

## PENGARUH VARIASI LAMA KONTAK TANAMAN AZOLLA MICROPHYLLA TERHADAP PENURUNAN KADAR FOSFAT DAN COD PADA LIMBAH LAUNDRY

**Nikita Rizky, Budiyo, Onny Setiani**

Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Diponegoro

Email : [nikita.rizky1993@gmail.com](mailto:nikita.rizky1993@gmail.com)

**Abstract :** Laundry is one kind of activities engaged in cloth laundering services. Laundry wastewater was discharged directly into the ditch and flowed to the river without treatment process. The level of COD and phosphate laundry wastewater was 761 mg/l, 20 mg/l exceeded the quality standard of Perda No. 5 of 2012. The research was aimed to know the effect of Azolla microphylla plants contact to the decrease of phosphate levels and COD. This kind of research used a quasi-experiment with the controlling group. The research object was the laundry liquid wastes from "Kurnia" laundry which produced waste approximately 25-30 liters per one washing. The analysis of data used one-way ANOVA test. The result of the research showed that the level of COD and phosphate in control were 585 mg/l; 10.24 mg/l, but the level of COD decreases in post experiment, i-e : the sixth day was 157 mg/l (14.67%), the ninth day was 148 mg/l (16.85%), and the twelfth day was 90,4 mg/l (37.20%). While the phosphate concentration at the sixth day was 5.96 mg/l (19.05%), the ninth day was 5.69 mg/l (18.25%), and the twelfth day was 4.17 mg/l (19.34%). Level of COD showed the difference in average level decrease of COD laundry waste with variations in prolonged contact ( $p$ -value = 0.001). There was an decreased of COD laundry waste: between the variations in prolonged contact of six days and twelve days ( $p$ -value = 0.002), the variation of 9 days and 12 days ( $p$ -value = 0.005). The most effective time of contact for decreasing to decrease the levels of COD was at the twelfth day, while results on phosphate laundry waste didn't have the difference in average decrease levels of phosphate laundry waste with the variation of contact time ( $p$ -value = 0.52). Azolla microphylla plant could reduce the level of COD effectively at the 12 day, but it couldn't reduce phosphate level of the laundry waste water.

**Key words :** Azolla microphylla plants, liquid waste, Phytoremediation, COD, Phosphate

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Bisnis usaha *laundry* berkembang pesat dengan berbagai konsep ide yang bervariasi memenuhi kota-kota besar di Indonesia seperti Jakarta, Bandung, Surabaya, Medan, dan tidak terkecuali Semarang.<sup>(1)</sup>

Kelurahan Tembalang merupakan salah satu wilayah yang banyak terdapat usaha *laundry*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, di wilayah Tembalang terdapat 40 usaha jasa *laundry*.<sup>(2)</sup> Usaha jasa *laundry* bukan sekedar tempat mencuci melainkan sebagai perawatan pakaian agar lebih bersih dan awet, dan faktor menghemat waktu serta praktis menjadi trend bagi masyarakat saat ini. Jika dahulu jasa *laundry* masih dikelola oleh kebanyakan hotel, tapi saat ini dapat dilihat bahwa usaha *laundry* juga dikelola oleh masyarakat umum. Seperti halnya di wilayah Tembalang yang merupakan kawasan hunian yang kini lingkungannya dipenuhi oleh pendatang seperti mahasiswa dan karyawan.<sup>(3)</sup>

Karakteristik limbah cair *laundry* pada *laundry* "Kurnia" menunjukkan bahwa limbah tersebut memiliki kandungan antara lain: Fosfat ( $PO_4$ ) sebesar 20,0 mg/l; dan kandungan COD sebesar 761 mg/l. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran, kandungan fosfat, BOD dan COD untuk air golongan II yang diijinkan adalah sebesar 0,2 mg/l, 3 mg/l dan 25 mg/l.<sup>(4)</sup> Sedangkan menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah, kandungan yang diijinkan untuk kandungan fosfat, BOD dan COD adalah sebesar 2 mg/l, 50 mg/l, dan

100 mg/l.<sup>(5)</sup> Dengan hasil kadar COD dan fosfat yang diperoleh pada limbah *laundry* "Kurnia" maka kadar tersebut termasuk melebihi baku mutu yang telah ditentukan.

