

PENGARUH BENTUK (*POWDER*, *GRANULE*, DAN *GRAVEL*) KARBON AKTIF DARI BAMBUN TERHADAP DEBIT DAN EFISIENSI ABSORPSI PADA PENJERNIHAN AIR SELOKAN MATARAM

THE INFLUENCE OF FORM (POWDER, GRANULE, AND GRAVEL) ACTIVATED CARBON FROM BAMBOO TO RATE OF FLOW OF WATER AND ABSORPTION EFFICIENCY IN WATER PURIFICATION SELOKAN MATARAM

Oleh: Aldian Nindya^{1*)}, Suparno²

¹Mahasiswa Program Studi Fisika FMIPA UNY

²Dosen Program Studi Fisika FMIPA UNY

*) E-mail: apanjoel93@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk (*powder*, *granule*, dan *gravel*) karbon aktif dari bambu terhadap efisiensi absorpsi dan debit pada penjernihan sampel air Selokan Mataram. Metode yang digunakan adalah teknik pertukaran ion. Proses absorpsi terjadi saat sampel dilewatkan ke dalam kolom penukar ion yang berisi absorben. Selama proses absorpsi dicatat lamanya waktu yang dibutuhkan. Air hasil penjernihan diuji transmisi cahaya untuk kemudian dibandingkan dengan nilai transmisi cahaya air mineral kemasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai debit maksimal adalah saat massa absorben 13 gram dengan nilai Q untuk *powder* ($0,72 \pm 0,05$) ml/menit, *granule* (17 ± 2) ml/menit, dan *gravel* (57 ± 4) ml/menit. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa nilai efisiensi absorpsi maksimum diperoleh pada massa absorben 37 gram dengan nilai η untuk *gravel* (79 ± 2)%, *granule* (94 ± 2)%, dan *powder* (90 ± 3)%. Karbon aktif *granule* memiliki nilai debit dan efisiensi absorpsi yang lebih baik bila dibandingkan dengan *powder* sehingga dapat menjadi solusi mengatasi terjadinya penyumbatan (*clogging*).

Kata kunci: Karbon aktif, *granule*, *gravel*, *powder*, debit aliran air (Q), efisiensi absorpsi (η).

Abstract

The study aims to determine the effect of form (powder, granule, and gravel) activated carbon from bamboo to absorption efficiency and rate of flow of water in water sampel purification selokan mataram. The method used is the technique of ion exchange. Absorption process occurs when the sample is passed through an ion exchange column contain an absorbent. During the absorption process noting the length of time required. Water purification result tested light transmission and then compared with the value of light transmission bottled mineral water. The result showed that the value of the maximum rate of flow of water is when the absorbent mass 13 grams with a value of Q for powder ($0,72 \pm 0,05$) ml/min, granule (17 ± 2) ml/min, and gravel (57 ± 4) ml/min. The result also showed that the value of the maximum absorption efficiency acquired the absorbent mass 37 grams with a value of η for gravel (79 ± 2)%, granule (94 ± 2)%, dan powder (90 ± 3)%. Activated carbon granule has a value of rate of flow of water better absorption efficiency when compared with the powder so that it can be a solution to overcome the clogging.

Keyword: activated carbon, *granule*, *gravel*, *powder*, rate of flow of water (Q), absorption efficiency (η).

Pendahuluan

Hujan merupakan karunia Tuhan Yang Maha Esa. Hujan memberikan kehidupan bagi hampir semua makhluk hidup yang ada di Bumi. Sel hidup, baik tumbuh-tumbuhan maupun hewan, sebagian besar tersusun oleh air. Lebih dari 75% isi sel tumbuh-tumbuhan atau lebih dari 67% isi

sel hewan tersusun dari air. Bumi memiliki air mencapai 1.400.000.000 km³ dengan hampir 97% merupakan air laut, 2% es di kutub-kutub bumi dan sisanya adalah air tawar yang mendukung kehidupan makhluk hidup di darat, di danau, sungai belum memadai (Suryawirya, 1993).

Selokan Mataram merupakan salah satu sumber air tawar bagi warga DI Yogyakarta. Air warga DI Yogyakarta untuk irigasi pertanian, namun dapat juga dimanfaatkan sebagai sumber air alternatif. Namun, melihat kondisi yang ada, air Selokan Mataram kurang layak digunakan karena kotor dan keruh. Oleh karena itu diperlukan penjernihan sebelum digunakan.

