



**EFEKTIVITAS BAKTERI *Pseudomonas fluorescens* SEBAGAI
PENYERAP LOGAM KADMIUM PADA *LEACHATE* TEMPAT
PEMBUANGAN AKHIR SAMPAH AIR DINGIN**

***EFFECTIVENESS OF Pseudomonas fluorescens BACTERIA AS
ABSORPTION OF CADMIUM METALS IN LEACHATE OF COLD
WATER WASTE FINAL DISPOSAL***

Yanti Rahayu¹, Dina Putri Mayaserly², Corry Handayani³

¹Stikes Syedza Saintika Padang

^{2,3}Stikes Perintis Sumbar

Email : Rahayuyanti872@gmail.com, 081371760543

ABSTRAK

Sampah menjadi masalah yang serius dikota-kota besar maupun daerah tetapi perkembangan pengelolaan sampah tidak sebanding dengan laju timbunan sampah yang akan mengalami proses dekomposisi yang ditandai dengan perubahan fisis, biologis dan kimiawi. Bahan organik pada sampah mengalami dekomposisi menghasilkan *leachate*.. Bahan organik dan logam berat terutama logam Cd yang terdapat dalam limbah dapat dikurangi menggunakan bakteri *Pseudomonas fluorescens* pada skala laboratorium. bakteri yang digunakan merupakan salah satu bakteri sebagai penyerap logam Cd dalam *leachate* yang terdapat di TPA Air Dingin. Parameter yang diuji adalah kemampuan daya penyerapan optimal pada logam Cd oleh *Leachate*. Penelitian ini dilakukan dengan kerapatan $0,5 \times 10^8$ /ml optimal daya serap 41,622 % , 1×10^8 /ml optimal daya serap 55,202 % , 2×10^8 /ml optimal daya serap 59,082 % , 3×10^8 /ml optimal daya serap 66,313 % dan 4×10^8 /ml optimal daya serap 72,045 % dan dari hasil penelitian yang dilakukan pada *Leachate* oleh bakteri *Speudomonas fluorescens* efektif dalam menyerap logam Cd.

Kata Kunci : Sampah, Logam Kadmium, leachate, *Pseudomonas fluorescens*

ABSTRACT

*Waste becomes a serious problem in big cities and regions, but the development of waste management is not proportional to the rate of landfill that will undergo a process of decomposition marked by physical, biological and chemical changes. Organic matter in the waste undergoes decomposition to produce leachate. Organic materials and heavy metals, especially metal Cd contained in waste can be reduced using the bacteria *Pseudomonas fluorescens* on a laboratory scale. the bacteria used is one of the bacteria as an absorbent of Cd metal in leachate found in the TPA Air Dingin. The parameter tested is the optimal absorption ability of the Cd metal by Leachate. This research was conducted with a density of 0.5×10^8 / ml optimal absorption of 41.622%, 1×10^8 / ml optimal absorption of 55.202%, 2×10^8 / ml optimal absorption of 59.082%, 3×10^8 / ml optimal absorption of 66.313% and 4×10^8 / ml optimal absorption of 72.045% and from the results of research*



conducted on Leachate by *Pseudomonas fluorescens* bacteria effective in absorbing Cd metal.

Keywords: Waste, Cadmium Metal, leachate, *Pseudomonas fluorescens*

PENDAHULUAN

Sampah menjadi masalah yang serius dikota-kota besar maupun daerah, seiring dengan perkembangan jumlah penduduk yang semakin meningkat. Sementara perkembangan pengelolaan sampah yang tidak sebanding dengan laju timbunan sampah, ini masalah yang harus segera dipecahkan. Salah satu kelemahan dari sistem pembuangan sampah adalah tidak adanya pengolahan *leachate*, selama ini *leachate* belum ditangani secara baik cenderung dibiarkan begitu saja sehingga berpotensi besar mencemari lingkungan (Adisoemanto S, 1994).

Sampah pada timbunannya akan mengalami proses dekomposisi yang ditandai dengan perubahan fisis, biologis, dan kimiawi. Dekomposisi yang terjadi pada *landfill* dipengaruhi oleh pemadatan, kelembapan, kehadiran materi penghambat, laju pengaliran air, temperatur, tersedianya O₂, populasi mikrobiologis yang dipengaruhi keadaan tanah. komposisi *leachate* dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: komposisi dan umur sampah, lokasi dan pengoperasian serta kondisi *landfill*, iklim dan kondisi hidrogeologi, kelembapan, temperatur, pH, dan tingkat stabilisasi (Tchobanoglous dkk, 1993).

