

## PEMANFAATAN BATU KARANG-PASIR DALAM PROSES PENGOLAHAN GREYWATER

Maria Y. T. Weking\*, Bibiana D. Tawa, Sherlly M. F. Ledoh, Imanuel Gauru  
Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Indonesia

Article Received: 30 May 2018

Article Accepted: 26 June 2018

### Abstract

A study of *Greywater* treatment has been conducted. By utilising vast local coral reefs and sand as filter media, we aimed to treat synthetic waste water in term of reducing its pH, temperature, COD, phosphates and turbidity parameter. The sample was passed gravitationally through 3 variation of filtering agent composition i.e. 1:1, 2:1 and 1:2 of coral reefs to sand ratio respectively in 2 flow rates: 0,4 and 0,8 mL/s. The collected up flow effluent was then analysed. Data resulted were then tested with ANOVA statistical test. The result showed that the mass ratio of the media and the flow rate influenced parameters. The best treatment was obtained at the 1:1 mass ratio in 0,4 mL/s flow rate. The effluent fulfilled the Indonesian water standard quality according to PP No 82 tahun 2001 and PERMENKES No 416/MENKES/PER/1990

**Keywords:** *Greywater, water treatment, ANOVA Test*

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan batu karang-pasir dalam proses pengolahan *greywater*. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisa efisiensi penyisihan dengan perbandingan massa media dan menganalisa pengaruh laju alir dalam menurunkan konsentrasi parameter uji. Parameter yang diuji dalam penelitian ini diantaranya suhu, pH, COD, fosfat, kekeruhan dan kesadahan total. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan RAL pola faktorial  $2^3$  yang terdiri dari 2 variabel bebas yaitu perbandingan massa media batu karang:pasir kuarsa (1:1; 2:1; dan 1:2) dan laju alir (0,4 dan 0,8 mL/s) dengan 3 kali pengulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan massa media dan laju alir berpengaruh terhadap parameter uji. Perlakuan terbaik berdasarkan besarnya efisiensi penyisihan diperoleh pada perbandingan massa media 1:1 dengan laju alir 0,4 mL/s. Pengolahan *Greywater* sintetik menggunakan metode penyaringan kerikil batu karang dan pasir kuarsa mampu menghasilkan air baku yang memenuhi PP No 82 tahun 2001 dan PERMENKES No 416/MENKES/PER/1990.

**Kata Kunci :** *Greywater, Pengolahan air, Uji ANOVA*

### Pendahuluan

Rumah tangga selalu membutuhkan air untuk setiap kebutuhannya. Selain untuk minum, penggunaan air dalam jumlah besar biasa digunakan untuk memasak, mandi dan mencuci. Hal ini akan menghasilkan limbah berupa *Greywater* yang banyak pula. *Greywater*

\*Corresponding Author: Jl. Adisucipto-Penfui Kupang 85110 telp. (+62380)8037977,  
e-mail: mariayosefinaweking@gmail.com

biasanya dibuang saja ke lingkungan sekitarnya yang menyebabkan pencemaran lingkungan dan menjadi tempat bersarangnya beberapa vektor penyakit, di antaranya vektor nyamuk dan lalat<sup>1</sup>.

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian tentang pengolahan air di antaranya menggunakan media filter pasir kuarsa dan kerikil zeolit untuk memurnikan air sungai Malimpung<sup>2</sup> dan media pasir untuk menjernihkan air Sungai Musi<sup>3</sup>. Penggunaan kombinasi media antara pasir, kerikil, arang, ijuk dan koral sebagai media penyaringan untuk memurnikan air sumur<sup>4</sup>. Penelitian tentang pengolahan *greywater* antara lain telah dilakukan dengan memanfaatkan kombinasi pasir, kerikil zeolit dan ijuk sebagai media filter<sup>5</sup>, kombinasi pasir dan arang sebagai media filter<sup>6</sup> dan kombinasi pasir, kerikil zeolit dan arang aktif<sup>7</sup>.

Pulau Timor Nusa Tenggara Timur dengan topografi kering dan musim kemarau yang panjang, sering mengalami masalah kekurangan air bersih. Oleh karena itu, selain manajemen sumber air bersih, pengelolaan limbah *Greywater* dapat menjadi alternatif solusi penanganan krisis air bersih. Dalam penelitian ini akan digunakan media filter lokal berupa batu karang, batuan yang melimpah di Kota Kupang dan pasir.

## **Hasil Dan Pembahasan**

Pada penelitian ini kerikil batu karang dan pasir kuarsa sebagai media untuk menjernihkan *Greywater* sintetik dari deterjen terlebih dahulu ditentukan sifat luas dan keasaman permukaan. Setelah itu, efluen yang dihasilkan dianalisis sifat fisika dan kimianya meliputi suhu, pH, COD, fosfat, kekeruhan dan kesadahan total.