Penjernihan air dapat dilakukan dengan menggunakan metode absorpsi dengan bahan absorben yang baik. Salah satu absorben yang paling potensial adalah karbon aktif. Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi (Chand et al., 2005). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghasilkan karbon yang berpori, yaitu dengan cara dekomposisi termal material organik melalui tiga tahapan yaitu: dehidrasi, karbonasi, dan aktivasi (Benefield et al., 1982).

Penjernihan yang baik tidak hanya memerlukan absorben yang baik, namun bentuk dari absorben yang digunakan juga mempengaruhi efektivitas dari penjernihan. Penjernihan yang biasanya menggunakan serbuk (*powder*) memiliki kelemahan berupa penyumbatan (*clogging*) jika digunakan dalam jumlah yang banyak. Hal itu menjadikan proses penjernihan terlalu lama untuk memperoleh air hasil penjernihan yang sedikit. Dengan melakukan variasi bentuk karbon aktif yaitu berupa *powder*, *granule*, dan *gravel* diharapkan mampu mengatasi masalah yang ada.

Selokan Mataram selama ini biasa digunakan oleh

METODE PENELITIAN

Penelitian mulai dilaksanakan pada Desember 2014 hingga Mei 2015. Untuk proses karbonisasi dilakukan di Kebun Biologi FMIPA UNY. Untuk proses penggerusan dan pengayakan dilakukan di Lab. Bangunan FT UNY, sedangkan proses pengaktifan karbon dan pengambilan data dilakukan di Lab. Koloid Laboratorium Fisika FMIPA UNY.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen. Eksperimen dilakukan untuk mengetahui pengaruh bentuk karbon aktif (*powder*, *granule*, dan *gravel*) terhadap efisiensi absorpsi karbon aktif dan debit aliran air sampel air Selokan Mataram.

Pengukuran intensitas transmisi cahaya dilakukan dengan menggunakan lux meter. Pengukuran waktu kontak guna mengetahui besar nilai debit aliran air (Q) diukur dengan menggunakan *stopwatch*.

TAHAP PENGOLAHAN DATA

Untuk mengetahui efisiensi transmisi masing-masing karbon aktif dari bambu berbentuk *powder*, *granule*, dan *gravel* didasarkan pada perbandingan intensitas air jernih/air mineral kemasan (sebagai standar) dan intensitas cahaya yang melewati sampel air Selokan Mataram setelah penyaringan dengan bantuan lux meter. Adapun efisiensi transmisi cahaya (η) dapat ditentukan melalui persamaan:

$$\eta = (I_0 / I_t) \times 100 \% \quad \dots (1)$$

Keterangan:

- η = Efisiensi transmisi cahaya (%)
- I_0 = Intensitas cahaya standar (lux)
- I_t = Intensitas cahaya hasil filtrasi (lux)

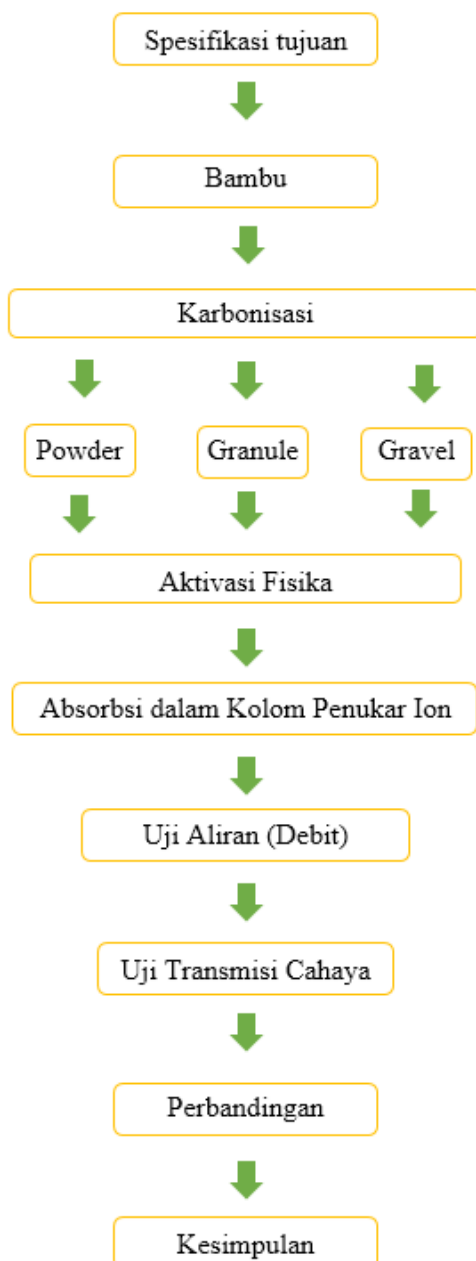
Untuk menghitung debit digunakan persamaan:

$$Q = V / t \quad \dots (2)$$

Keterangan:

