ion logam berhubungan dengan jumlah sisi aktif yang terdapat pada permukaan adsorben, bila jumlah sisi aktif cukup besar dibanding jumlah ion logam maka efisiensi penyerapan akan tinggi sampai pada jumlah sisi aktif sama dengan ion logam. Namun pada kondisi tertentu efisiensi akan konstan karena telah terjadi kejenuhan pada material penyerap. Jadi ketika konsentrasi rendah, ion logam dalam larutan tidak hanya menyerap pada permukaan dan biomassa, tapi juga masuk ke bagian intraselular dan ion logam (Earnestly, 2007).

Penentuan pH dan Konsentrasi Optimum dengan Menggunakan Rancangan Faktorial

Nilai konsentrasi optimum yang telah ditemukan pada penelitian ini selanjutnya dijadikan patokan nilai dalam pengujian faktorial, dimana nilai yang diambil adalah pada konsentrasi 20, 30, dan 40 ppm sedangkan pH yang digunakan adalah 5, 6, dan 7. Dalam uji faktorial dilakukan pengujian pH dan

konsentrasi secara berpasangan (Tabel 3). Selanjutnya dilakukan penentuan komponen variasi yang dimaksudkan untuk menentukan efek yang diakibatkan oleh masing-masing komponen (model gabungan, konsentrasi, pH, interaksi konsentrasi dengan pH).

Persentase komponen varian antar model diperoleh sebesar 99,9% ini merupakan efek gabungan (versama-sama) antara variabel konsentrasi dan pH terhadap proses adsorpsi. persentase komponen varian antar kelompok variabel bebas (konsentrasi) diperoleh sebesar 7,81%, ini merupakan efek variabel bebas (variasi konsentrasi) terhadap adsorpsi. persentase komponen varian antar kelompok variabel bebas (pH) diperoleh sebesar 92,27% ini merupakan efek variabel bebas (variasi pH) terhadap adsorpsi. Persentase komponen varian yang tidak dapat dijelaskan oleh model (*unexplained varian*) diperoleh sebesar 0,003 %.

Tabel 3. Rata-rata jumlah logam Pb yang diadsorpsi oleh vergas dengan variasi konsentrasi dan pH (\pm standar deviasi).

Konsentrasi/pH	Ce (mg/L)	qe (mg/g)	Persentase (%)
K20,pH5	0,039 \pm 0,024	1,996 \pm 0,024	99,73
K20,pH6	0,022 \pm 0,003	1,998 \pm 0,003	99,85
K20,pH7	0,067 \pm 0,008	1,993 \pm 0,009	99,65
K30,pH5	0,068 \pm 0,020	2,993 \pm 0,020	99,65
K30,pH6	0,043 \pm 0,050	2,996 \pm 0,050	99,88
K30,pH7	0,073 \pm 0,020	2,993 \pm 0,021	99,63
K40,pH5	0,128 \pm 0,026	3,987 \pm 0,025	99,88
K40,pH6	0,095 \pm 0,011	3,990 \pm 0,111	99,76
K40,pH7	0,560 \pm 0,110	3,944 \pm 0,111	98,60

Hasil analisis varian desain faktorial tersebut berarti bahwa 99,9% varian pada variabel terikat (hasil adsorpsi) disebabkan oleh variasi pada nilai variabel bebas berupa konsentrasi dan pH secara gabungan yang berarti adanya interaksi antara pH dengan konsentrasi. Selebihnya 0,075% tidak diketahui sebabnya. Dan data hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi dan pH yang dilakukan secara acak berbeda signifikan, dimana pada perlakuan konsentrasi 30 ppm, pH 6 memiliki perbedaan signifikan dengan semua perlakuan (konsentrasi dan pH). Untuk mengetahui kapasitas adsorpsi ion Pb oleh adsorben vergas maka digunakan dua model isothermal adsorpsi yaitu isothermal Langmuir dan Freundlich. Penentuan isothermal adsorpsi menandakan adanya hubungan dengan kapasitas adsorpsi, oleh karena itu dibuat kurva C_e versus C_e/C_q menurut model adsorpsi Langmuir pada gambar 4 (a) dan kurva $\log C_e$ versus $\log C_q$ menurut model Freundlich (b).