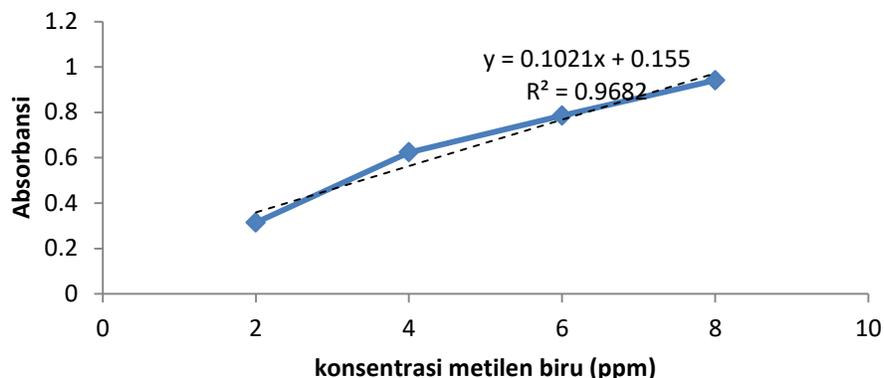
### **Keasaman permukaan media penyaring**

Sifat keasaman permukaan media (jumlah mmol situs asam yang terdapat dalam setiap gram media) dilakukan dengan membandingkan berat media sebelum dan sesudah bereaksi dengan uap amonia. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh keasaman permukaan pasir kuarsa sebesar 48,51 mmol/g dan batu karang sebesar 1,55 mmol/g. Tingginya keasaman permukaan pasir kuarsa merupakan manifestasi gugus  $\text{SiO}_2$  yang bersifat asam Lewis<sup>8-10</sup>. Selain itu, Pasir kuarsa juga mengandung senyawa  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  dan  $\text{K}_2\text{O}$  yang mudah berikatan dengan amoniak<sup>11</sup>.

### **Luas permukaan media**

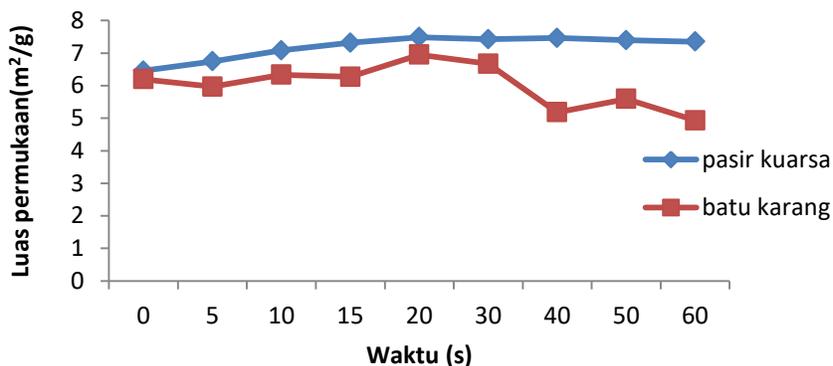
Penentuan luas permukaan bertujuan untuk mengetahui kemampuan media sebagai adsorben. Semakin besar luas permukaan suatu adsorben semakin besar kemampuan media

dalam menyerap adsorbat. Penentuan luas permukaan dilakukan dengan metode adsorpsi metilen biru oleh adsorben.



Gambar 1. Grafik kurva standar metilen

Penentuan luas permukaan media penyaring ditentukan dengan mengukur absorbansi larutan metilen biru sisa yang tidak diserap oleh sampel batu karang dan pasir kuarsa pada  $\lambda_{\text{maks}} = 660 \text{ nm}$ . Konsentrasi metilen biru yang tidak terserap dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linear pada Gambar 1. Adapun konsentrasi metilen biru teradsorpsi diperoleh dari selisih konsentrasi metilen biru awal dengan konsentrasi metilen biru sisa. Hubungan antara waktu adsorpsi dan luas permukaan dapat dilihat pada Gambar 2.

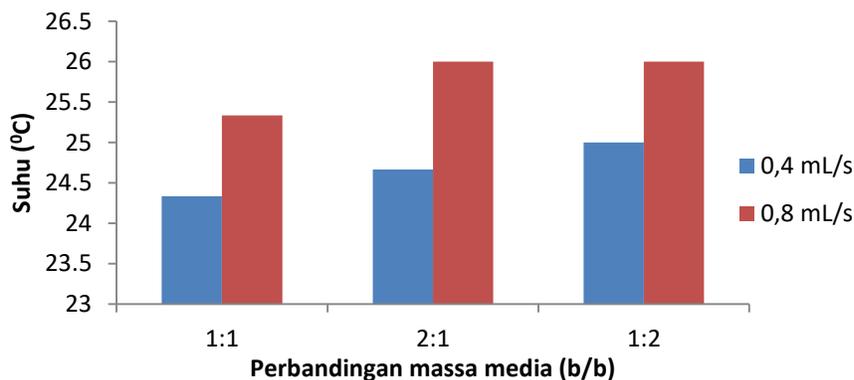


Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu adsorpsi dan luas permukaan

Gambar 2 menunjukkan bahwa luas permukaan pasir kuarsa lebih besar dari pada luas permukaan batu karang. Luas permukaan pasir kuarsa optimum pada waktu 20 menit sebesar  $7,49 \text{ m}^2/\text{g}$ , sedangkan untuk batu karang optimum pada waktu 20 menit sebesar  $6,95 \text{ m}^2/\text{g}$ . Data ini bersesuaian dengan sifat keasaman masing-masing media. Menurunnya adsorpsi setelah waktu optimum dikarenakan adsorben telah jenuh<sup>12</sup>.