- Q = Debit (ml/menit)
- V = Volume (ml)
- t = Waktu (menit)

Alur jalannya penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram skema penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Besarnya efisiensi serapan yang dilakukan akan dipengaruhi oleh seberapa banyak massa karbon yang digunakan dalam proses penyaringan (Unangalim, 2012). Selain massa karbon aktif besarnya efisiensi penyerapan yang dilakukan oleh karbon terhadap polutan air Selokan Mataram juga dipengaruhi oleh bentuk/ukuran karbon. Dengan kondisi air Selokan Mataram awal sebelum dilakukan proses penyaringan, air kran (PAM) dan air bersih/air mineral kemasan (I_0) seperti pada Tabel 1 didapatkan hasil penelitian sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Transmisi Cahaya Air Mineral Kemasan, Intensitas Air Kran, dan Air Selokan Mataram.

| Intensitas air mineral kemasan (I_0) | Intensitas air kran/PAM (I_t) | Intensitas awal air Selokan Mataram (I_t) |
|--|-----------------------------------|---|
| (36 ± 1) lux | (32 ± 1) lux | (9 ± 1) lux |

Hasil Uji Debit Aliran Air (Q) Karbon Aktif dari Bambu *Powder*, *Granule*, dan *Gravel*

Hasil uji debit aliran air disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan Bentuk (Ukuran) Karbon dan Debit aliran air (Q) dengan Variasi Massa: (a) 13 g, (b) 19 g, (c) 25 g, (d) 31 g, (e) 37 g, dan (f) Semua variasi massa.

(a)

| No. | Bentuk karbon | Q (ml/menit) | ΔQ (ml/menit) |
|-----|----------------|----------------|-----------------------|
| 1 | <i>Powder</i> | 0,72 | 0,05 |
| 2 | <i>Granule</i> | 16,97 | 2,03 |
| 3 | <i>Gravel</i> | 56,82 | 3,67 |

(b)

| No. | Bentuk karbon | Q (ml/menit) | ΔQ (ml/menit) |
|-----|---------------|----------------|-----------------------|
| 1 | <i>Powder</i> | 0,63 | 0,03 |

| | | | |
|---|---------|-------|------|
| 2 | Granule | 14,93 | 0,77 |
| 3 | Gravel | 48,39 | 2,52 |

(c)

| No. | Bentuk karbon | Q (ml/menit) | ΔQ (ml/menit) |
|-----|---------------|----------------|-----------------------|
| 1 | Powder | 0,41 | 0,02 |
| 2 | Granule | 13,12 | 0,66 |
| 3 | Gravel | 39,58 | 2,08 |

(d)

| No. | Bentuk karbon | Q (ml/menit) | ΔQ (ml/menit) |
|-----|---------------|----------------|-----------------------|
| 1 | Powder | 0,27 | 0,01 |
| 2 | Granule | 11,09 | 0,56 |
| 3 | Gravel | 35,55 | 1,82 |

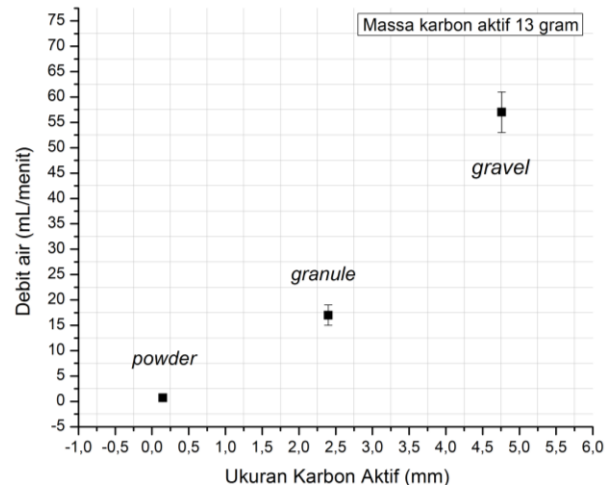
(e)

| No. | Bentuk karbon | Q (ml/menit) | ΔQ (ml/menit) |
|-----|---------------|----------------|-----------------------|
| 1 | Powder | 0,23 | 0,01 |
| 2 | Granule | 9,05 | 0,45 |
| 3 | Gravel | 32,97 | 1,67 |

