

**PROSIDING KONFERENSI ILMIAH
MAHASISWA UNISSULA (KIMU) 1
KLASTER KESEHATAN**

“Konstelasi Pemikiran Mahasiswa di Era Milenial”

22 APRIL 2019

UNISSULA

Editor :

Dyana Wijayanti, Ph.D.

Andre Sugiono, Ph.D.

Dedy Kurniadi, M.Kom.

Chairil Anwar, M.Pd.

UNISSULA PRESS

PROSIDING KONFERENSI ILMIAH

MAHASISWA UNISSULA (KIMU) 1

KLASTER KESEHATAN

“Konstelasi Pemikiran Mahasiswa di Era Milenial”

Susunan Panitia

Ketua : Dr. Turahmat, M.Pd.

Wakil Ketua : Dr. H. Heru Sulistyono, M.Si.

Sekretaris : H. Andre Sugiono, MT, Ph.D.

Bendahara : Ahmad Salim, SE.

Drg. Andina Rizky Putri Kusuma, SpKG.

Sie. Kesekretariatan : Fuad Wiyono, SE.

Lutfi Zulhiman, ST.

M. Said Hidayatullah, S.Pd.

Sie. Acara : Yuli Prayitno, SHi, MH.

Ns. Ahmad Ikhlasul Amal, S.Kep., MAN.

Zamroni, S.Psi., M.Psi.

Adi Fajar Putranto, SE.

Sie Konsumsi : Sumarwati

Suwanti

Nur Syahrani Majdina, S.Kom.

Reviewer

- Dr. dr. H. Setyo Trisnadi Sp.KF. SH.
- dr. H. Hadi Sarosa, M.Kes
- drg. Suryono, SH, MM, Ph.D
- drg. Yayun Siti Rochmah Sp.BM
- Ruseno Arjanggi, MA, Psi
- Titin Suprihatin, M.Psi
- Iwan Ardian, SKM, M.Kep
- Ns. Hj Sri Wahyuni, M.Kep., Sp.Kep.Mat

Editor

Dyana Wijayanti, Ph.D.

Andre Sugiono, Ph.D.

Dedy Kurniadi, M.Kom.

Chairil Anwar, M.Pd.

Desain Cover dan Tata Letak

Dwi Riyadi Hartono, ST.

Desain Layout

Yusuf Wisnu Mandaya, ST.

ISBN 978-623-7097-18-1

Penerbit

Unissula Press

Alamat

Jalan Raya Kaligawe Km 4 PO Box 1054, Kota Semarang

Phone / Fax : (024) 6583584 (ext 572) / (024) 6582455

Website : seminar.unissula.ac.id

E-mail : seminar.kimu@unissula.ac.id

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T, Tuhan Semesta Alam Yang Maha Esa, Alhamdulillah kita semua selalu dalam lindungan dan curahan rahmat karunia-Nya, serta atas ijinNya Seminar Nasional Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) 1 dan Call for Papers dengan tema “Konstelasi Pemikiran Mahasiswa di Era Milenial” bisa terlaksana dengan baik.

Pemilihan tema tersebut dipilih karena pada era searang ini kita dihadapkan dengan era industry 4.0, dimana para milenials dituntut untuk bia bersaing dengan dunia global untuk meningkatkan kompetensi keilmuan dan kemampuan dengan dunia modern saat ini.

Pada seminar ini telah dipresentasikan hasil penelitian dosen dan mahasiswa yang diikuti oleh peneliti-peneliti dari berbagai universitas yang telah membahas berbagai keilmuan Engineering, Hukum, Humaniora, Ekonomi dan Kesehatan.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada pimpinan Universitas Islam Sultan Agung, co-host, pemakalah, editor dan serta pihak-pihak yang telah membantu terselenggaranya seminar ini dengan lancar tanpa hambatan suatu apapun.