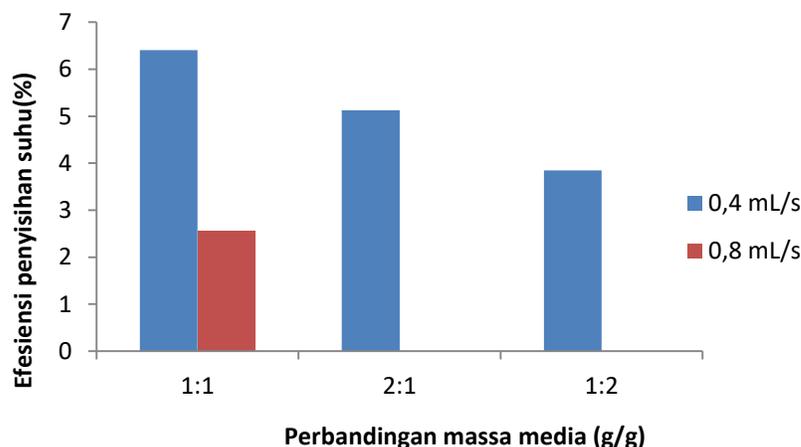
### Pengaruh perbandingan massa media dalam menurunkan konsentrasi parameter uji dan besar efisiensi yang diperoleh.

Pengaruh perbandingan massa media batu karang : pasir terhadap penurunan parameter uji pada laju alir 0,4 mL/s dan 0,8 mL/s ditunjukkan pada Gambar 3, 5, 7, 9, 11 dan 13, sedangkan besarnya efisiensi penyisihannya ditunjukkan pada Gambar 4, 6, 8, 10, dan 12.



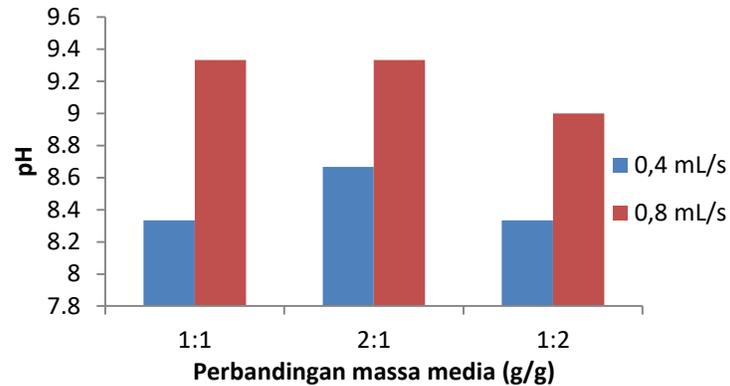
Gambar 3. Grafik hubungan antara perbandingan massa media dan suhu

Gambar 3 menunjukkan grafik hubungan antara suhu dan perbandingan massa media. Pada grafik tersebut terlihat jelas bahwa suhu yang paling rendah untuk kedua variasi laju alir diperoleh pada perbandingan massa 1:1 kemudian diikuti 1:2 dan 2:1. Hal ini berarti media dengan perbandingan massa yang sama mampu menurunkan suhu dengan baik. Terjadinya penurunan suhu diduga karena adanya transfer panas yang berasal dari larutan deterjen ke media.



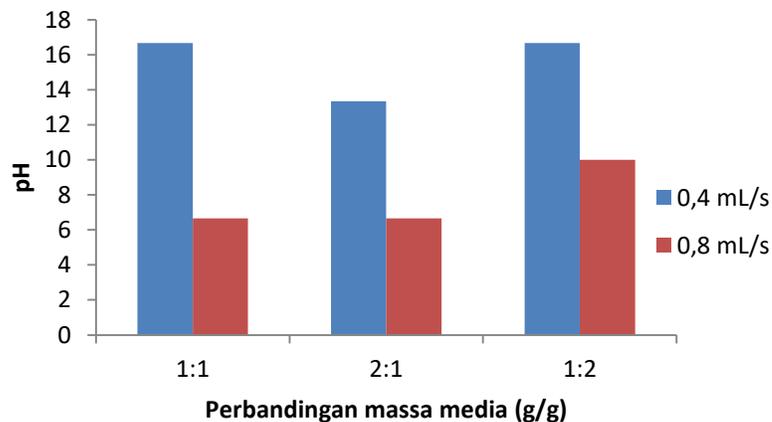
Gambar 4. Grafik hubungan antara perbandingan massa media dan efisiensi penyisihan suhu

Efisiensi penyisihan dan diperoleh hasil akibat perbandingan massa media seperti yang terlihat pada Gambar 4. Efisiensi terbesar diperoleh pada perbandingan massa 1:1 pada laju alir yaitu sebesar 6,41 %.