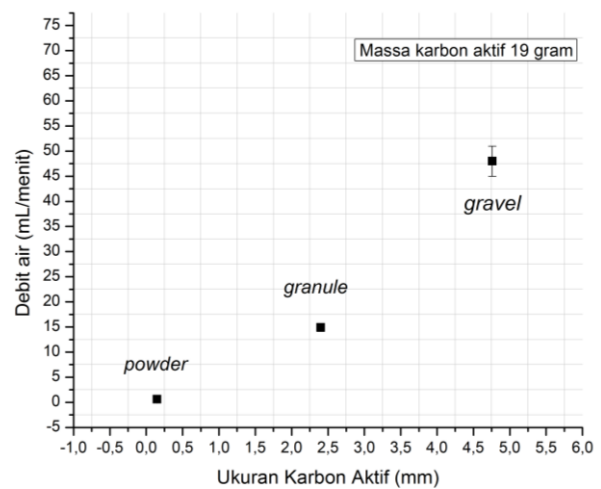
(f)

| No. | Bentuk karbon | Q (ml/menit) | | | | |
|-----|---------------|----------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 13 g | 19 g | 25 g | 31 g | 37 g |
| 1 | Powder | 0,72 | 0,63 | 0,41 | 0,27 | 0,23 |
| 2 | Granule | 16,97 | 14,93 | 13,12 | 11,09 | 9,05 |
| 3 | Gravel | 56,82 | 48,39 | 39,58 | 35,55 | 32,97 |

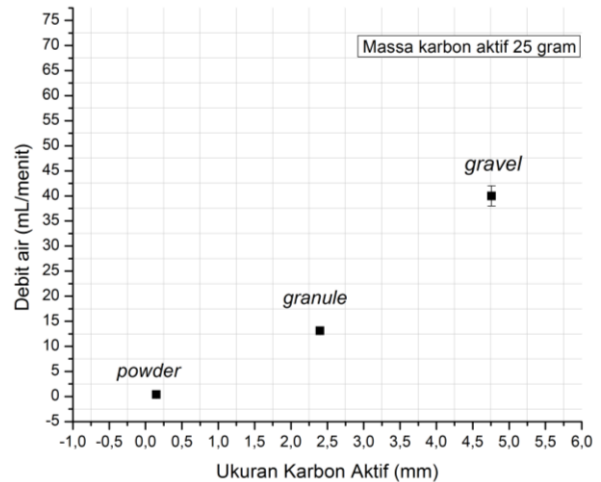
Hasil uji debit aliran air disajikan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 2.



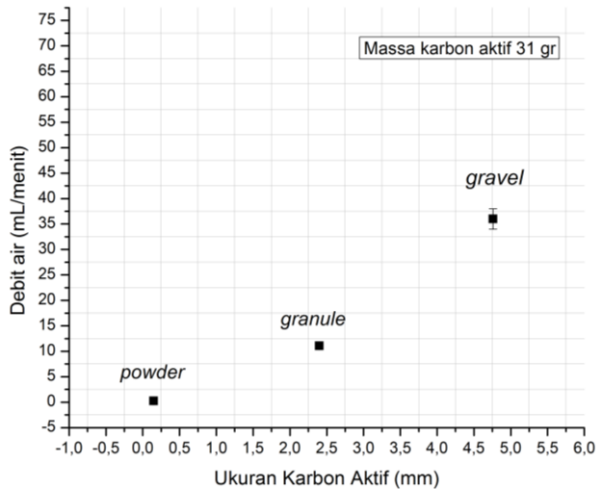
(a)