Lingkungan tercemar akibat limbah *laundry* yang mengandung fosfat yang tinggi, seperti di daerah Tembalang. Fosfat berasal dari *Sodium Tripoly Phosphate (STPP)* yang merupakan salah satu bahan dalam deterjen. STPP berfungsi sebagai builder yang merupakan unsur penting kedua setelah surfaktan karena kemampuannya menghilangkan mineral kesadahan dalam air sehingga deterjen dapat bekerja secara optimal.<sup>(6)</sup>

Usaha *laundry* sebagian besar langsung membuang limbahnya ke selokan atau badan air tanpa diolah terlebih dahulu melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), sehingga dapat berdampak buruk terhadap lingkungan maupun kesehatan masyarakat sekitar. Gangguan yang terjadi bisa berbentuk kerusakan terhadap benda, keindahan, dan kehidupan abiotik. Selain itu limbah juga dapat menjadi media pembawa penyakit. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke perairan agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah.

Alternatif pengolahan limbah *laundry* yaitu sistem fitoremediasi dengan menggunakan tanaman *Azolla microphylla*. Dengan menggunakan tanaman *Azolla microphylla* mampu menurunkan kadar pencemar air limbah yang memiliki kadar organik tinggi pada berbagai penelitian mengenai fitoremediasi. Penggunaan tumbuhan *Azolla microphylla* merupakan salah satu alternatif penanganan secara biologis karena *Azolla microphylla* mudah untuk

mendapatkannya, mudah mengontrol perkembangannya dan adaptasinya luas di berbagai kondisi lingkungan.<sup>(7)</sup>

### METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Quasi Experiment Research Pretest-Posttest* dengan kelompok kontrol (*Randomized Control Group Pretest-Posttest Design*) Penelitian ini meneliti perbedaan pengaruh variasi lama kontak (6 hari, 9 hari, dan 12 hari) terhadap penurunan kadar fosfat dan COD limbah laundry dengan sistem fitoremediasi tanaman *Azolla microphylla*. Pengambilan sampel secara *composite sampling*, dengan 27 sampel dan 3 kontrol serta pengulangan 9 kali menggunakan rumus acak lengkap.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Hasil Pemeriksaan Kadar COD dan Fosfat Sebelum Perlakuan

Hasil pemeriksaan secara laboratorium pada sampel limbah cair yang telah diambil, diketahui kadar COD pada pada limbah cair sebelum perlakuan dapat dilihat pada table 4.1 :

Tabel 4.1 Hasil uji Kadar COD dan Fosfat Sebelum Perlakuan

Pengulangan ke	Kadar COD (mg/l)	Kadar Fosfat (mg/l)
Ulangan 1	761	9,71
Ulangan 2	524	10
Ulangan 3	471	11
Rata-rata	585	10,24

Kadar COD rata – rata pada awal pemeriksaan sampel kelompok *pre* atau sebelum perlakuan adalah 585 mg/l. Kadar COD tertinggi adalah 761 mg/l sedangkan kadar COD terendah adalah 471 mg/l. Sedangkan kadar fosfat rata – rata

pada awal pemeriksaan sampel kelompok *pre* atau sebelum perlakuan adalah 10,24 mg/l. Kadar fosfat tertinggi adalah 11 mg/l sedangkan kadar COD terendah adalah 10 mg/l

#### 2. Penurunan Kadar COD dan Fosfat Setelah Perlakuan

a. Kadar COD antara masing – masing kelompok perlakuan yaitu lama kontak 6 hari, 9 hari dan 12 hari :

	Kadar COD (mg/l) pada Berbagai Variasi Lama Kontak		
	6 hari	9 hari	12 hari
Rata – rata pre	585	585	585
Rata - rata post	157	148	90,4
Rata - rata kontrol	184	178	144
Selisih pre – kontrol	401	407	441
Selisih pre –pos	428	437	494,6
Selisih kontrol- post	27	30	53,6
Efisiensi (%)	14,92	16,85	37,19

Penurunan kadar COD rata – rata kelompok variasi lama kontak 12 hari adalah 53,6 mg/l dan nilai ini merupakan persentase penurunan kadar COD tertinggi yaitu sebesar 37,20%. Sedangkan kadar COD rata-rata variasi dengan lama kontak 6 hari yaitu 27 mg/l dan merupakan presentase penurunan kadar COD terkecil yaitu sebesar 14,67 %.