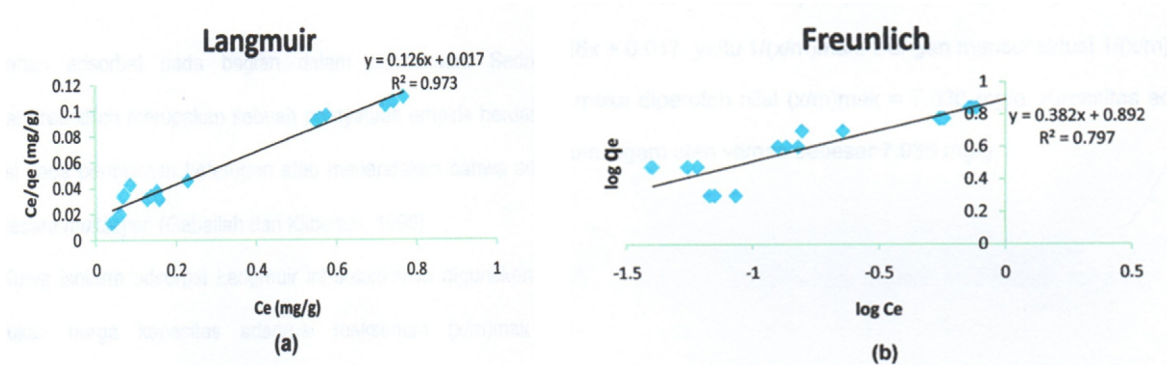
Adsorpsi Pb yang sesuai dilakukan dengan membandingkan nilai R^2 , maka hasil penelitian lebih mengikuti model isotherm adsorpsi Langmuir, dibuktikan dengan nilai koefisien korelasi (R^2)

sebesar (0,973) dan lebih tinggi dibandingkan model Freundlich.

Kurva isotherm adsorpsi Langmuir ini selanjutnya digunakan untuk menentukan harga kapasitas adsorpsi maksimum (x/m)_{mak} yaitu berdasarkan nilai dan slope (kemiringan garis) pada persamaan $Y = 0,126x + 0,017$, yaitu $1/(x/m)$ _{mak}. Dengan substitusi $1/(x/m)$ _{mak} = $1/0,126$ maka diperoleh nilai (x/m) _{mak} = 7,936 mg/g. Kapasitas adsorpsi maksimum logam oleh vergas sebesar 7,936 mg/g.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada proses adsorpsi menggunakan vergas, pH optimum berada pada pH 6, dengan persentase rata-rata logam Pb yang terserap sebesar 99,80%. Konsentrasi optimum adalah 30 ppm dengan daya serap rata-rata sebesar 99,79% dengan nilai q_e 2.994 mg/g. Adanya korelasi positif antara pH dan konsentrasi yang dilihat dari persentase varian antar model 99% yang merupakan efek gabungan antara konsentrasi dan pH pada proses adsorpsi. Kapasitas adsorpsi maksimum logam oleh vergas sebesar 7.936 mg/g.



Gambar 4. Kurva isotermal adsorpsi Langmuir (a) Kurva isoterm adsorpsi Freundlich (b).

Diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan kajian lebih lanjut mengenai kemampuan vermin-kompos *Sargassum* dalam menyerap logam berbahaya lain yang dapat mencemari lingkungan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Ambo Tuwo dan Dr. Inayah Yasir atas saran dan tanggapannya terhadap naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, F., S. Werorilangi & R. Tambaru. 2016. Biokonsentrasi Fleshy Macroalgae Terhadap Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) di Pulau Bonebatang, Barranglompo, dan Lae-Lae Caddi, Kota Makassar. *Jurnal Rumput Laut Indonesia*, 1 (1): 8-16.
- Amrullah. 2006. Biosorpsi Biru Metilena Oleti Ganggang Cokelat (*Sargassum binden*). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ariyanto, D. P., Dewi & Suwardi. 2012. Tanah Untuk Kehidupan Yang Berkualitas. Pmsiding Seminar Ilmu Tanah Indonesia (HITI) Surakarta. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNS. Semarang.
- Astuti, L. P. 2003. Pengaruh Pemanfaatan Pupuk Organik pada Tanah tercemar Pb akibat Emisi Kendaraan Bermotor terhadap serara pan Pb Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*) Tesis. Universitas Gadjamada. Jogyakarta
- Buhani, B. & S. Zipora. 2006. Biosorpsi Ion Logam Pb(II), Cu(II) dan Cd(II) Pada Biomassa *Sargassum duplicatum* den gan Matnk Silika Gel. Laporan Penelitian Dosen Muda Dikti. Jakarta
- Darmono. 2004. Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Earnestly, F. 2007. The Use Of Mangosteen (*Garcinia mangostana L.*) As Biosorbent Of Pb(II), Ni (II), Cd (II), and Cr (VI) Ion. Department of Chemistry, Andalas University, Indonesia.
- Ensafi, A. A. & A. Z. Shiraz. 2008. On-line separation and preconcentration of lead (II) by solid phase extraction using activated carbon loaded with xylanol orange and its determination by flame atomic absorption spectrofotometry. *J. Hazard Mater* 150: 554-559.
- Hariani, P. L., H. Nurlisa & O. Melly. 2009. Penurunan Konsentrasi Cr(IV) Dalam Air Dengan Koagulan FeSO4. *Jurnal Penelitian Sains*. 12 (2): 12208.
- Khatimah, K., M. F. Samawi & M. Ukkas. 2016. Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) pada *Caulerpa racemosa* yang Dibudidayakan di Perairan Dusun Puntondo, Kabupaten Takalar. *Jurnal Rumput Laut Indonesia*, 1 (1): 46-51. Pavasant, P., Apiratikul, R., Sungkhum, V., Suthiparinynont, P., Wattanachira, S.,
- Palayukan, R. A., Badraeni, H. Y. Azis & A. Tuwo. 2016. Efektifitas Rumput Laut *Gracilaria* sp. sebagai Bioremediator dalam Perubahan N dan P dalam Bak Pemeliharaan Udang Vaname *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Rumput Laut Indonesia*, 1 (2): 88-93.
- Pavasant, P., R. Apiratikul R, V. Sungkhum, P. Suthiparinyanont, S. Wattanachira & T. F. Marhaba. 2005. Biosorption of Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} and Zn^{2+} using dried marine green macroalga *Caulerpa Lentillifera*, *Bioresour, Techno*. 97: 250-253.
- Pujiastuti, C., A. S. Erwan, N. Setyorini & D. T. Prabowo. 2008. Adsorpsi Logam Timbal Dalam Limbah Elektroplating Den gan Sekam Padi. Makalah Seminar Nasional Sebardjo Broto Hardjon Surabaya. Surabaya.

- Simamora, S. & Salundik. 2006. Meningkatkan Kualitas Kompos. Agromedia. Jakarta. 64hal.
- Sudarmadji, J., Mukono & I. P. Cone. 2006. Toksikologi logam berat B3 dan dampaknya terhadap kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 2, No. 2, Januari 2006: 129-142.
- Sukarta, I. N. 2008. Adsorpsi Ion Cr^{3+} Oleh Sethuk Gergaji Kayu Albizia (*Albizia falcata*). Studi Pengembangan Bahan Alternatif Penjerap Limbah Logam Berat. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Triani, S. L. 2006. Desorpsi Tembaga (II) dan Ckorella sp yang Terimobilisasi pada Silika Gel. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
- Yaqin, K., J. Tresnati, R. A. Rappe & M. Aslam. 2014. *The use of Byssogenesis of green mussel, Perna viridis, as a biomarker in laboratory study*. *Current Nutrition & Food Science*. 10 (2): 100-106.

Format Penulisan Jurnal Rumpuk Laut Indonesia

Naskah merupakan hasil penelitian yang ditulis dalam bahasa Indonesia yang baik dan benar dengan huruf *Time New Roman font 11*. Panjang naskah tidak lebih dari 10 halaman yang diketik satu spasi pada kertas ukuran A4, dengan jarak 2,5cm dari semua sisi, tanpa *headline* dan *footnote*.

Bagian awal tulisan terdiri atas judul dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris; nama penulis dengan *footnote* berisi nama institusi penulis dan alamat email penulis korespondensi; serta abstrak dan *keywords* yang ditulis dalam bahasa Inggris. Abstrak tidak lebih dari 250 kata yang berisi tentang inti permasalahan atau latar belakang penelitian, cara penelitian atau pemecahan masalah, dan hasil yang diperoleh. *Keywords* merupakan kata yang menjadi inti dari uraian abstrak. *Keywords* maksimal lima kata, istilah yang lebih dari satu kata dihitung sebagai satu kata. Bagian utama tulisan terdiri atas, pendahuluan, metode penelitian, hasil dan pembahasan, dan kesimpulan dan saran. Bagian akhir tulisan terdiri atas ucapan terima kasih (jika ada), dan daftar pustaka.

Dalam penulisan naskah, semua kata asing ditulis dengan huruf miring. Semua bilangan ditulis dengan angka, kecuali pada awal kalimat dan bilangan bulat yang kurang dari sepuluh harus dieja. Rumus matematika ditulis secara jelas dengan *Microsoft Equation* atau aplikasi lain yang sejenis dan diberi nomor.