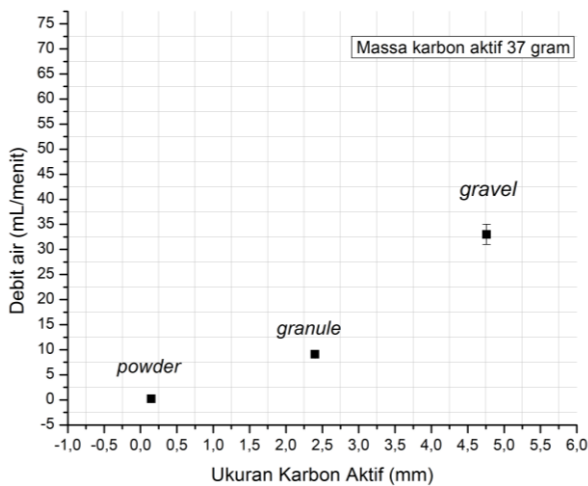
(b)



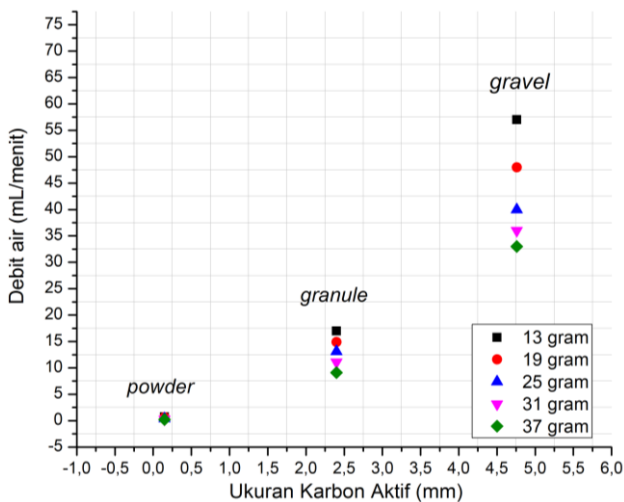
(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 2. Grafik Hubungan Bentuk (Ukuran) Karbon dan Debit aliran air dengan Variasi Massa: (a) 13 g, (b) 19 g, (c) 25 g, (d) 31 g, (e) 37 g, dan (f) Semua variasi massa.

Pada Gambar 2 (f) tampak bahwa karbon aktif dalam bentuk *powder* memiliki nilai debit

aliran air (Q) yang jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan nilai Q karbon aktif dalam bentuk *granule* dan *gravel* pada semua variasi massa yang diakibatkan karena munculnya *clogging*. Karbon aktif dalam bentuk *granule* memiliki nilai Q yang berada diantara *powder* dan *gravel*. Karbon aktif dalam bentuk *gravel* memiliki nilai Q yang paling besar dibandingkan bentuk karbon aktif lain yang digunakan. Ini terjadi karena semakin besar ukuran absorben yang digunakan dalam proses penyaringan maka akan memiliki celah (di antara tumpukan absorben tersebut) yang semakin besar pula sehingga air dapat dengan mudah mengalir tanpa mengalami hambatan. Sebaliknya, jika absorben semakin kecil maka celah antar bahan yang terbentuk juga akan semakin sempit sehingga dapat menahan laju aliran air pada proses penyaringan.

Berdasarkan Tabel 2 (f) tampak bahwa dengan melakukan penambahan massa karbon aktif mengakibatkan penurunan besarnya Q pada proses penjernihan air Selokan Mataram. Hal tersebut mengartikan bahwa massa karbon aktif yang digunakan pada proses penjernihan berpengaruh terhadap nilai Q . Massa yang relatif besar memicu terjadinya pemampatan karbon pada bagian bawah akibat adanya gaya gravitasi sehingga menjadi lebih padat. Karbon aktif yang menjadi padat oleh gaya gravitasi mampu untuk menghambat aliran air pada kolom penukar ion sehingga nilai Q menjadi turun bila dibandingkan dengan sebelum dilakukan penambahan massa.

Hasil Uji Efisiensi Transmisi (η) Air Selokan Mataram

Hasil uji efisiensi transmisi disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan Bentuk (Ukuran) Karbon dan Efisiensi Absorpsi (η) dengan Variasi Massa: (a) 13 g, (b) 19 g, (c) 25 g, (d) 31 g, (e) 37 g, dan (f) Semua variasi massa.