Kadar COD pada perlakuan 6 hari turun sangat tajam apabila dibandingkan dengan penurunan yang terjadi setelah perlakuan hari ke 6. Hal ini dikarenakan kemampuan tanaman pada awal percobaan dapat menyerap kadar COD masih tinggi. Penurunan kadar COD pada hari setelahnya mengalami penurunan, meskipun kadar COD pada air limbah semakin menurun sampai hari ke 12. Hal ini

menunjukkan bahwa tanaman masih mampu menyerap kadar COD hingga hari ke 12 karena belum melewati titik jenuh. Menurut Sudiro tahun 2003 titik jenuh merupakan batas waktu maksimum, suatu tanaman dapat mentolerir kontaminan. Apabila suatu tanaman sudah melewati titik jenuh, kemampuan tanaman dalam menyerap kadar COD akan mengalami penurunan.

Penurunan nilai COD tersebut disebabkan karena menurunnya jumlah unsur-unsur kimia organik karena terserap oleh *A. microphylla* yang mengakibatkan menurunnya atau terhambatnya proses-proses kimiawi dalam air limbah yang membutuhkan banyak oksigen melalui mekanisme reaksi oksidasi oleh mikroorganisme. Penelitian Nazilatus tahun 2013 mengatakan bahwa mekanisme penyerapan COD oleh tanaman *Azolla microphylla* yaitu limbah laundry yang mengandung bahan organik N, P dan K, kemudian diuraikan mikroba yang disebut *Rhizospere* yang menempel pada akar *Azolla micophylla* menjadi asam-asam organik berupa ion-ion, yang selanjutnya diabsorpsi oleh *Azolla microphylla*. Penguraian bahan-bahan ini membutuhkan oksigen, sehingga menyebabkan nilai COD semakin menurun. Semakin rendah kandungan bahan organik dalam limbah cair maka kebutuhan oksigen oleh mikroba untuk mendegradasi bahan organik dan anorganik juga semakin kecil. <sup>(8)</sup>

b. Kadar Fosfat antara masing – masing kelompok perlakuan yaitu lama kontak 6 hari, 9 hari dan 12 hari

	Kadar Fosfat (mg/) pada Berbagai Variasi Lama Kontak		
	6 hari	9 hari	12 hari
Rata - rata pre	10,24	10,24	10,24
Rata - rata post	5,95	5,69	4,17
Rata - rata kontrol	7,35	6,96	5,17
Selisih pre - kontrol	2,89	3,28	5,07
Selisih pre – pos	4,29	4,55	6,07
Selisih kontrol-post	1,4	1,27	1
Efisiensi (%)	18,20	19,11	19,30

Penurunan kadar fosfat rata – rata kelompok variasi lama kontak 12 hari adalah 1 mg/l dan nilai ini merupakan persentase penurunan kadar fosfat tertinggi yaitu sebesar 19,30%. Sedangkan kadar fosfat rata-rata variasi dengan lama kontak 6 hari yaitu 18,20 mg/l dan merupakan presentase penurunan kadar fosfat terkecil. Penurunan rata-rata kadar fosfat pada tiap perlakuan adalah 5,69 mg/l pada perlakuan 6 hari kontak dengan tanaman *Azolla microphylla*, 5,96 mg/l pada perlakuan 9 hari kontak dengan tanaman *Azolla microphylla* dan 4,17 mg/l pada perlakuan kontak dengan tanaman selama 12 hari. Kadar fosfat pada perlakuan 6 hari turun sangat tajam apabila dibandingkan dengan penurunan yang terjadi setelah perlakuan hari ke 6. Hal ini dikarenakan kemampuan tanaman pada awal percobaan dapat menyerap kadar fosfat masih tinggi. Penurunan kadar fosfat pada hari setelahnya mengalami penurunan yaitu pada hari ke 9 mengalami penurunan rata-rata sebesar 5,96 mg/l (19,11%) dan mengalami penurunan lagi pada hari ke 12 yaitu sebesar 4,17 (19,30%).