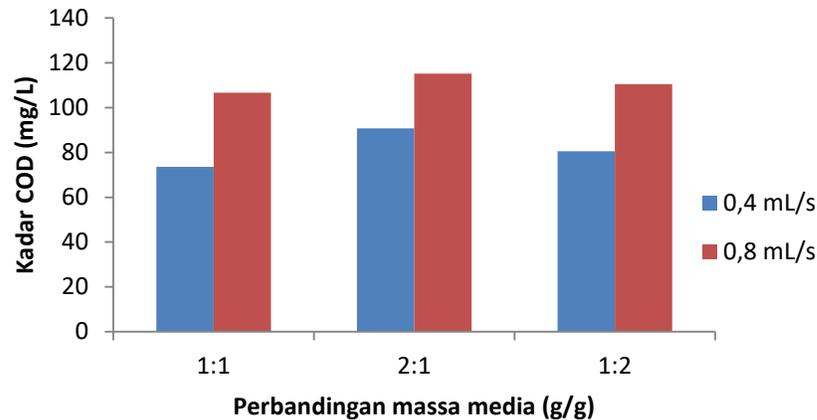


Gambar 5. Grafik hubungan antara perbandingan massa media dan pH

Perbandingan massa media yang mampu menurunkan pH terendah adalah 1:1 diikuti rasio 1:2 dan 2:1 (Gambar 5). Secara keseluruhan hasil yang diperoleh menunjukkan penurunan pH yang cukup baik yang diduga akibat terjerapnya senyawa-senyawa organik dan anorganik dalam sampel *Greywater*. Penurunan pH yang optimum pada perbandingan massa 1:1 ini kemudian dikonfirmasi oleh besarnya efisiensi penyisihan terbesar (16%) pada perbandingan massa tersebut dengan laju alir 0,4 mL/s (Gambar 6).

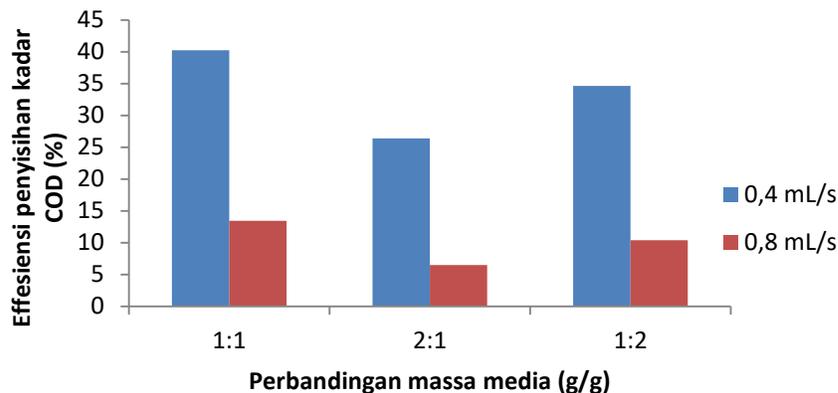


Gambar 6. Grafik hubungan antara perbandingan massa media dan efisiensi penyisihan pH

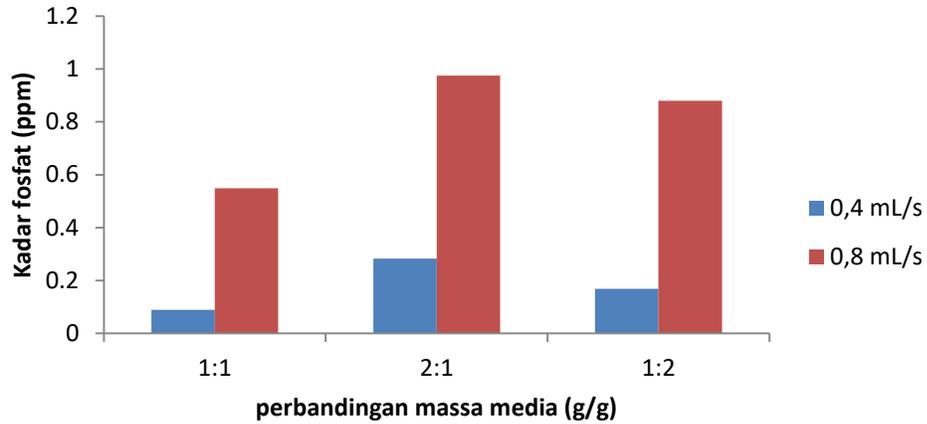


Gambar 7. Grafik hubungan antara kadar COD dan perbandingan massa media

Penurunan nilai COD disajikan pada Gambar 7. Sekali lagi perbandingan massa media 1:1 memberikan nilai terbaik. Pada rasio 1:2 dimana massa pasir kuarsa lebih banyak juga terlihat dapat menurunkan kadar COD namun tidak sebaik 1:1. Hal ini dikarenakan pasir kuarsa yang memiliki massa lebih banyak mencapai titik jenuh apabila permukaannya terlalu terisi penuh oleh zat-zat yang diserap<sup>13</sup>. Efisiensi penyisihan terbaik sebesar 40,26% (Gambar 8) diperoleh untuk perbandingan massa 1:1 dengan laju alir 0,4 mL/s