(a)

| No. | Bentuk karbon | η (%) | $\Delta \eta$ (%) |
|-----|----------------|------------|-------------------|
| 1 | <i>Powder</i> | 77 | 2 |
| 2 | <i>Granule</i> | 84 | 2 |
| 3 | <i>Gravel</i> | 49 | 2 |

(b)

| No. | Bentuk karbon | η (%) | $\Delta \eta$ (%) |
|-----|----------------|------------|-------------------|
| 1 | <i>Powder</i> | 79 | 2 |
| 2 | <i>Granule</i> | 84 | 2 |
| 3 | <i>Gravel</i> | 62 | 2 |

(c)

| No. | Bentuk karbon | η (%) | $\Delta \eta$ (%) |
|-----|----------------|------------|-------------------|
| 1 | <i>Powder</i> | 80 | 2 |
| 2 | <i>Granule</i> | 86 | 2 |
| 3 | <i>Gravel</i> | 68 | 2 |

(d)

| No. | Bentuk karbon | η (%) | $\Delta \eta$ (%) |
|-----|----------------|------------|-------------------|
| 1 | <i>Powder</i> | 86 | 3 |
| 2 | <i>Granule</i> | 93 | 2 |
| 3 | <i>Gravel</i> | 70 | 2 |

(e)

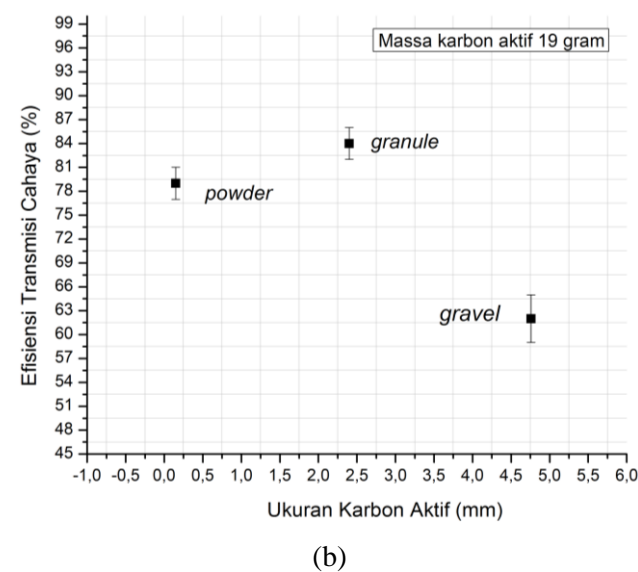
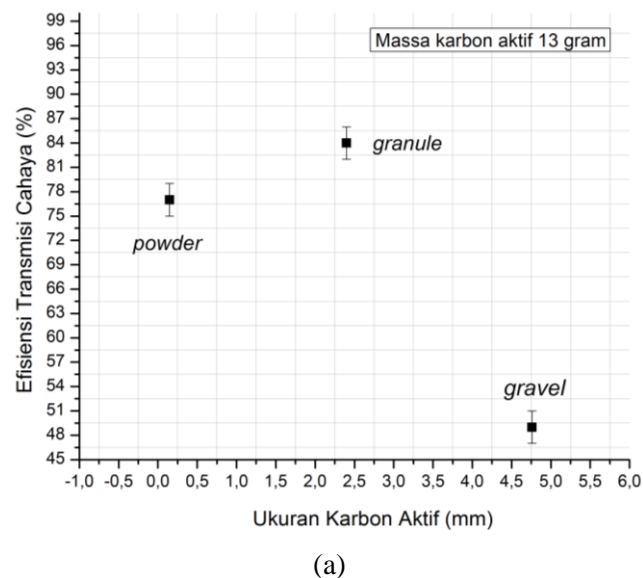
| No. | Bentuk karbon | η (%) | $\Delta \eta$ (%) |
|-----|----------------|------------|-------------------|
| 1 | <i>Powder</i> | 90 | 3 |
| 2 | <i>Granule</i> | 94 | 2 |
| 3 | <i>Gravel</i> | 79 | 2 |