Sampah yang dihasilkan 1.432 m³ perhari yang ditimbulkan kota Padang, berasal dari rumah tangga, tempat sosial, toko, dan dari kegiatan industri, sedangkan dari taman menimbulkan 75,5 m³ sampah serta 26 m³ dari perkantoran. Total penduduk kota Padang menurut Badan Pusat Statistik Kota Padang sampai dengan tahun 2013 adalah 912.450 ribu jiwa.

komposisi tertinggi sampah berupa bahan organik yaitu 61,91% (Cahyono dkk, 1999). Bahan organik pada sampah teronggok akan mengalami dekomposisi menghasilkan *leachate*. *Leachate* adalah cairan yang mengandung zat terlarut dan tersuspensi yang sangat halus sebagai hasil penguraian oleh mikroba (Soemirat, 1999).

Leachate dicirikan oleh bahan organik berkadar tinggi serta mengandung logam berat. *leachate* dapat digolongkan sebagai senyawa yang sulit didegradasi, yang mengandung bahan-bahan polimer (makro molekul) dan bahan organik sintetik. Pada umumnya *leachate* memiliki nilai rasio BOD₅/COD sangat rendah (<0,4). Nilai rasio yang sangat rendah ini mengindikasikan bahwa bahan organik yang terdapat dalam *leachate* bersifat sulit untuk didegradasi secara biologis. Angka perbandingan yang semakin rendah mengindikasikan bahan organik yang sulit terurai tinggi (Alaerts dkk, 1984).

Bahan organik dan logam berat yang terdapat di dalam limbah dapat dikurangi menggunakan *Pseudomonas fluorescens* pada skala laboratorium. Dalam rangka mengurangi kadar bahan organik dan logam berat pada *leachate* TPA Air Dingin. Bakteri *Pseudomonas fluorescens* merupakan salah satu bakteri yang dapat digunakan sebagai penyerap (adsorben) logam Cd dalam *leachate*. Tujuan penelitian adalah untuk melihat kemampuan bakteri *Pseudomonas fluorescens* untuk menyerap logam Cd pada *leachate*.

Sebagai upaya mengatasi pencemaran tersebut maka perlu dilakukan



pengelolaan terhadap *leachate* yang dihasilkan oleh TPA Air Dingin. Bahan organik dan logam berat yang terdapat di dalam limbah dapat dikurangi menggunakan *Pseudomonas fluorescens* pada skala laboratorium.

METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini bersifat eksperimen dimana peneliti melakukan penelitian dan pengambilan sampel *leachate* pada TPA air dingin untuk dilakukan pengujian.

2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium kimia Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKES) Perintis dan laboratorium Kimia Kopertis Wilayah X. Penelitian ini dilakukan 3 bulan pada tahun 2014.

3. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan :

Erlenmeyer (250 ml), labu ukur, gelas kimia, corong, labu semprot, pipet gondok, pipet takar (10 ml), pipet tetes, bola hisap, kaca arloji, hot plate, tabung reaksi, kertas saring, rak tabung, timbangan analitik, ose, lampu spritus, deck glass, objek glass, mikroskop dan *spektrofometri serapan atom*.

Bahan yang digunakan :

H₂SO₄ 1%, BaCl₂ 1%, NaCl fisiologis, HNO₃ pekat, aguabides, logam Cd, *leachate*, bakteri *Pseudomonas flourescens*, dan agar darah.

4. Prosedur Penelitian

A. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan mengambil sampel *leachate* dari TPA Air Dingin.

5. Preparasi Sampel Leachate

Leachate diambil dari TPA Air Dingin sebanyak 3 liter. Saring *leachate* dengan filter yang berpori 0,45 µm sehingga diperoleh hasil saringan sebanyak 1 liter. ditambahkan logam kadmium 5 ml yang telah dilarutkan aguadest kedalam labu ukur, ditambahkan NaOH 6N sebanyak 1 ml, ditambahkan indikator pp 2-3 tetes kemudian dimasukkan kedalam sampel *leachate*, lalu homogenkan.

1. Preparasi Bakteri *Pseudomonas fluorescens*

1. Pemiakan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* pada Media Agar Darah

Diambil 1-2 koloni diambil pakai ose, goreskan pada media dengan empat sektor, masukan kedalam inkubator selama satu kali 24 jam dan koloni akan tumbuh berwarna kehijauan.