Wassalamualaikum, Wr., WB

| | |
|--|------|
| Irma Rohmawati | 1959 |
| Efektivitas Semanggi Air (<i>Marsilea Crenata</i>) Terhadap Kadar Cod pada Fitoremediasi Limbah Cair Tahu | |
| Irma Rohmawati, Endah Rita Sulistya Dewi, Maria Ulfah | 1969 |
| Berbagai Metode Edukasi Pada Remaja Untuk Meningkatkan Pengetahuan Tentang Kesehatan Reproduksi Remaja | |
| Lutfiana Ina Hapsari, dan Sri Mumpuni Yuniarsih | 1978 |
| Hubungan Waktu Tunggu Pelayanan Rawat Jalan dengan Kepuasan Pasien BPJS di Poliklinik Jantung Rumah Sakit Islam Bogor Tahun 2019 | |
| Nurfarida Sholihah, Siti Khodijah Parinduri, dan Rachma Hidana..... | 1985 |
| Survey Kesiapan Mahasiswa Keperawatan Universitas Pekalongan Menjadi Kader Posbindu PTM Di Kota Pekalongan | |
| Vidiya Stiyasih, Sri Mumpuni Yuniarsih | 1997 |

Efektivitas Semanggi Air (*Marsilea Crenata*) Terhadap Kadar Cod pada Fitoremidiasi Limbah Cair Tahu

Effectiveness of Semanggi Air (*Marsilea crenata*) on COD Concentration in Phytoremediation of Tofu Liquid Waste

¹Irma Rohmawati, Endah Rita Sulistya Dewi², Maria Ulfah³

¹Mahasiswa Pendidikan Biologi, FPMIPATI, Universitas PGRI Semarang
Email: irmarohmawati18@gmail.com

²Dosen pembimbing Pendidikan Biologi, FPMIPATI, Universitas PGRI Semarang
Email: mariaulfah@upgris.ac.id

³Dosen pembimbing Pendidikan Biologi, FPMIPATI, Universitas PGRI Semarang
Email: endahrita@yahoo.co.id

Abstrak

Limbah cair tahu mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, padatan sebagian berupa kulit kedelai, protein, lemak dan karbohidrat. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan tingkat pencemaran melebihi baku mutu dengan hasil uji suhu 56⁰C, pH 4,1, BOD 4590 mg/L, dan COD 9150 mg/L, sehingga diperlukan cara untuk mencegah pencemaran. Salah satu langkah yang digunakan adalah melalui strategi biologi dengan agen tumbuhan yang dikenal dengan istilah fitoremediasi. Tujuan penelitian adalah mengetahui efektivitas Semanggi Air terhadap penurunan kadar COD limbah cair tahu. Metode penelitian menggunakan metode eksperimen dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari empat variasi biomassa Semanggi Air, yaitu: 0 g, 25 g, 50 g, dan 75 g dengan 3 kali ulangan selama 10 hari. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan kadar COD yang bervariasi dengan nilai COD 2018,67; 782; 444; dan 125,3. Perlakuan yang paling efektif adalah P₃ dengan biomassa 75 gram menghasilkan penurunan COD mencapai 94% dan telah memenuhi baku mutu Permen LH No.15 tahun 2008 dengan batas maksimal COD 150 mg/L. Hasil uji homogenitas varians menunjukkan keempat perlakuan memiliki varians homogen dan analisis sidik ragam menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 5% (4,07) dan $> F_{tabel}$ 1% (7,59). Kesimpulan dari penelitian adalah Semanggi Air efektif dalam penurunan kadar COD limbah cair tahu dan semakin tinggi biomassa Semanggi Air, keefektifan dalam menurunkan COD akan meningkat.

Kata Kunci: COD, Efektivitas, Fitoremidiasi, Limbah cair tahu, Semanggi Air

Abstract

Tofu liquid waste contains suspended and dissolved solids, some solids is soybean, proteins, fats, and carbohydrates. The results of preliminary research showed that level of pollution exceeds the quality standard with temperature 56⁰C, pH 4.1, BOD 4590 mg/L, and COD 9150 mg/L, so is needed to prevent pollution. One step used is through biological strategies with plant agents known as phytoremediation. The purpose of study was to determine the effectiveness of Semanggi Air on the levels of COD of tofu liquid waste. The research method used an experimental method with a completely randomized design (RAL) consisting of four variations of biomass Semanggi Air: 0 g, 25 g, 50 g, and 75 g with 3

replications for 10 days. The results showed a decrease in COD levels which the value of COD 2018,67; 782; 444; and 125,3. The most effective treatment is P₃ with 75 gram biomass which can decrease in COD reaching 94% and has met the quality standard of Permen LH No.15 of 2008 with a maximum COD limit of 150 mg/L. The variance homogeneity test results showed that the four treatments had homogeneous variance and variance analysis showed that $F_{counted} > F_{table}$ 5% (4.07) and $> F_{table}$ 1% (7.59). The conclusion of the study is Semanggi Air has effectiveness in decreasing the levels of COD of tofu liquid waste and the higher Semanggi Air biomass, the effectiveness of decrease in COD will increase.