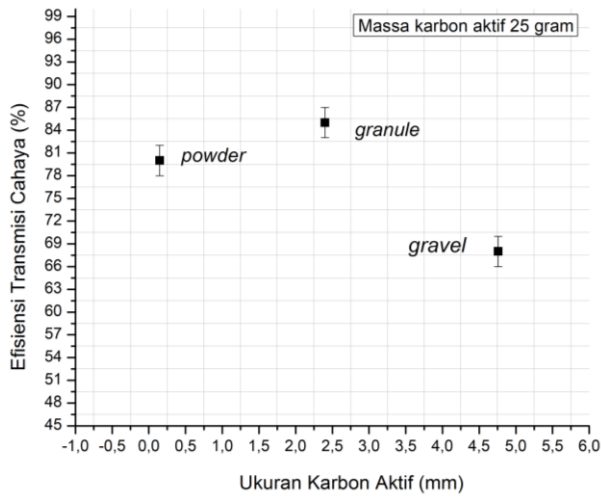
(f)

| No. | Bentuk karbon | η (%) | | | | |
|-----|---------------|------------|------|------|------|------|
| | | 13 g | 19 g | 25 g | 31 g | 37 g |
| 1 | <i>Powder</i> | 77 | 79 | 80 | 86 | 90 |

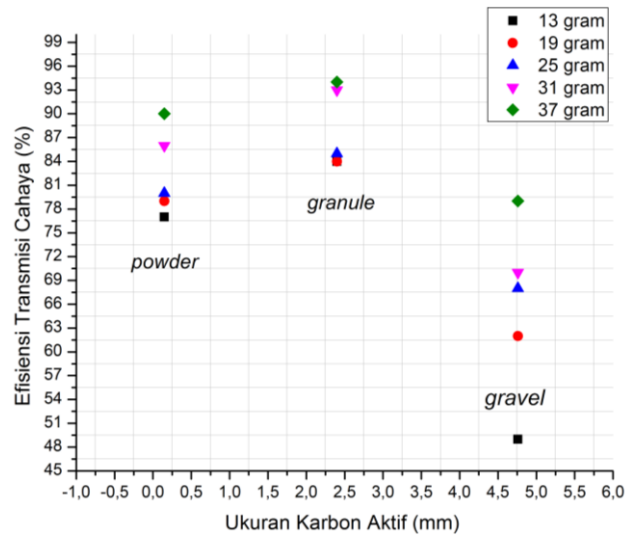
| | | | | | | |
|---|----------------|----|----|----|----|----|
| 2 | <i>Granule</i> | 84 | 84 | 86 | 93 | 94 |
| 3 | <i>Gravel</i> | 49 | 62 | 68 | 70 | 79 |

Hasil uji efisiensi transmisi dalam bentuk grafik disajikan pada Gambar 3.

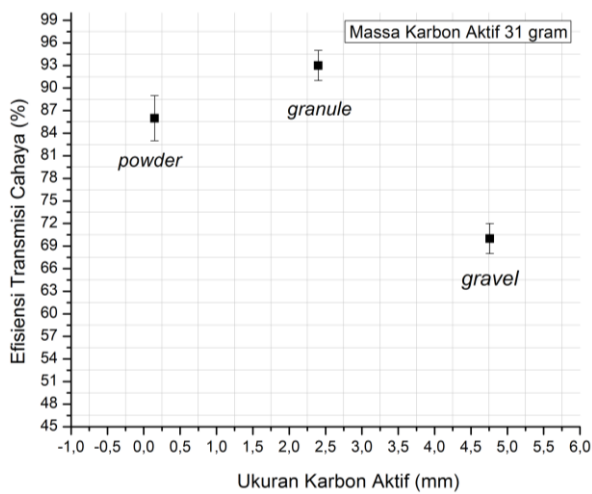




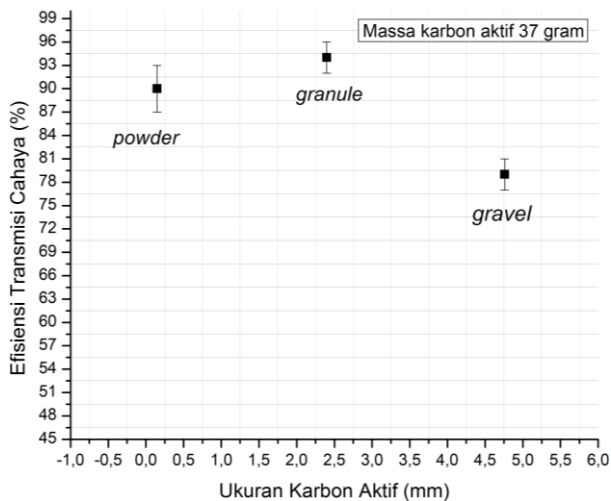
(c)



(f)



(d)



(e)

Gambar 3. Grafik Hubungan Bentuk (Ukuran) Karbon dan Efisiensi Absorpsi (η) dengan Variasi Massa: (a) 13 g, (b) 19 g, (c) 25 g, (d) 31 g, (e) 37 g, dan (f) Semua variasi massa.