2. Uji Pewarnaan Gram.

Diambil 1 tetes NaCl fisiologis letakkan diatas objek glass dan diambil 1 koloni, lakukan penyebaran dengan searah jarum jam, biarkan sampai kering, lakukan pewarnaan garam A (gentian violet) selama 3 menit, teteskan dengan aguadest sampai hilang warna gentian violet, kemudian lakukan pewarnaan gram B (lugol) selama 30 detik, teteskan dengan aguadest sampai warna lugol hilang dan lakukan pewarnaan gram C (alkohol) selama 10 detik, teteskan dengan aguadest, lalu lakukan pewarnaan gram D (safranin) selama 10 detik bilas dengan aguadest kemudian dikeringkan sedian dan dilihat dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100× dan diberi imersil oil didapatkan hasil nya gram (+).

3. Uji Tes Fermentasi dan Biokimia

Diambil 1-2 koloni ditusukan pada media yang terdapat pada tabung reaksi kemudian diinkubasi selama 24 jam.



2. Pengaruh Kerapatan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* terhadap Penyerapan Logam Kadmium

Dipipet leachate 25 ml yang telah tercampur dengan logam kadmium dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang telah dilarutkan dalam aquadest dimasukkan kedalam variasi kerapatan bakteri $0,5 \times 10^8$ /ml, 1×10^8 /ml, 2×10^8 /ml, 3×10^8 /ml, 4×10^8 /ml, dimasukkan kedalam erlenmeyer 50 ml sebanyak 25 ml. Kemudian homogenkan.

3. Pengaruh Variasi Waktu Perendaman terhadap Penyerapan Logam Kadmium

Leachate yang telah disiapkan, dimasukkan kedalam erlenmeyer 50 ml sebanyak 25 ml, kemudian ditambahkan 25 ml bakteri *Pseudomonas fluorescens*, kemudian homogenkan, didiamkan pada suhu kamar pada variasi waktu 6 jam, 12

jam, 24 jam dan 48 jam. Kemudian hasil perendaman disaring dengan menggunakan kertas saring dan corong. Kemudian ditambahkan HNO_3 pekat untuk mengawetkan bakteri.

4. Pengukuran Logam Kadmium dengan Spektrometri Serapan Atom

Setelah hasil didapatkan kemudian dipipet 25 ml dimasukkan kedalam erlenmeyer ditambahkan HNO_3 pekat 2,5 ml. Kemudian di destruksi diatas hot plate ditutup dengan menggunakan kaca arloji. Destruksi sampai larutan tersisa setengah volumenya. Kemudian didinginkan dan dimasukkan kedalam labu ukur 5 ml, kemudian paskan dengan aquadest sampai tanda batas, dihomogenkan, kemudian ukur kadar kadmium masing-masing larutan dengan menggunakan Spektrometri Serapan Atom.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemeriksaan Identifikasi Bakteri *Pseudomonas fluorescens*

A. Uji Pewarnaan Gram

Dari hasil yang telah dilakukan dalam meidentifikasi bakteri *pseudomonas fluorescens* pada pewarnaan gram didapatkan hasilnya gram negatif berbentuk batang yang berwarna merah.

B. Uji Tes Fermentasi

Fermentasi merupakan proses perombakan senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dengan penerima maupun pemberi elektron atau hidrogen berupa senyawa organik. Alkohol merupakan hasil fermentasi gula oleh khamir. Bahan dasar fermentasi dapat berupa karbohidrat kompleks maupun karbohidrat sederhana seperti larutan gula.

Untuk mengetahui ada tidaknya aktivitas fermentasi alkohol pada bahan, dapat dilihat berdasarkan gas CO_2 yang dihasilkan (dilihat dari ada tidaknya gelembung udara) dan ada tidaknya alkohol yang dihasilkan (dapat dicium bau alkoholnya). Pada ciri bakteri *Pseudomonas fluorescens* pada uji yang harus didapatkan pada identifikasi bakteri yaitu sukrosa (-), laktosa (-), manitol (+/-), glukosa (+) dan maltosa (-) tetapi pada tes fermentasi yang telah dilakukan pada bakteri *Pseudomonas fluerescens* berupa tes sukrosa, laktosa, manitol, glukosa dan maltosa didapatkan hasilnya sebagai berikut:

Tabel 3. Uji Tes Fermentasi (Gula – Gula)

No	Tes Fermentasi	Hasil
1	Sukrosa	(-)
2	Laktosa	(-)



3	Manitol	(-)
4	Glukosa	(-)
5	Maltosa	(-)

Pada proses uji tes fermentasi diambil 1-2 koloni digoreskan pada media yang terdapat pada tabung reaksi, setelah itu di inkubasi selama 1x24 jam sehingga didapatkan hasilnya.