Keywords: COD, Effectiveness, Phytoremediation, Tofu liquid waste, Semanggi Air

1. Pendahuluan

Industri tahu telah berkontribusi dalam penyediaan pangan bergizi, penyerapan tenaga kerja, dan pengembangan ekonomi daerah, namun industri tahu juga berpotensi mencemari lingkungan karena industri ini menghasilkan limbah yang jumlahnya cukup besar. Limbah cair tahu mengandung zat organik yang dapat menyebabkan pesatnya pertumbuhan mikroba dalam air. (Subekti, 2011). Limbah akan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk. Bau busuk ini akan mengakibatkan gangguan pernafasan. Apabila limbah ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan apabila masih digunakan maka akan menimbulkan penyakit gatal, diare, dan mual (Muhajir, 2013).

Sumber limbah industri tahu di Semarang menghasilkan nilai rata-rata BOD 3,500 mg/L dan COD 7,300 mg/L (Romli, 2009). Hal ini melebihi ambang batas baku mutu menurut PERMEN LH Nomor 15 Tahun 2008 tentang "Baku mutu air limbah bagi usaha pengolahan kedelai" dengan batas maksimal kadar BOD 150 mg/L dan COD 275 mg/L. Karakteristik limbah cair tahu adalah temperaturnya melebihi temperatur normal badan air penerima (50-80°C), warna limbah putih kekuningan dan keruh, pH < 7, padatan berupa kulit kedelai, protein, lemak, dan karbohidrat. Hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan peneliti juga menunjukkan bahwa di salah satu sentra industri tahu di Semarang memiliki tingkat pencemaran yang cukup tinggi dengan hasil uji BOD memiliki kadar 4590 mg/L, COD 9150 mg/L, suhu 56°C dan pH 4,1.

Limbah cair tahu di perairan selain berpotensi menimbulkan bau busuk juga menambah beban pencemaran air, sehingga diperlukan cara untuk mencegah pencemaran perairan yang timbul akibat pembuangan limbah tahu. Salah satu langkah yang dapat digunakan adalah melalui strategi biologi dikenal dengan istilah remediasi. Remediasi merupakan suatu upaya mengurangi bahan kimia beracun dan berbahaya di lingkungan dengan bantuan organisme dari jenis tanaman, hewan, atau bakteri. Remediasi menggunakan tumbuhan disebut fitoremediasi. Salah satu agen biologis yang memiliki potensi sebagai fitoremediasi adalah tumbuhan air (Surtikanti, 2011).

Pada umumnya tumbuhan air mampu mengakumulasi logam berat maupun zat organik dengan cara menyimpan pada bagian organ tertentu pada tanaman, misalnya *Ipomea* sp, *Eclipta* sp, *Marsilea* sp (Gupta *et al.*, 2008). Logam berat yang mampu diserap oleh tumbuhan air antara lain: Pb (Timbal), Cd (cadmium), Cr (Kromium), Hg (Merkuri), dan Zn (seng), sedangkan zat organik yang mampu diakumulasi adalah protein, karbohidrat, lipid, dan lain-lain. Semua spesies tanaman air dapat melakukan

penyerapan logam berat dan zat organik melalui akar yang dapat digunakan sebagai indikator pencemaran pada perairan (Popova *et al.*, 2009).

Semanggi air dapat dijumpai pada lahan basah maupun saluran irigasi sawah yang merupakan habitat aslinya (Seth *et al.*, 2008). Pemilihan tanaman Semanggi air sebagai tanaman yang digunakan untuk remediasi dikarenakan tanaman semanggi termasuk tanaman agen fitoremediator yang dapat digunakan dalam proses fitoremediasi (Surtikanti, 2011). Tanaman Semanggi air (*Marsilea crenata*) memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi, hidup pada habitat yang kosmopolitan, mampu mengkonsumsi air dalam jumlah banyak dan dalam waktu yang singkat, mampu meremediasi lebih dari satu jenis polutan, mempunyai toleransi tinggi terhadap polutan, dan mudah dipelihara. Berdasarkan kisaran hidup tersebut diharapkan tanaman Semanggi air berpotensi sebagai agen fitoremediasi limbah cair tahu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas tanaman semanggi air dalam mengurangi kadar COD limbah organik industri pembuatan tahu dengan harapan hasil yang diperoleh akan dapat dipergunakan industri tahu agar dapat mengolah limbahnya.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2018-Maret 2019. Uji laboratorium dilakukan di Laboratorium Kesehatan dan Alat Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Limbah cair tahu, tanaman Semanggi Air (*Marsilea crenata*), Bak tempat remediasi, *beaker glass*, kamera, kertas label, gunting, timbangan, isolatip, termometer, dan pH meter.