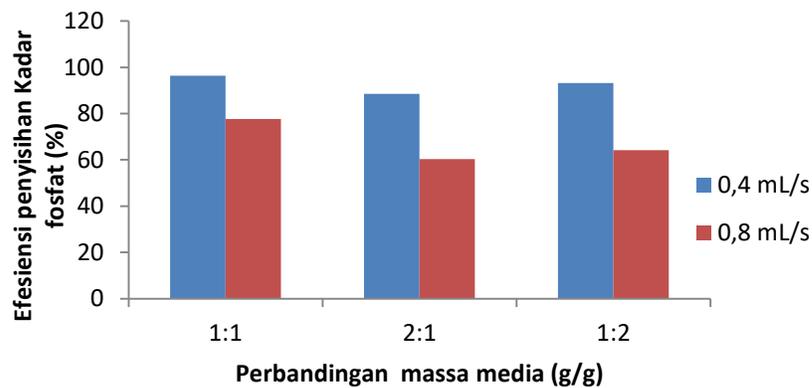


Gambar 8. Grafik hubungan antara perbandingan massa media dan efisiensi penyisihan kadar COD

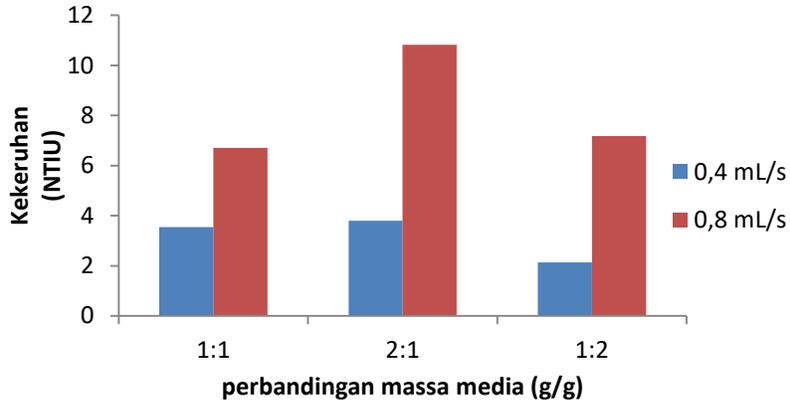


Gambar 9. Grafik hubungan antara perbandingan massa media dan kadar fosfat

Gambar 9 menyajikan penurunan kadar fosfat dari *Greywater* sintetik. Hasil serupa terlihat bahwa kadar fosfat dengan penurunannya paling besar diberikan oleh perbandingan massa media 1:1. Nilai efisiensi penurunan yang diperoleh sebesar 96,36% (Gambar 10).

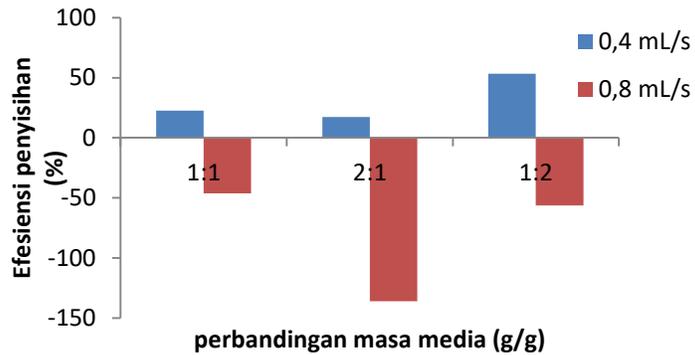


Gambar 10. Grafik hubungan antara perbandingan massa media dan efisiensi penyisihan kadar fosfat



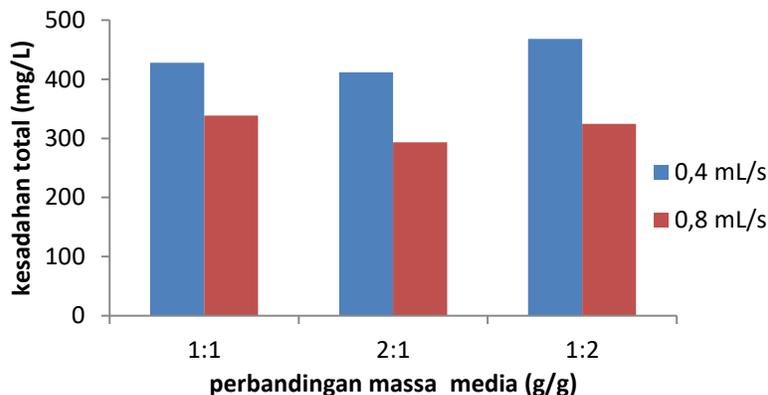
Gambar 11. Grafik hubungan antara perbandingan massa media dan kekeruhan

Perbandingan massa berpengaruh terhadap kekeruhan (Gambar 11). Tidak sebagaimana hasil-hasil sebelumnya, penurunan turbiditas terbaik diberikan oleh perbandingan massa 1:2. Hal ini berarti untuk menurunkan angka kekeruhan yang lebih optimal dibutuhkan media dengan komposisi pasir kuarsa lebih banyak dari batu karang.



Gambar 12. Grafik hubungan antara perbandingan massa media dan efisiensi penyisihan kekeruhan

Nilai efisiensi penyisihan kekeruhan dan diperoleh persentase penyisihan yang paling bagus pada perbandingan massa 1:2 variasi laju alir 0,4 mL/s dengan presentasi sebesar 53,38 % (Gambar 12). Nilai efisiensi penyisihan negatif pada laju alir 0,8 mL/s kemungkinan karena adanya kekeruhan dari media.