Tabel harus diberi judul yang jelas dan diberi nomor sesuai urutan penyajian. Judul tabel diletakkan sebelum tabel. Batas tabel berupa garis hanya menjadi pembatas bagian kepala tabel dan penutup tabel, tanpa garis pembatas vertikal. Tabel tidak dalam bentuk file gambar (jpg). Keterangan diletakkan di bawah tabel.

Gambar diberi nomor sesuai urutan penyajian. Judul gambar diletakkan di bawah gambar dengan posisi tengah (*center justified*). Gambar diletakkan di tengah, kualitas gambar harus jelas dan tidak pecah bila dibesarkan (minimal 1000 px). Gambar dilengkapi dengan keterangan yang jelas. Bilamana gambar dalam bentuk grafik yang dibuat di excel, maka gambar dikirimkan dalam bentuk excel, kecuali bila menggunakan Word 2010 atau yang lebih mutakhir, sehingga gambar dapat diedit bilamana diperlukan.

Penulisan daftar pustaka menggunakan sistem *Harvard Referencing Standard*. Semua pustaka yang tertera dalam daftar pustaka harus dirujuk di dalam naskah. Kemutakhiran referensi sangat diutamakan. Bila penulis pertama memiliki lebih dari satu referensi dengan tahun yang sama, maka penandaan tahun ditambahkan dengan a, b, c, d, dst berdasarkan urutan kemunculan di dalam tulisan. Penulisan disesuaikan dengan tipe referensi, yaitu buku, artikel jurnal, prosiding seminar atau konferensi, skripsi, tesis atau disertasi, dan sumber rujukan dari website.

A. Buku dan Tulisan Dalam Buku:

Penulis 1, Penulis 2 dst. (Nama belakang, nama depan disingkat). Tahun publikasi. *Judul Buku dicetak miring*. Edisi, Penerbit. Tempat Publikasi. Contoh:

O'Brien, J.A. & J.M. Marakas. 2011. *Management Information Systems*. Edisi 10. McGraw-Hill. New York-USA.

B. Tulisan dalam Buku:

Penulis 1, Penulis 2 dst. (Nama belakang, nama depan disingkat). Judul Tulisan. In (Nama belakang, nama depan disingkat dari editor) (Ed.) *Judul Buku dicetak miring*. Vol. Nomor. Penerbit. Tempat Publikasi, Rentang Halaman. Contoh:

Zhang, J. & B. Xia. 1992. Studies on two new *Gracilaria* from South China and a summary of *Gracilaria* species in China. In Abbott, I. A. (Ed.) *Taxonomy of Economic Seaweeds with Reference to Some Pacific and Western Atlantic Species*, Vol. III. Report no. T-CSGCP-023, California Sea Grant College Program, La Jolla, CA, pp. 195–206.

C. Artikel Jurnal:

Penulis 1, Penulis 2 dst. (Nama belakang, nama depan disingkat). Tahun publikasi. Judul artikel. *Nama Jurnal dicetak miring*, Vol, Nomor, rentang halaman. Contoh:

Cartledge, J. 2012. Crossing boundaries: Using fact and fiction in adult learning. *The Journal of Artistic and Creative Education*, 6 (1): 94-111.

D. Prosiding Seminar atau Konferensi:

Penulis 1, Penulis 2 dst. (Nama belakang, nama depan disingkat). Tahun publikasi. Judul artikel. *Nama Konferensi dicetak miring*. Tanggal, Bulan dan Tahun, Kota, Negara, Halaman. Contoh:

Michael, R. 2011. Integrating innovation into enterprise architecture management. *Proceeding on Tenth International Conference on Wirtschaftsinformatik*. 16-18 February 2011, Zurich, Swis, pp. 776-786.

E. Skripsi, Tesis atau Disertasi:

Penulis (Nama belakang, nama depan disingkat). Tahun publikasi. Judul. *Skripsi, Tesis, atau Disertasi dicetak miring*. Universitas, Kota. Contoh:

Soegandhi. 2009. *Aplikasi model kebangkrutan pada perusahaan daerah di Jawa Timur*. Tesis. Fakultas Ekonomi Universitas Joyonegoro, Surabaya.

F. Sumber Rujukan dari Website:

Penulis. Tahun. Judul. *Alamat Uniform Resources Locator dicetak miring* (URL). Tanggal Diakses. Contoh:

Ahmed, S. dan A. Zlate. Capital flows to emerging market economies: A brave new world?. <http://www.federalreserve.gov/pubs/ifdp/2013/1081/ifdp1081.pdf>. Diakses tanggal 18 Juni 2013.