Adapun variable penelitian adalah :

- a. Variabel Dependent : kadar COD limbah cair industri tahu
- b. Variabel Independent : massa tanaman Semanggi air (*Marsilea crenata*)
- c. Variabel kontrol : volume limbah, suhu, pH, intensitas cahaya

Menurut Permatasari (2010) ukuran baku tanaman untuk meremediasi 1 liter cairan sampel dibutuhkan 5 gram bobot tanaman. Metode penelitian ini adalah eksperimen dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan penelitian terdiri dari empat variasi biomassa tumbuhan Semanggi air, yaitu: 0 g (kontrol), 25g, 50 g, dan 75g yang disusun secara acak dengan undian, sedangkan volume limbah adalah 5 liter untuk setiap perlakuan dengan 3 kali ulangan selama 10 hari proses remediasi.

Desain penelitiannya adalah sebagai berikut:

| | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| P₃U₁ | P₁U₁ | P₀U₁ | P₀U₂ |
| 5 | 6 | 7 | 8 |
| P₂U₁ | P₃U₂ | P₁U₂ | P₁U₃ |
| 9 | 10 | 11 | 12 |
| P₃U₃ | P₀U₃ | P₂U₂ | P₂U₃ |

Gambar 1. Denah Eksperimen

Keterangan:

- P₀:Biomassa Semanggi Air 0 g
- P₁: Biomassa Semanggi Air 25 g
- P₂:Biomassa Semanggi Air 50 g
- P₃:Biomassa Semanggi Air 75 g
- U: Ulangan

Prosedur penelitian terdiri dari persiapan dan pelaksanaan program. Untuk persiapan : (a).Menyediakan limbah cair tahu sebanyak 60liter (b). Menyediakan tumbuhan semanggi air sebanyak 450gram (c).Menentukan biomassa tumbuhan Semanggi air.Penentuan biomassa tumbuhan Semanggi air dilakukan dengan cara:

1. Memasukkan tumbuhanSemanggi airpadabakyangdigunakan dalam penelitian yaitubakbesar yang telah diisi airbersih sampaibagian permukaan airbak tersebut penuh ditutupi tumbuhan Semanggi air.
2. Menimbang Semanggi airsehingga diperoleh biomassa sebanyak 450gram.
3. Menetapkan variasi biomassa dengan variasi biomassatumbuhan semanggi airyang digunakan yaitu : 0 g , 25g, 50 g, dan 75g.

Untuk Pelaksanaan percobaan berupa : (a).Mengisi12 bak yang telah disiapkan dengan limbah cair tahu masing- masing 5liter. (b).Memasukkan tumbuhan semanggi air kedalam bak sesuai perlakuan: bak 1 sampai dengan bak 12 dibutuhkan masing-masing massatumbuhan semanggi air: 0 g (kontrol), 25g, 50g, dan 75 g. (c).Menyusun percobaan secara acak (RAL) berdasarkan undian. (d).Ftioremdiasi dilakukan selama 10 hari terhitung sejak tumbuhan semanggi air dimasukkan dalam bak percobaan. (d).Menganalisis kadar COD .