Hal ini menunjukkan bahwa tanaman masih mampu menyerap kadar fosfat hingga hari ke 12 karena belum melewati titik jenuh. Titik jenuh merupakan batas waktu maksimum, suatu tanaman dapat mentolerir kontaminan. Apabila suatu tanaman sudah melewati titik jenuh, kemampuan tanaman dalam menyerap kadar COD dan fosfat akan mengalami penurunan.<sup>(9)</sup>

## 2. Pengaruh Lama Kontak Tanaman *Azolla microphylla* terhadap Kadar COD dan Fosfat

### a. Hasil Uji *one way ANOVA* pada Kadar COD dengan Tanaman *Azolla microphylla*

	Lama Kontak	N	Kadar COD	Selisih
Penurunan COD	Hari ke 6	9	157	27
	Hari ke 9	9	148	30
	Hari ke 12	9	90,4	53,6

Uji beda rata – rata pada kelompok perlakuan nilai *Asymp.Sig* (nilai signifikansi) yaitu *p-value* sebesar 0,001 (<0,05). Karena nilai  $p < 0,05$  maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata penurunan kadar COD pada air limbah *laundry* dengan variasi lama kontak dengan tanaman *Azolla microphylla*. Penggunaan *Azolla microphylla* akan mampu menyerap ion-ion hasil perombakan deterjen dalam limbah *laundry* karena komponen penyusun deterjen terdiri atas bahan organik. Asam-asam organik dan  $CO_2$  yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik tersebut selanjutnya dapat diabsorpsi oleh tumbuhan air melalui akar setelah berbentuk ion.<sup>(8)</sup> Itu artinya, penyerapan ion-ion hasil penguraian deterjen yang semakin lama akan menyebabkan penurunan nilai deterjen pada air limbah.

Semakin lama waktu penyerapan, maka semakin besar pula polutan diserap oleh tumbuhan air. Namun faktor ini berlaku apabila tumbuhan air belum mencapai titik jenuh sehingga berapapun waktu kontak berikutnya apabila telah mencapai titik jenuh maka tumbuhan air tidak akan mampu menyerap polutan lagi dan hal ini dapat dijadikan pedoman untuk menentukan kapan tumbuhan tersebut harus di-*recovery*.<sup>(8)</sup>

Adanya penurunan nilai COD disebabkan karena *Azolla microphylla* mengurangi, menurunkan dan menyerap bahan organik yang ada dalam limbah *laundry* setelah bahan organik N,P, dan K tersebut diuraikan oleh mikroba yang hidup pada akar *Azolla microphylla* dalam ion-ion. Dengan berkurangnya bahan organik maka nilai COD menjadi turun karena kebutuhan oksigen bagi mikroba untuk menguraikan bahan organik tersebut berkurang.

*Azolla microphylla* memiliki keunikan dalam mengolah limbah organik dengan menyerap melalui akar yang mirip rambut. Pada akarnya terdapat mikroba *rhizosphaera* yang mempunyai kemampuan dalam menguraikan benda-benda organik dan anorganik.<sup>(10)</sup> Dengan adanya aktifitas bakteri (mikroba) tersebut membutuhkan oksigen sehingga jumlah oksigen yang terdapat di dalam limbah cair *laundry* menjadi berkurang.