Uji tes gula-gula dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri yang mampu memfermentasikan glukosa, sukrosa, laktosa, maltosa dan manitol, hasil proses fermentasi berupa asam akan menurunkan pH media dan merubah warna indikator, kalau hasil negatif bakteri tidak dapat memfermentasikan glukosa, sukrosa, laktosa, maltosa dan manitol. Dan kalau hasilnya positif bakteri dapat memfermentasikannya. Dari hasil yang telah didapatkan hasil manitol yang harus didapatkan (+/-) dan glukosa seharusnya (+) dan hasilnya didapatkan manitol dan glukosa (-) maka dilakukan uji tes biokimia untuk mengidentifikasi bakteri *Pseudomonas fluorescens*.

C. Uji Tes Biokimia

Biokimia merupakan ilmu yang mempelajari tentang senyawa-senyawa yang ada dalam sistem hidup, penyusunan senyawa-senyawa tersebut kedalam sel-sel dan interaksi kimia yang terjadi. Sel-sel pada makhluk hidup tersusun dari biomolekul untuk dapat mempertahankan hidup sel-sel mengalami metabolisme (reaksi pada sel). dalam metabolisme sel menyerap energi dari makanan atau nutrisinya, energi ini digunakan untuk membentuk biomolekul penyusun sel. Biokimia bertujuan untuk memahami bagaimana interaksi biomolekul satu dengan lainnya yang membawa sifat-sifat kehidupan ini. Pada ciri bakteri

Pseudomonas fluorescens pada uji biokimia yang harus didapatkan pada identifikasi bakteri yaitu TSIA (+), Mr/VP (-), SC (-), dan SIM (-) maka tes yang telah dilakukan didapatkan hasilnya sama dengan ciri dari bakteri *Pseudomonas fluorescens* maka bakteri itu adalah bakteri *Pseudomonas fluorescens*.

Berikut hasil uji biokimia yang didapatkan untuk identifikasi bakteri, antara lain:

Tabel 4. Uji Tes Biokimia

No	Tes Invicmu	Hasil
1	TSIA	(+)
2	Mr/VP	(-)
3	SC	(-)
4	SIM	(-)

Tes uji biokimia untuk pengujian larutan atau zat-zat kimia dari bahan-bahan dan proses yang terjadi dalam tubuh makhluk hidup, sebagai upaya untuk memahami proses kehidupan dari sisi kimia.

1. (TSIA) Triple Sugar Iron Agar

TSIA membedakan bakteri enteric yang dapat mereduksi sulfur dan memfermentasi karbohidrat. Hasil Uji : Perubahan warna menjadi kuning (suasana asam), hanya memfermentasikan glukosa dalam waktu 10 jam pertama, baru terjadi perubahan kuning, Produksi asam pada lingkungan aerobik : Daerah miring (slant) menjadi kuning, daerah tengah (median) menjadi merah (basa), Produksi asam pada lingkungan anaerobic : Daerah miring (slant) sampai dasar (butt) menjadi kuning. Pada tes TSIA yang telah dilakukan didapatkan hasil (+) berwarna merah.

2. MR/VP (Methyl Red)

Uji MR Perbenihan ini digunakan untuk mendeteksi bakteri yang memiliki kemampuan untuk mengoksidasi glukosa



menghasilkan produk asam berkonsentrasi tinggi yang stabil sehingga menyebabkan pH media turun hingga dibawah 4,4 yang ditandai dengan hasil positif, terjadi perubahan warna menjadi merah setelah ditambahkan *Methyl Red*. Artinya, bakteri ini menghasilkan asam campuran (metilen glikon) dari proses fermentasi glukosa yang terkandung dalam medium MR-VP.

Dengan hasil negatif, karena tidak terbentuk warna merah pada medium setelah ditambahkan α -naphthol dan KOH, artinya hasil akhir fermentasi bakteri inibukan asetil metil karbinol (asetolin). Pada tes *Mr/Vp* yang telah dilakukan didapatkan hasil (-) berwarna hijau dan kalau hasilnya (+) berwarna merah.