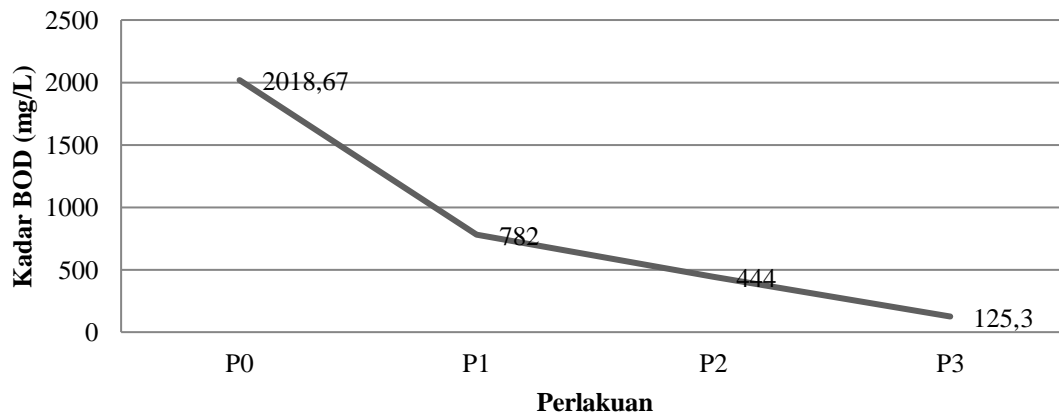
3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa tanaman Semanggi air (*Marsilea crenata*) memiliki efektivitas dalam menurunkan kadarCOD pada limbah cair tahu. Adapun perbandingan massa tanaman Semanggi air (*Marsilea crenata*) yang digunakan dalam penelitian adalah: 0 gram, 25 gram, 50 gram dan 75 gram menunjukkan hasil yang bervariasi. Tujuan adanya variasi biomassa pada tanaman Semanggi air (*Marsilea crenata*) yang digunakan dalam setiap perlakuan adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan biomassa tanaman Semanggi air (*Marsilea crenata*) terhadap efektivitas penurunan kadar COD pada Limbah cair industri tahu dan mengetahui Biomassa Semanggi air (*Marsilea crenata*) yang paling efektif digunakan dalam menurunkan kadar COD limbah cair tahu hingga memenuhi baku mutu yang telah ditentukan. Pengamatan dilakukan selama 10 hari dari tanggal 16 Desember 2018-26 Desember 2018. Adapun efektivitas tanaman Semanggi air (*Marsilea crenata*) dalam menurunkan kadar COD dapat dilihat pada tabel1.

Tabel 1. Efektivitas Semanggi air (*Marsilea crenata*) dalam menurunkan kadar COD

| Parameter | Baku Mutu | Perlakuan | Ulangan | | | Jumlah | Rata-rata | % Penurunan |
|------------|-----------|-----------|---------|------|------|--------|-----------|-------------|
| | | | U1 | U2 | U3 | | | |
| COD (mg/L) | 275 | P0 | 2359 | 1912 | 1785 | 6056 | 2018,67 | 0 |
| | | P1 | 829 | 561 | 956 | 2346 | 782 | 61 |
| | | P2 | 459 | 542 | 331 | 1332 | 444 | 78 |
| | | P3 | 99 | 194 | 83 | 376 | 125,3 | 94 |

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat bahwa efektivitas fitoremediasi semanggi air terhadap kadar COD menunjukkan hasil yang bervariasi antara 2018,67-125,3. Nilai efektivitas tertinggi terdapat pada perlakuan P₃ dengan Biomassa tanaman Semanggi Air 75 gram dengan penurunan kadar COD mencapai 94% dengan nilai rerata COD telah memenuhi baku mutu yaitu 125,3 mg/L, sedangkan Nilai efektivitas terendah terdapat pada perlakuan P₀ dengan Biomassa tanaman Semanggi Air 0 gram dengan penurunan kadar COD 0% dengan nilai rerata COD masih diatas baku mutu yaitu 2018,67 mg/L. Berdasarkan data pada tabel 1 maka dapat dibuat histogram rerata Efektivitas fitoremediasi Semanggi Air terhadap kadar COD.



Gambar 2. Grafik rata-rata penurunan kadar BOD

Uji homogenitas varians digunakan untuk mengetahui variabel homogen atau heterogen.

Tabel 2. Uji homogenitas varians

| Fitoremidiasi Semanggi Air (COD) | | | |
|----------------------------------|-----|-----|------|
| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
| 3.135 | 3 | 8 | .087 |

Berdasarkan tabel 2 maka homogenitas varians yang dihasilkan dengan nilai *levene statistic* 3,135 dan nilai sig 0,087 > 0,05 pada level probabilitas yang artinya keempat perlakuan efektivitas fitoremidiasi tanaman semanggi air memiliki varians yang sama atau identik (homogen).

Perhitungan homogenitas varians selanjutnya dilakukan analisis sidik ragam. Hasil analisis sidik ragam dapat dilihat dalam tabel 3.