### b. Hasil Uji *one way ANOVA* pada Kadar Fosfat dengan Tanaman *Azolla microphylla*

	Lama Kontak	N	Kadar fosfat	Selisih	p-value
Penurunan Fosfat	Hari ke 6	9	5,95	1,4	0,520
	Hari ke 9	9	5,69	1,27	
	Hari ke 12	9	4,17	1	

Uji beda rata – rata pada kelompok perlakuan nilai *Asymp.Sig* (nilai signifikansi) yaitu *p value* sebesar 0,520 (>0,05). Karena nilai  $p > 0,05$  maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata penurunan kadar fosfat pada air limbah *laundry* dengan variasi lama kontak dengan tanaman *Azolla microphylla*, karena hasil uji *one way ANOVA* pada kadar fosfat tidak terdapat perbedaan rata-rata penurunan kadar fosfat pada limbah *laundry* dengan variasi lama kontak dengan tanaman *Azolla microphylla*,

Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Nazilatus tahun 2013 yang mengatakan bahwa semakin lama lama tanam semakin besar pula kesempatan yang dimiliki mikroba dan *Azolla microphylla* dalam mengurangi kadar fosfat.

Perbedaan hasil penelitian ini dikarenakan selama waktu perlakuan suhu pada perlakuan mengalami penurunan dari sebelum perlakuan memiliki rata – rata 29°C sedangkan pada saat perlakuan suhu berkisar pada rata – rata 26°C – 27°C. Suhu merupakan salah satu faktor yang penting dalam penanganan limbah. Pada suhu yang tinggi oksidasi bahan organik lebih besar. Pada suhu tinggi ini akan menunjang aktifitas perombak *alkyl benzen sulfonate* yang sulit terurai. Akibat perombakan ini maka akan menurunnya nilai pH.<sup>(9)</sup> Faktor pH penting dalam fitoremediasi karena berpengaruh pada kelarutan unsur hara yang menyebabkan adanya pertumbuhan bagi tanaman.

Pengukuran pH sebelum diberikan perlakuan adalah 8. pH air limbah *laundry* cenderung bersifat basa. Sedangkan pada masa perlakuan terdapat beberapa ember reaktor yang mengalami kenaikan pH menjadi 9, maka kondisi tersebut merupakan kondisi pH yang kurang baik bagi tersedianya unsur P. Menurut Foth dan Hermawati *et all* tahun 2005, kondisi pH yang baik untuk penyerapan fosfat oleh tanaman antara 6-7. Di bawah atau di atas angka tersebut maka penyerapan unsur P akan terganggu.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan, maka dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kadar COD dan fosfat pada air limbah *laundry* sebelum dilakukan perlakuan adalah 585 mg/l dan 10,24 mg/l
2. Penurunan kadar COD dan fosfat dan efektifitas masing – masing perlakuan:
  - a. Penurunan kadar COD
    - 1) Penanaman *Azolla microphylla* dengan lama kontak 6 hari menurunkan kadar COD hingga mencapai rata – rata 157 mg/l dengan efisiensi rata -rata sebesar 14,92 %.
    - 2) Penanaman *Azolla microphylla* dengan lama kontak 9 hari menurunkan kadar COD hingga mencapai rata – rata 148 mg/l dengan efisiensi rata -rata sebesar 16,85 %.
    - 3) Penanaman *Azolla microphylla* dengan lama kontak 12 hari menurunkan kadar COD hingga mencapai rata – rata 90,4 mg/l dengan efisiensi rata -rata sebesar 37,19 %.
  - b. Penurunan kadar fosfat

- 1) Penanaman *Azolla microphylla* dengan lama kontak 6 hari menurunkan kadar fosfat hingga mencapai rata – rata 5,69 mg/l dengan efisiensi rata -rata sebesar 18,20 %.
- 2) Penanaman *Azolla microphylla* dengan lama kontak 9 hari menurunkan kadar fosfat hingga mencapai rata – rata 5,96 mg/l dengan efisiensi rata -rata sebesar 19,11 %.
- 3) Penanaman *Azolla microphylla* dengan lama kontak 12 hari menurunkan kadar fosfat hingga mencapai rata – rata 4,17 mg/l dengan efisiensi rata -rata sebesar 19,30 %.
3. Penurunan kadar COD dan fosfat paling tinggi berdasarkan variasi lama kontak 6 hari, 9 hari dan 12 hari terjadi pada kelompok perlakuan dengan penanaman dengan *Azolla microphylla* selama 12 hari
4. Hasil uji ANOVA pada kadar COD dan Fosfat didapat nilai probabilitas p-value COD = 0,001, p-value Fosfat = 0,520 sehingga nilai p-value COD < 0,05 maka  $H_0$  diterima,  $H_a$  ditolak, ada perbedaan efisiensi penurunan kadar COD limbah cair laundry dengan tanaman *Azolla microphylla*. Sedangkan nilai p-value fosfat > 0,05, maka  $H_0$  diterima, tidak ada perbedaan efisiensi penurunan kadar fosfat limbah cair laundry dengan tanaman *Azolla microphylla*.