3.SC (*Simmon citrate*)

Untuk menguji kemampuan bakteri memfermentasikan sitrat sebagai sumber carbon pada media Koser Citrate atau Simmon Citrat. Pada tes *Sc* yang telah dilakukan didapatkan hasil (-) berwarna hijau dibawahnya dan kalau hasilnya (+) berwarna biru pekat.

4.SIM (*Sulfur, Indol, Motil*)

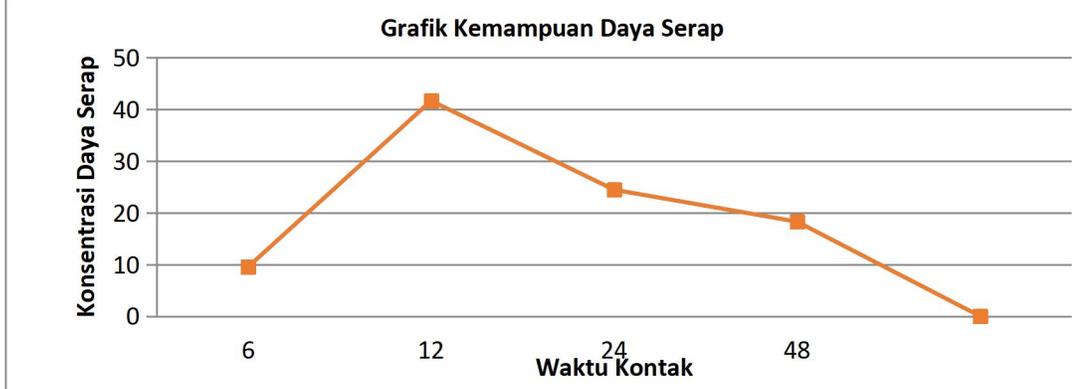
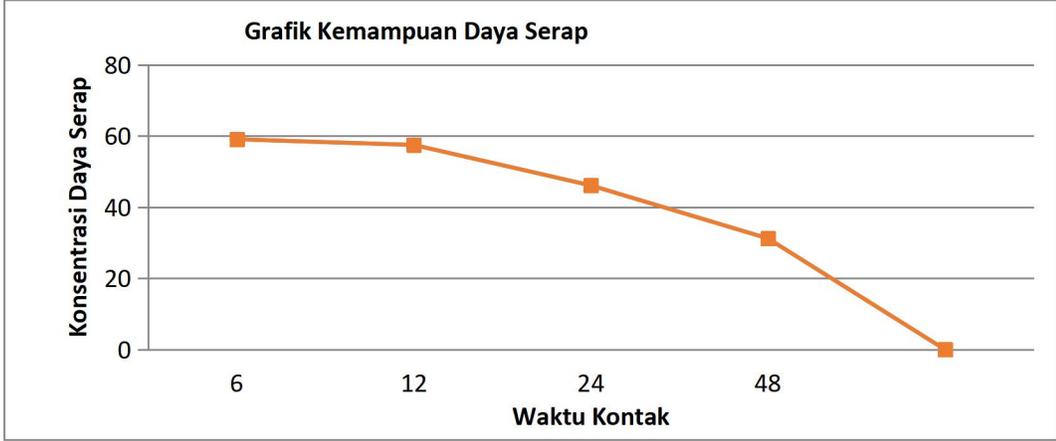
Bakteri dapat mereduksi sulfur menjadi hydrogen sulfide, maka hydrogen sulfide akan bereaksi dengan zat besi (Iron) menjadi ferric sulfide yang mengendap berwarna hitam. Beberapa bakteri menghasilkan enzim tryptophase yang dapat menghidrolisis tryptophan. Hasilnya Indol, Asam Piruvat dan Amonia dengan cara deaminasi. Pada tes *SIM* yang telah dilakukan didapatkan hasil (-) berwarna hijau dibawahnya dan kalau hasilnya (+) berwarna kuning.