Tabel 3. Analisis sidik ragam terhadap nilai COD

| Sumber keragaman | Derajat Bebas | Jumlah kuadrat | Kuadrat tengah | F hitung | F tabel | |
|------------------|---------------|--------------------------|----------------|----------|---------|-----------|
| | | | | | 5% | |
| Perlakuan | 3 | 6180475.667 ^a | 2060158.556 | 56.264 | 4.07 | Perlakuan |
| Galat | 8 | 292929.333 | 36616.167 | | | Galat |
| Total | 11 | 6473405 | | | | Total |

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa $F_{hitung} (32.81) > F_{tabel} 5\% (4,07)$ dan $> F_{tabel} 1\% (7,59)$. Hal ini menunjukkan bahwa H_0 yang menyatakan Tanaman Semanggi air tidak efektif terhadap penurunan kadar COD pada fitoremidiasi limbah cair tahu ditolak, maka H_1 yang menyatakan Tanaman Semanggi air efektif terhadap penurunan kadar COD pada fitoremidiasi limbah cair tahu diterima. Untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan tiap pengaruh biomassa tanaman Semanggi Air terhadap efektivitas fitoremediasi dilakukan Uji lanjut yaitu dengan menggunakan Uji Jarak Ganda Duncan yang dapat dilihat pada tabel 4.

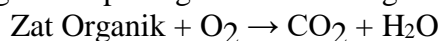
Tabel 4. Uji Jarak Ganda Duncan COD

| Perlakuan | Rerata | Nilai Duncan | | Selisih rata-rata setiap perlakuan | | | |
|-----------|---------|--------------|-------|------------------------------------|-------|-------|----|
| | | 5% | 1% | P0 | P1 | P2 | P3 |
| P0 | 2018,67 | | | | | | |
| P1 | 782 | 30,55 | 42,45 | 1232,67 | | | |
| P2 | 444 | 30,82 | 44,85 | 1574,67 | 338 | | |
| P3 | 125,3 | 31,47 | 46,05 | 1893,37 | 656,7 | 318,7 | |

Hasil Uji Jarak Ganda Duncan (UJGD) kemudian dilakukan perhitungan antara rata-rata tengah dan perlakuan yaitu perlakuan P₀ dibandingkan dengan Perlakuan P₁ didapatkan hasil 1232,67 lebih besar dari Uji Duncan 5% (30,55) dan 1% (42,45) maka perbedaan yang diamati signifikan. P₀ dibandingkan dengan P₂ didapatkan hasil 1574,67 lebih besar dari Uji Duncan 5% (30,82) dan 1% (44,85) maka perbedaan yang diamati signifikan. P₀ dibandingkan dengan Perlakuan P₃ didapatkan hasil 1893,37 lebih besar dari Uji Duncan 5% (31,47) dan 1% (46,05) maka perbedaan yang diamati signifikan. Pada perlakuan P₁ dibandingkan dengan P₂ didapatkan hasil 338 lebih besar dari Uji Duncan 5% (30,82) dan 1% (31,47) maka perbedaan yang diamati signifikan. P₁ dibandingkan dengan Perlakuan P₃ didapatkan hasil 656,7 lebih besar dari Uji Duncan 5% (31,47) dan 1% (46,05) maka perbedaan yang diamati signifikan. Pada perlakuan P₂ dibandingkan dengan P₃ didapatkan hasil 318,7 lebih besar dari Uji Duncan 5% (31,47) dan 1% (46,05) maka perbedaan yang diamati signifikan.

Biomassa yang paling efektif dalam menurunkan kadar COD limbah cair tahu adalah pada Biomassa 75 gram dengan persentase penurunan mencapai 94% yang menunjukkan nilai COD telah memenuhi baku mutu yaitu 125,3 sedangkan pada Biomassa 25 gram, 50 dan 75 gram terjadi penurunan namun masih diatas ambang baku mutu (782; 444; dan 125,3). Penurunan nilai COD pada tiap perlakuan disebabkan karena bahan padatan telah mulai mengendap sehingga bahan buangan di air limbah juga berkurang. Selain itu, sebagian bahan buangan telah teroksidasi dan sebagian lagi juga telah terserap oleh tanaman sehingga dapat mengurangi nilai COD. Penurunan ini juga dikarenakan suplai oksigen terlarut cukup banyak terutama dari hasil fotosintesis tanaman sehingga menyebabkan dekomposisi bahan organik menjadi lebih efektif. Hal ini didukung oleh pendapat Haberl and Langergraber (2002), bahwa proses fotosintesis pada tanaman memungkinkan adanya pelepasan oksigen pada daerah sekitar perakaran (zona *rhizosphere*). Kondisi zona *rhizosphere* yang kaya akan oksigen, menyebabkan perkembangan bakteri aerob di zona tersebut. Pendapat tersebut juga dikemukakan oleh Suriawiria (2003), bahwa kadar oksigen bebas suatu perairan dapat ditentukan oleh adanya aktivitas fotosintesis didalamnya, serta hubungan antara permukaan perairan dengan udara bebas.