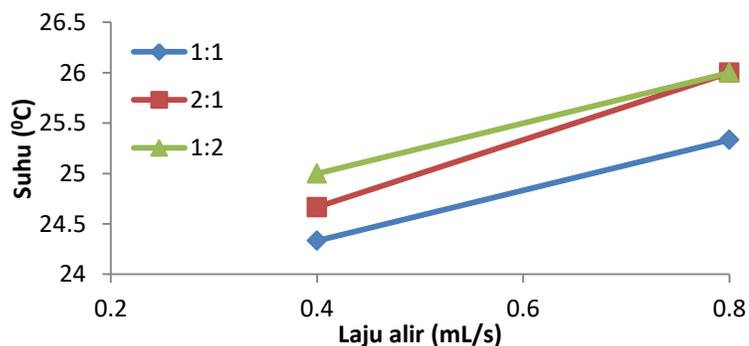


Gambar 13. Grafik hubungan antara perbandingan massa media dan kesadahan total

Pengaruh perbandingan massa media terhadap semua parameter uji dapat dibuktikan dengan uji ANOVA. Efisiensi penyisihan yang diperoleh untuk semua parameter uji pada variasi perbandingan massa memiliki persentasi penyisihan paling besar berturut-turut untuk perbandingan massa 1:1, 1:2 dan terakhir 2:1.

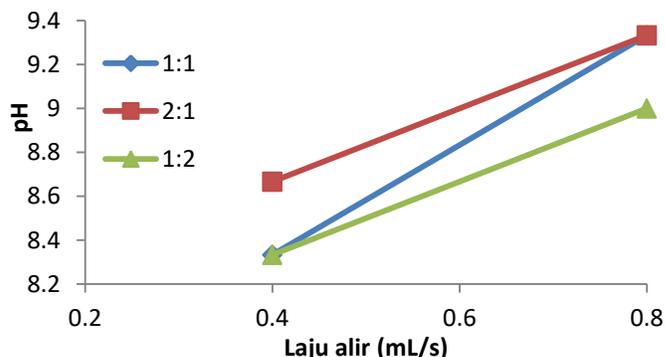
#### Pengaruh laju alir dalam menurunkan konsentrasi parameter uji

Pengaruh laju alir terhadap penurunan parameter uji pada perbandingan massa batu karang : pasir kuarsa 1:1, 2:1 dan 1:2 dapat dilihat pada Gambar 14-Gambar 18.



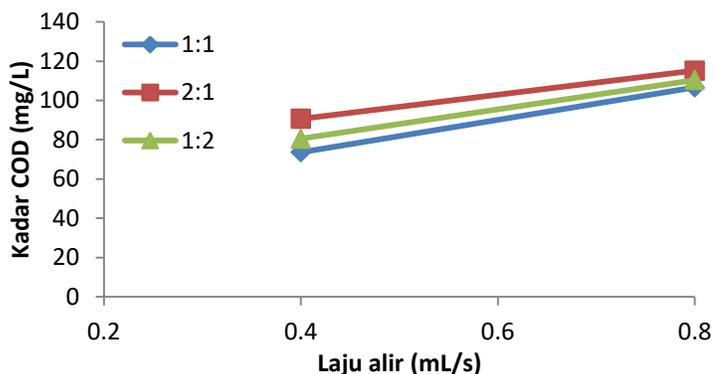
Gambar 14. Grafik hubungan antara laju alir dan suhu

Pada Gambar 14 terlihat jelas bahwa laju alir berpengaruh terhadap suhu. Suhu yang diperoleh effluent mengalami penurunan setelah terjadi proses filtrasi. Dari data grafik pada Gambar 14, suhu effluent untuk kedua variasi laju alir sudah memenuhi standar baku mutu PP nomor 82 tahun 2001<sup>14</sup>. Namun suhu yang paling bagus diperoleh pada laju alir 0,4 mL/s perbandingan massa 1:1 dengan nilai 24,33 °C .



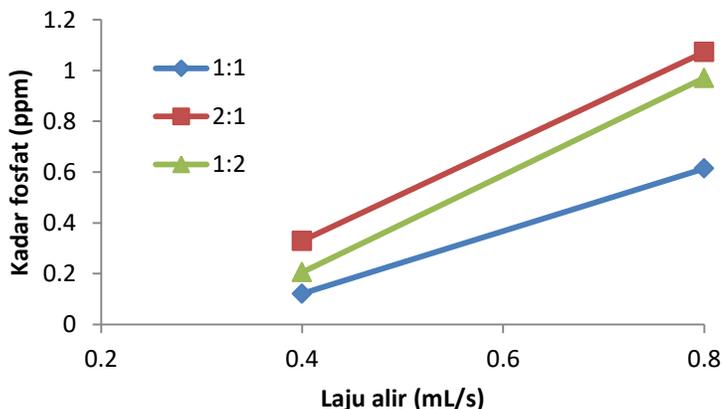
Gambar 15. Grafik hubungan laju alir dan pH

Berdasarkan Gambar 15 terlihat bahwa laju alir berpengaruh terhadap pH. Jika hasil ini dibandingkan terhadap persyaratan baku mutu air bersih tingkat kelas nomor empat<sup>14</sup> untuk parameter pH, efluen pada laju alir 0,4 mL/s untuk ketiga variasi perbandingan massa memenuhi persyaratan sedangkan pada laju alir 0,8 mL/s hanya perbandingan masa 1:2 yang memenuhi persyaratan. Nilai pH yang paling bagus diperoleh pada laju alir 0,4 mL/s perbandingan massa 1:1 dan 1:2 dengan nilai pH yang sama yaitu 8,33.