Disarankan bagi peneliti lain untuk melakukan penelitian lebih lanjut menggunakan beberapa tanaman air lainnya seperti (*Iris*

*sibirica*), teratai (*Nymphaea firecrest*), kiambang (*Spirodella polyrrhiza*), hidrila (*Hydrilla verticilata*) dan melakukan penelitian lebih lanjut dengan kombinasi variasi perlakuan yang berbeda sehingga dapat diperoleh hasil penurunan yang lebih baik lagi saat dilakukan perlakuan pada sampel. Sedangkan bagi pemilik jasa laundry disarankan untuk membuat penampungan air limbah sementara dan melakukan pengolahan terhadap air limbah sisa proses kegiatan laundry dengan metode fitoremediasi sebelum dibuang ke lingkungan agar tidak menyebabkan pencemaran.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. *Pengaruh Manfaat Sosial, Kepercayaan, Perlakuan Khusus, Pemeliharaan Investasi, Pemeliharaan Komunikasi dan Pemeliharaan Manajemen pada Loyalitas Konsumen Jasa Binatu Kiloan Melalui Komitmen*. 2013;1–8. Available from: [etd.repository.ugm.ac.id/downloadfile/.../S1-2013-264990-chapter1.pdf](http://etd.repository.ugm.ac.id/downloadfile/.../S1-2013-264990-chapter1.pdf)
2. Ardiyanto, Putra. *Analisis Limbah Laundry Informal dengan Tingkat Pencemaran Lingkungan Di Kelurahan Muktiharjo Kidul Kecamatan Pedurungan Semarang Tahun 2015*. 1-21
3. Hervita Laraswati. *Besarnya Risiko MSDs dengan Melihat Aktivitas Kerja di Laundry Sektor Informal untuk Menilai Risiko Ergonomi dengan Menggunakan Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA)*. 2009;1–5.
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air. 2001;
5. Peraturan Provinsi Jawa Tengah

- Nomor 5 Tahun 2012. Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah. 2012;
6. Puadji R. *Analisis Perbedaan Kadar BOD dan COD Air Limbah Yang Menggunakan Biosand Filter dengan Yang Tidak Menggunakan Pada Industri Rumah Tangga (IRT) Laundry di Kec. Kota Tengah Kota Gorontalo*. 2013;1-7. Available from:  
<http://eprints.ung.ac.id/7934/2/2014-1-1-13201-811409148-bab1-21082014030657.pdf>
  7. Fita Septiana Sari. *Pengaruh Penggunaan Azolla microphylla dan Lemna Polyrhiza dalam Pakan Itik Peking pada Level Protein yang Berbeda terhadap Bobot dan Persentase Karkas dan Bagian-bagian Karkas*. 2013; 1(3):914-923
  8. Nazilatus Salafiyah. *Pengaruh Lama Tanam dan Luas Penutupan Azolla microphylla terhadap Kualitas Kimia dan Fisika Limbah Cair Laundry*. 2013;(10620038):1-11.
  9. Rosita Enny. *Efektivitas Fitoremediasi Kangkung Air (Ipomoea aquatica Forsk) terhadap Penyerapan Orthopospat pada Detergen Ditinjau dari Detensi Waktu dan Konsentrasi Orthopospat*. 2012;1-7
  10. Sudiro. *Kajian Efektifitas Tanaman Air Lemna minor dan Hydrilla verticillata dalam Mereduksi BOD dan COD sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Limbah Cair Industri Tahu*. J spectra. 2013;XI:21.