Penguraian bahan organik secara biologis oleh mikroorganisme menyangkut reaksi oksidasi dengan hasil akhir karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O). proses penguraian bahan organik dapat digambarkan sebagai berikut (Hanum, 2002):



Mekanisme fitoremediasi yang terjadi pada tanaman Semanggi air dimulai pada tahap *Rhizofiltrasi*, yaitu proses adsorpsi atau pengendapan kontaminan limbah cair tahu berupa zat organik protein, lemak, dan karbohidrat oleh akar untuk menempel pada akar. Setelah polutan menembus endodermis akar, polutan atau senyawa asing lain mengikuti aliran transpirasi ke bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut (xilem dan floem) ke bagian tanaman lainnya. Tanaman Semanggi air menyerap melalui akar, kemudian didistribusikan ke seluruh bagian tanaman (Raras *et al.*, 2015). Kemudian zat kontaminan berupa zat organik yang mempunyai rantai molekul yang kompleks diurai menjadi bahan yang tidak berbahaya menjadi susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi tumbuhan itu sendiri (*phytodegradation*). Enzim yang berperan pada tahap *phytodegradation* biasanya adalah *dehaloganase*, *oxygenase*, dan *reductase*. Proses terakhir yaitu proses menarik zat kontaminan yang tidak berbahaya yang selanjutnya diupayakan ke atmosfer (*phytovolatilization*) dalam bentuk senyawa volatil (Soemirat, 2009).

Jumlah biomassa atau berat tanaman sangat mempengaruhi proses penurunan kadar COD. Semakin kecil berat tanaman akan semakin besar kemungkinan tanaman tersebut akan mati yang dapat mengakibatkan proses penurunan kadar limbah cair akan terganggu, sehingga jumlah berat tanaman sangat diperlukan untuk menggantikan tanaman yang mati (Suriawira, 2003). Darajeh *et al.* (2014) menyatakan bahwa semakin banyak jumlah tanaman dalam suatu wadah percobaan, semakin tinggi nilai COD yang direduksi. Penurunan nilai bahan organik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti keberadaan mikroba di akar tanaman yang memanfaatkan bahan organik untuk aktivitas dan pertumbuhan (Omokeyeke *et al.*, 2013). Hal ini terbukti pada perlakuan P₃ dengan biomassa 75 gram menghasilkan penurunan nilai COD paling efektif mencapai 94% dengan kadar COD telah memenuhi baku mutu yaitu 125,3 mg/L. Pengaruh biomassa terhadap kadar COD juga dijelaskan oleh Ratnani (2013) menjelaskan bahwa penggunaan tanaman eceng gondok dalam mengolah limbah cair tahu yang menunjukkan semakin tinggi biomassa maka akan semakin efektif dalam menurunkan COD. Hal ini dibuktikan dengan perlakuan Biomassa 0; 0,5; 1 dan 1,5 kg didapatkan penyisihan COD dengan biomassa terbesar (1,5 kg) mampu menurunkan nilai COD berkisar 92,4%. Berat eceng gondok yang tinggi memberikan kontribusi yang tinggi untuk menurunkan konsentrasi COD, karena akar tanaman pada berat eceng gondok 1,5 kg lebih banyak dan panjang pula dibandingkan dengan berat yang lain, sehingga disekitar akar eceng gondok akan terdapat mikroorganisme yang akan mendegradasi senyawa organik yang terkandung dalam limbah, senyawa organik tersebut dijadikan sebagai sumber nutrisi bagi mikroba dan selanjutnya diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Menurut Hayati (1992) proses penurunan pencemar dalam limbah cair dengan menggunakan tumbuhan air merupakan kerjasama antara tumbuhan dan mikroba yang berada pada tumbuhan tersebut. Brahmana dan Hidayat (2008) menjelaskan bahwa bahan-bahan pencemar tersebut akan diserap oleh akar tanaman setelah didegradasi oleh mikroorganisme menjadi senyawa yang lebih sederhana.