Gambar 16. Grafik hubungan antara laju alir dan kadar COD

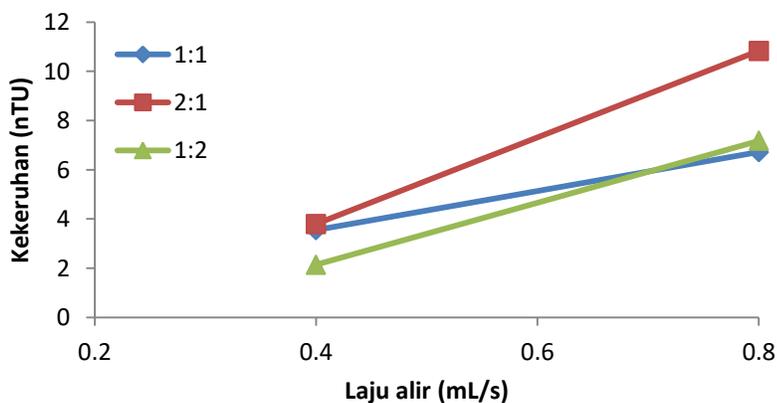
Grafik hubungan antara laju alir dengan kadar COD pada Gambar 16 menunjukkan pola tertentu untuk semua perbandingan massa yaitu 1:1, 1:2, dan 2:1. Semakin besar laju alir penurunan kadar COD semakin kecil. Hasil yang diperoleh berbanding terbalik dengan penelitian yang dilakukan Anggun<sup>15</sup>. Hal ini diduga karena sampel yang melewati kedua media pada varias laju alir 0,8 m/s terlalu cepat sehingga proses adsorpsi tidak sempurna. Seperti yang terlihat pada Gambar 16, kadar COD paling kecil pada laju alir 0,4 mL/s variasi perbandingan massa 1:1 dengan nilai 73,6 mg/L. Hasil ini memenuhi standar baku mutu air<sup>14</sup>.



Gambar 17. Grafik hubungan antara laju alir dan kadar fosfat

Berdasarkan Gambar 17 menunjukkan bahwa proses filtrasi dengan sistem *up flow* dalam menurunkan konsentrasi fosfat menunjukkan konsentrasi yang berbeda-beda untuk masing-masing variasi laju alir. Kadar fosfat yang terdapat pada efluen untuk semua variasi laju alir mengalami penurunan yang sangat signifikan.

Selain itu, kadar fosfat yang terdapat pada efluen untuk semua variasi laju alir memenuhi standar baku mutu air<sup>14</sup>. Namun effluent yang memiliki kadar fosfat yang paling kecil diperoleh pada variasi laju alir 0,4 mL/s perbandingan massa 1:1 sebesar 0,1211 mg/L.



Gambar 18. Grafik hubungan antara laju alir dan kekeruhan

Gambar 18 menunjukkan hubungan antara laju alir dan kekeruhan. Dapat dilihat pada grafik terjadi penurunan nilai kekeruhan dari sebelum filtrasi dan setelah filtrasi pada laju alir 0,4 mL/s, sedangkan pada laju alir 0,8 mL/s mengalami kenaikan nilai kekeruhan. Hal ini diduga karena belum optimalnya proses adsorpsi. Namun demikian, efluen yang dihasilkan untuk semua variasi laju alir mampu memenuhi standar baku mutu PERMENKES No 416/MENKES/PER/1990<sup>16</sup>. Nilai kekeruhan yang paling bagus diperoleh pada laju alir 0,4 mL/s perbandingan massa 1:2 dengan nilai kekeruhan 2,14.

## Kesimpulan

Perbandingan massa 1:1 dan laju alir 0,4 mL/s memberikan berpengaruh dan tingkat efisiensi penyisihan terbesar terhadap penurunan nilai suhu, pH, kadar COD, kadar fosfat dan kekeruhan. Pengolahan *Greywater* sintetik menggunakan metode penyaringan kerikil batu karang dan pasir kuarsa mampu menghasilkan air baku yang memenuhi PP No 82 tahun 2001 dan PERMENKES No 416/MENKES/PER/1990.