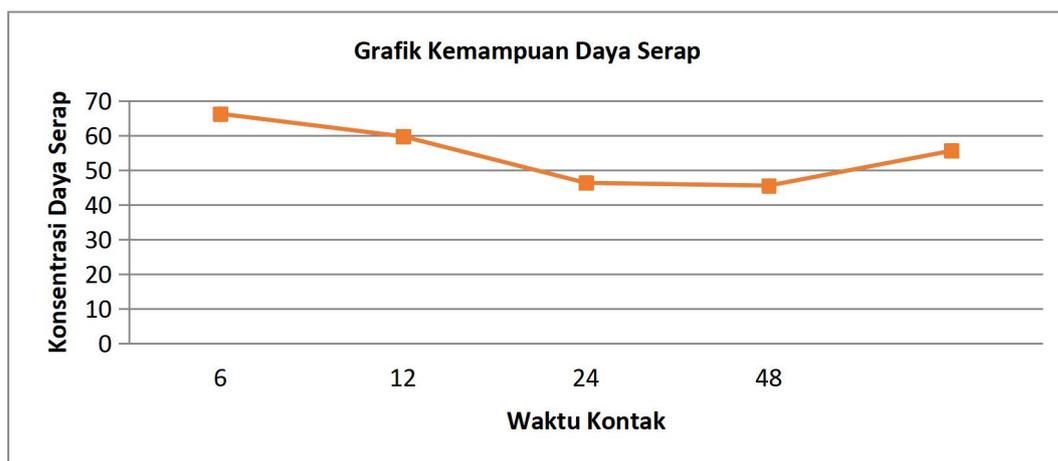
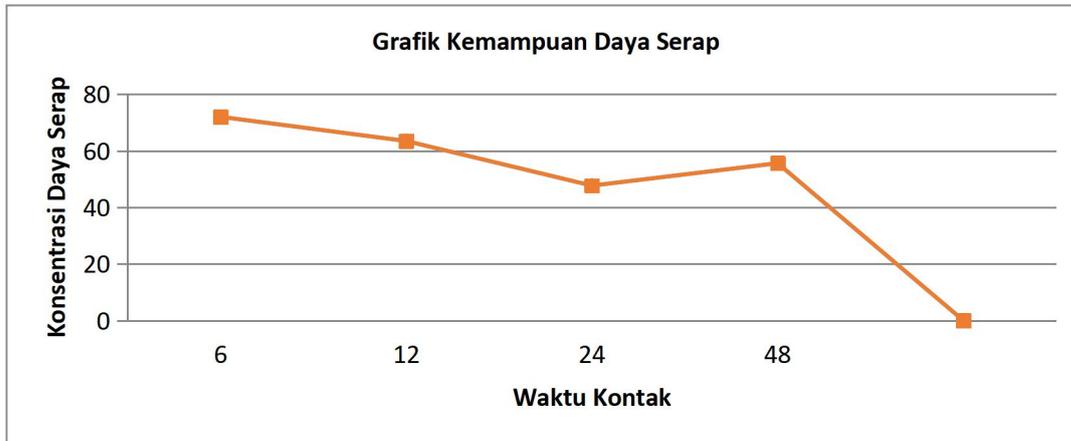
1.

**emampuan Konsentrasi
penyerapan logam Cd dalam**

Menyerap Bakteri *Pseudomonas fluorescens*

Konsentrasi dan waktu kontak adalah waktu yang diperlukan oleh daya serap yang memiliki gugus fungsi untuk berikatan dengan sisi aktif larutan logam sampai didapatkan waktu optimum untuk penyerapan. semakin tinggi waktu serap larutan logam maka interaksi sisi aktif adsorbat akan semakin menurun sehingga kapasitas penyerapan akan menurun juga. kapasitas penyerapan akan mengalami penurunan karena bakteri tidak mampu menyerap logam Cd disebabkan bakteri sudah mati (hemolisa), bakteri tidak bisa hidup tahan lama dan suhu kamar tertentu.





Pada **Gambar 1**. Penyerapan logam Cd dengan kerapatan $0,5 \times 10^8$ ml dapat dilihat bahwa waktu optimum untuk penyerapan logam Cd pada bakteri terjadi pada waktu 12 jam dengan konsentrasi daya serap 41,622 % karena pada waktu itu terjadi keseimbangan antara gugus fungsi dari material penyerapan yang berikatan dengan jumlah molekul ion logam yang ada larutan dan bakteri masih mampu mengikat logam Cd, sedangkan pada waktu kontak 24 jam dan 48 jam bakteri tidak mampu menyerap logam Cd karena Semakin tinggi waktu kontak bakteri tidak mampu mengikat logam Cd karena bakteri terjadi hemolisa (sudah mati).