4. Kesimpulan

Tanaman Semanggi air efektif terhadap penurunan kadar COD pada fitoremediasi limbah cair tahu yang dibuktikan dengan penurunan kadar COD 0%, 61%, 78% dan 94% dengan nilai COD 2018,67;782;444; dan 125,3 serta semakin tinggi biomassa semanggi air, keefektifan dalam menurunkan kadar BOD akan meningkat.

Sebaiknya para pelaku industri tahu melakukan pengolahan limbah terlebih dahulu agar limbah cair industri yang dibuang ke perairan tidak menimbulkan pencemaran. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kandungan zat pencemar yang ada pada Semanggi air melalui analisis jaringan untuk mengetahui mekanisme penyerapan dan akumulasi zat pencemar yang ada di dalam jaringan tanaman. Pada penelitian selanjutnya variabel penelitian bisa ditambahkan dengan variasi waktu atau dengan kombinasi jenis tanaman.

Daftar Pustaka

Brahmana S., & Hidayat, R. (2008). Pengendalian Pencemaran Sumber Air Dengan Ekoteknologi (Wetland Buatan). *Jurnal Sumber Daya Air*, 4, 111-124.

- Gupta, S., Nayek, S., Saha, R. N., & Satpati, S. (2008). Assessment of heavy metal accumulation in macrophyte, agricultural soil, and crop plants adjacent to discharge zone of sponge iron factory. *Environmental geology*, 55(4), 731-739.
- Haberl and Langergraber. (2002). Constructed wetlands: a chance to solve wastewater problems in developing countries. *Water Science and Technology*, 40(3), 11-17.
- Hanum, F. (2002). Proses Pengolahan Air Sungai Untuk Keperluan Air Minum, Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara.
- Hayati, N. (1992). Kemampuan eceng gondok dalam mengubah sifat fisik kimia limbah cair pabrik pupuk urea dan asam formiat. *Institut Teknologi Bandung*
- Muhajir, M. S. (2013). Penurunan Limbah Cair Bod Dan Cod Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (*Typha Angustifolia*) dengan Sistem Constructed Wetland (*Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang*).
- Omokeyeke, O., Sikoki, F. D., & Nwachukwu, E. O. (2013, November). Phytoremediation potential of an aquatic weed, *Eichornia crassipes*, in crude oil contaminated sites. In *Proceedings of The Annual International Conference, Syiah Kuala University-Life Sciences & Engineering Chapter* (Vol. 3, No. 1).
- Permatasari.(2010). Efektivitas Kombinasi *Salvinia molesta* dengan *Hydrilla verticillata* dalam Remediasi Logam Cu pada Limbah Elektroplating. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(2), E240-E245.
- Popova, L. P., Maslenkova, L. T., Yordanova, R. Y., Ivanova, A. P., Krantev, A. P., Szalai, G., & Janda, T. (2009). Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47(3), 224-231.
- Raras, D. P., Yusuf, B., Kalimantan, M., & Dalam, T. (2015). Analisis Kandungan Ion Logam Berat (Fe , Cd , Cu dan Pb) pada Tanaman Apu- Apu (*Pistia Stratiotes L*) dengan menggunakan Variasi Waktu. *1Laboratorium Kimia Analitik Program Studi Kimia FMIPA Universitas Mulawarman 2Program Studi Kimia FMIPA Universitas Mulawarman*.
- Ratnani, R. D., Hartati, I., & Kurniasari, L. (2013). Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Untuk Menurunkan Kandungan COD (Chemical Oxygen Demond), Ph, Bau, Dan Warna Pada Limbah Cair Tahu. *Laporan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*.
- Romli, M. (2009). Suprihatin, "Beban Pencemaran Limbah Cair Industri Tahu dan Analisis Alternatif Strategi Pengelolaannya,". *Jurnal Purifikasi*, 10(2), 141-154.
- Seth, C. S., Misra, V., Chauhan, L. K. S., & Singh, R. R. (2008). Genotoxicity of cadmium on root meristem cells of *Allium cepa*: cytogenetic and Comet assay approach. *Ecotoxicology and Environmental safety*, 71(3), 711-716.
- Soemirat J. 2009. *Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta (ID): Gajah Mada University Press.
- Subekti, S. (2011). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Skripsi, Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Padjajaran, Semarang*.
- Suriawiria, U. (2003). Mikrobiologi Air dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis. PT Alumni. Bandung.
- Surtikanti, H.K. (2011). Isolasi dan Identifikasi Bakteri yang Berpotensi sebagai Agen Bioremediasi Timbal (Pb) dari Lumpur Lapindo. *Skripsi tidak diterbitkan*
-