## Daftar Pustaka

1. Firmansyah, M. R., Haq, G. I., Lestari, P., Lintang, R. dan Uzla, R. A., 2015, *G-Wars (Greywater Recycle System): Rancang Bangun Teknologi Daur Ulang Limbah Domestik, Sebagai Solusi Penyediaan Air Bersih Yang Berkelanjutan*, Universitas Brawijaya, Malang.
2. Selintung, M dan Syahrir, 2012, *Studi pengolahan air melalui filter pasir kuarsa (studi kasus sungai Malimpung)*, Group Teknik Sipil, 6:1-10.
3. Quddus, R., 2014, *jurnal teknik sipil dan lingkungan*, 2(4), 669-675.
4. Adi, W., Sari, S dan Umroh, 2014, *Jurnal Sumber Daya Perairan*, 2(1), 34-38.
5. Pangidoan, Ariyanto, A. dan Syahroni, 2013, *Pengolahan Air Bersih Di Lingkungan Kampus Universitas Pasir Pengaraian Dengan Sistem Up Flow*, Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian.
6. Setyobudiarso, H dan yuwono, I., 2014, *Jurnal Neutron*, 6(2), 84-90.
7. Artiyani, A. dan Firmansyah, N. H., 2016, *Jurnal Industri Inovatif*, 6(1), 8-15
8. Falahiyah, 2015, *Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Abu Dari Sabut Dan Tempurung Kelapa Teraktivasi Asam Sulfat*, Skripsi, Universitas Islam Negeri Maulana Ibrahim, Malang
9. Simpen, N., Surya, P dan Purnawati, K. Y., 2012, *Jurnal Kimia*, 6(2), 169-177.
10. Widihati, I. A. G., Ratnayani, O. dan Angelina, Y., 2010, *Jurnal Kimia*, 4(1), 7-14.
11. Susanti, 2015, *Sintesis Silika Gel Teraktivasi Pasir Kuarsa Untuk Menurunkan Ion  $Cu^{2+}$  Dalam Air*, Skripsi, Universitas Negeri Semarang, Semarang
12. Krishawati, 2013, *Penjerap Logam Cd, Fe Dan Zn Dengan Adsorben Cangkang Telur Bebek Yang Telah Diaktivasi*, Skripsi, Universitas Sumatera utara, Sumatera Utara.
13. Siregar, R. D., Zaharah, T. A Dan Wahyuni, N., 2015, *JKK*, 4(2), 62-66.
14. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengolahan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.
15. Anggun, A. M. Dan Benedictus, S. A., 2008, *Jurnal Teknik Kimia*. [http://eprints.undip.ac.id/3637/1/Makalah Pengolahan Limbah dengan Media Biofilter Pasir.pdf](http://eprints.undip.ac.id/3637/1/Makalah%20Pengolahan%20Limbah%20dengan%20Media%20Biofilter%20Pasir.pdf). 22 maret 2018
16. Peraturan Menteri Kesehatan Republik indonesia nomor 416/MENKES/PER/1990 Tentang Pedoman Kualitas Air Bersih.

## **Metodologi**

### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan adalah *Greywater* sintetik, batu karang, pasir kuarsa, kertas pH universal,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $Ag_2SO_4$ ,  $H_2SO_4$  pekat,  $Fe(NH_4)(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ , indikator ferroin,  $HgSO_4$ ,  $KH_2PO_4$ ,  $(K(SbO)C_4H_6O_6 \cdot 1/2 H_2O)$ ,  $((NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O)$ ,  $(C_6H_8O_6)$ ,  $CaCO_3$ , indikator PP, metilen biru, EDTA,  $NH_4OH$ ,  $NH_4Cl$ , indikator EBT, indikator metil merah, kertas saring dan aquades.

### **Metode**

#### **tahapan persiapan**

Pada tahapan ini meliputi pembuatan preparasi kerikil batu karang, preparasi pasir kuarsa, penentuan keasaman permukaan media, penentuan luas permukaan media dan pembuatan larutan deterjen sintetik 1000 ppm.

#### **pengujian *Greywater* mula-mula**

Sampel *Greywater* mula-mula dianalisis sifat fisika dan kimianya meliputi suhu, pH, kadar COD, kadar fosfat, kekeruhan dan kesadahan total.

#### **pengolahan *Greywater***

Sampel *Greywater* dimasukkan ke dalam alat penyaringan yang telah berisi kerikil batu karang dan pasir kuarsa (Gambar 19). Sampel dalam bak penampung (*reservoir*) dialirkan secara *up flow* dengan memanfaatkan gaya gravitasi melewati penyaring (kerikil batu karang dan pasir kuarsa dengan variasi berturut-turut 1:1, 1:2 dan 2:1) dengan variasi laju alir sebesar 0,4 mL/s dan 0,8 mL/s. Air setelah penyaringan selanjutnya akan ditampung dan dianalisis sifat fisika dan kimianya (suhu, pH, kadar COD, kadar fosfat, dan kekeruhan).



Gambar 19. Model Alat Filtrasi Sistem *Up Flow*

Keterangan :

Wadah 1 = Reservoir *Greywater*

Wadah 2 = Kolom penyaring berisi kerikil batu karang dan pasir kuarsa

Wadah 3 = Penampung akhir

### penyajian data

Data disajikan dalam bentuk nilai efisiensi penyisihan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Efisiensi penyisihan} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Data juga diuji menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial  $2^3$  dengan masing-masing 3 kali pengulangan. Penelitian terdiri dari 2 faktor : Laju Alir ( A1 = 0,4 mL/s dan A2 = 0,8 mL/s) dan rasio massa (B1 = 1:1, B2 = 2:1 dan B3 = 1:2)