Pada **Gambar 2**. Penyerapan logam Cd dengan kerapatan 1×10^8 ml dapat dilihat bahwa waktu optimum untuk penyerapan logam Cd pada bakteri terjadi pada waktu 12 jam dengan konsentrasi daya serap 55.202 % karena pada waktu itu terjadi keseimbangan antara gugus fungsi dari material penyerapan yang berikatan dengan jumlah molekul ion logam yang ada larutan dan bakteri masih mampu mengikat logam Cd, sedangkan pada waktu kontak 24 jam dan 48 jam bakteri tidak mampu menyerap logam Cd karena Semakin tinggi waktu kontak bakteri tidak mampu mengikat logam Cd karena bakteri terjadi hemolisa (sudah mati).

Pada **Gambar 3**. Penyerapan Llogam



Cd dengan kerapatan 2×10^8 ml dapat dilihat bahwa waktu optimum untuk penyerapan logam Cd pada bakteri terjadi pada waktu 6 jam dengan konsentrasi daya serap 59,082 % karena pada waktu itu terjadi keseimbangan antara gugus fungsi dari material penyerapan yang berikatan dengan jumlah molekul ion logam yang ada larutan dan bakteri masih mampu mengikat logam Cd, sedangkan pada waktu kontak 12 jam, 24 jam dan 48 jam bakteri tidak mampu menyerap logam Cd karena Semakin tinggi waktu kontak bakteri tidak mampu mengikat logam Cd karena bakteri terjadi hemolisa (sudah mati).

Pada **Gambar 4**. Penyerapan logam Cd dengan kerapatan 3×10^8 ml dapat dilihat bahwa waktu optimum untuk penyerapan logam Cd pada bakteri terjadi pada waktu 6 jam dengan konsentrasi daya serap 66,313 % karena pada waktu itu terjadi keseimbangan antara gugus fungsi dari material penyerapan yang berikatan dengan jumlah molekul ion logam yang ada larutan dan bakteri masih mampu mengikat logam Cd, sedangkan pada waktu kontak 12 jam, 24 jam dan 48 jam bakteri tidak mampu menyerap logam Cd karena Semakin tinggi waktu kontak bakteri tidak mampu mengikat logam Cd karena bakteri terjadi hemolisa (sudah mati).

Pada **Gambar 5**. Penyerapan logam Cd dengan kerapatan 4×10^8 ml dapat dilihat bahwa waktu optimum untuk penyerapan logam Cd pada bakteri terjadi pada waktu 6 jam dengan konsentrasi daya serap 72,045 % karena pada waktu itu terjadi keseimbangan antara gugus fungsi dari material penyerapan yang berikatan dengan jumlah molekul ion logam yang ada larutan dan bakteri masih mampu mengikat logam Cd, sedangkan pada waktu kontak 12 jam, 24 jam dan 48 jam bakteri tidak mampu menyerap logam Cd karena

Semakin tinggi waktu kontak bakteri tidak mampu mengikat logam Cd karena bakteri terjadi hemolisa (sudah mati).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan dari penelitian efektivitas bakteri *Pseudomonas fluorescens* sebagai penyerap logam kadmium dapat disimpulkan :

1. Bakteri *Pseudomonas fluorescens* merupakan bakteri yang efektif digunakan dalam penyerap logam Cd.
2. Berdasarkan tes uji yang telah dilakukan didapatkan kerapatan optimum pada bakteri *Pseudomonas fluorescens* dalam menyerap logam kadmium pada kerapatan 4×10^8 /ml terjadinya pengikatan bakteri yang optimum yang tidak menyebabkan bakteri hemolisa dalam mengikat logam.
3. Kondisi optimum perendaman untuk penyerapan logam Cd pada bakteri *Pseudomonas fluorescens* terhadap waktu kontak 6 jam kerapatan 4×10^8 /ml dengan kapasitas penyerapan 72,045%.

2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Karena banyak faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi maka disarankan untuk melakukan penyerapan logam oleh bakteri *Pseudomonas fluorescens* dengan



menggunakan air limbah terutama limbah industri lain yang dapat dipengaruhi oleh faktor yang lain yang terkandung dalam logam.

2. Karena bakteri *Pseudomonas fluorescens* telah dibuktikan dapat dimanfaatkan sebagai penyerap logam Cd maka disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat membandingkan atau memvariasikan bakteri yang digunakan sebagai penyerapan logam pada air limbah dan memperhatikan waktu inkubasi yang lebih pendek.
3. Penelitian selanjutnya bisa dilakukan untuk memperbanyak pengukuran terhadap logam berat pada bakteri lain yang bisa menyerap .

DAFTAR PUSTAKA

- Alex S. 2012. *Sukses Mengolah Sampah Organik Menjadi Pupuk Organik*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Adisoemanto S. 1994, *Dasar-dasar Ilmu Tanah*, Edisi ke-6, Erlangga. Jakarta.
- Alaerts, G, dan Sri Simestri. Santika, 1987. *Metode Penelitian Air. Usaha Nasional*. Surabaya. 309 halaman
- Cahyono, T.B., Triyantoro dan Z. Budiono. 1999. *Kaji Tindak Pengelolaan Sampah di Kabupaten Banyumas Tahun 1998/1999*. Depkes RI. Pusat Pendidikan Kesehatan, Purwokerto.
- Charlena. 2004. *Pencemaran Logam Berat Timbal(Pb) dan Kadmium(Cd) Pada Sayur-sayuran*. Falsafah Sain (PSL 702) Program Pascasarjana / S3 / Institut Pertanian Bogor.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Mahkluk Hidup*. UI press. Jakarta.
- Darmono. 2001. *Logam dalam Sistem Biologi Mahkluk Hidup*. UI press. Jakarta.
- Dainur, Valerina. 2009. *Easy Green Living*. Bandung: Hikmah.
- Djatinika I. dkk., 2003. *Peranan Pseudomonas flourescens MR 96 Pada Layu Fusarium Tanaman Pisang*. Dalam Jurnal Hortikultura 13 (3) : 212 – 218, 2003.
- Ehrig, H. J.,1993, *Quality and quantity of sanitary landfill air air lindi* , Wastewater management research. Vol : 1. no 1. DR.199 5.
- Damanhuri DR.1995.” *Teknik Pembuangan Limbah*”.Diktat Landfilling Limbah Versi 2008 FTSL ITB. Bandung.
- Fachrudin, A. 1989. *Pengaruh Sampah di Tempat Pembuangan Akhir Dago Kotamadya Bandung Terhadap Kualitas Air Tanah Bebas di Sekitarnya*. Tesis, Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hidayat, A., dan M.Ismunadji, 1978, “*Pengaruh Pemupukkan Nitrogen Melalui Tanah dan Daun Terhadap Serapan Unsur Hara dan Produksi Kedele*”, Laporan Kemajuan Penelitian Seri Fisiologi. No.9, L.P 3, Bogor.
- Lehninger. 1995. *Dasar – dasar Biokimia*, Jilid I. Erlangga :Jakarta.
- Moch Solikin, *Dampak dan Upaya Pengendalian Gas Buang Kendaraan*



- Bermotor, Cakrawala Pendidikan No.3, Tahu XVI, Nov 1997.
- Palar,Heryanto1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Palar,H.2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*.jakarta.PT Rineka Cipta
- Peavy, Howard S; Rowe, Donald R and Tchobanoglous, George 1986. *Environmental Engineering*. Singapore : Mc Graw Hill.
- Soemirat, J. 1999. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Skoog, D.A., 1985, *Principles of Instrumental Analysis, 3rd ed., Saunders College Publ., Philadelphia*, pp. 251-286.
- Suryadi, Y., 2009. *Efektifitas Pseudomonas flourescens Terhadap Layu Bakteri (Ralstonia solanacearum) Pada Tanaman Kacang Tanah*. Dalam Jurnal HPT Tropika. ISSN 1411-7525. Vol. 9 No. 2 ; 174 – 180, September ,2009.
- Tchobanoglous, 1981. *Environmental Engineering*, McGraw-Hill Book Company.halaman 37-47.
- Tchobanoglous, G. 1993. *Integrated Solid Waste Management : Engineering Princiles and Management Issues*. New York : McGraw-Hili,Inc.
- Wardhana, A.W.2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Yogyakarta : Penerbit Andi Djatnika I. dkk., 2003. Peranan Pseudomonas flourescens MR 96 Pada Layu Fusarium Tanaman Pisang. Dalam Jurnal Hortikultura 13 (3) : 212 – 218, 2003.
- Widowati W, Sastiono A, Jusuf R. R. 2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- WHO 1992. *Cadmium*. Environmental Health Criteria 134. World Health Organisation, International Programme on Chemical Safety (IPCS), Geneva, Switzerland.