Pada Tabel 3 (f) dapat dilihat bahwa penambahan jumlah massa karbon aktif untuk semua bentuk menunjukkan peningkatan nilai efisiensi transmisi yang cukup konstan, yaitu dengan *gravel* yang terendah, *powder* di antara *granule* dan *gravel*, serta *granule* yang tertinggi. Hal ini dapat dipahami bahwa karbon aktif dalam bentuk *gravel* memiliki kemampuan absorpsi yang lebih rendah dari yang lainnya karena luas permukaannya yang paling kecil dan waktu kontak yang paling cepat.

Karbon aktif dalam bentuk *granule* memiliki tingkat efisiensi absorpsi yang terbaik dari bentuk karbon aktif lainnya pada semua variasi massa atau selalu konstan menjadi yang terbaik. Namun, karbon aktif dalam bentuk *powder* juga tidak buruk nilai efisiensi absorpsinya, hanya selisih sedikit dari karbon aktif dalam bentuk *granule*. Hal ini terjadi karena karbon aktif dalam bentuk *granule* mempunyai luas permukaan yang cukup memadai untuk

melakukan absorpsi dan waktu kontaknya tidak terlalu cepat seperti *gravel* (ditunjukkan oleh besarnya nilai debit). Karbon aktif dalam bentuk *powder* kurang maksimal absorpsinya karena ada cukup banyak absorben yang ikut terlarut bersama air hasil penjernihan. Adapun waktu kontak sendiri adalah waktu yang diperlukan sampel air Selokan Mataram dengan volume tertentu untuk dapat melewati absorben dengan ukuran/bentuk tertentu.

Adanya *clogging* pada karbon aktif dalam bentuk *powder* membuat proses penjernihan air Selokan Mataram menjadi kurang efisien dari segi waktu meskipun bentuk ini (*powder*) memiliki nilai efisiensi transmisi cahaya yang baik. Dengan debit aliran air yang lebih besar dan nilai efisiensi absorpsi tertinggi pada titik massa 37 gram, yaitu sebesar $(94 \pm 2) \%$ bentuk karbon aktif dalam *granule* sangat direkomendasi menggantikan absorben dalam bentuk *powder* guna mengatasi masalah *clogging* yang terjadi pada karbon aktif berbentuk serbuk (*powder*).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin kecil ukuran atau bentuk karbon aktif yang digunakan dalam proses penjernihan, maka akan semakin kecil pula debitnya, sehingga proses penjernihan menjadi lebih lambat. Proses penjernihan juga semakin lambat seiring dengan penambahan jumlah absorben.

Bentuk karbon aktif juga berpengaruh pada nilai efisiensi transmisi cahaya sebagai indikator efisiensi transmisi absorpsi. Nilai

efisiensi tertinggi ditunjukkan oleh karbon aktif dalam bentuk *granule* pada massa 37 gram, yaitu sebesar $(90 \pm 3) \%$ untuk *gravel*, $(94 \pm 2) \%$ untuk *granule*, dan $(79 \pm 2) \%$ untuk *powder*.

SARAN

Pada penelitian ini hanya menggunakan sampel air yang berasal dari alam yaitu air Selokan Mataram. Untuk penelitian selanjutnya dapat diperbaharui dengan menggunakan limbah buatan sehingga banyaknya partikel pengotor dapat dikontrol. Alat transmisi cahaya yang digunakan dalam penelitian ini bisa disempurnakan agar hasil intensitas cahaya yang dihasilkan bisa lebih baik. Alat penyaring dalam penelitian ini masih dalam volume yang relatif kecil sehingga untuk kajian berikutnya dapat dimodifikasi guna memperbesar volume air yang dapat ditampung/disaring. Ukuran karbon aktif belum seragam sehingga perlu dibuat alat yang dapat menyeragamkan ukuran karbon aktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhiyadi, Unangalim. (2013). Pengaruh Absorpsi Karbon Aktif Kayu Asem dan Pasir Kali Putih terhadap Efisiensi Transmisi Cahaya pada Proses Penjernihan Air Selokan Mataram. *Skripsi*. Yogyakarta: FMIPA UNY
- Benefield, L. D., Judkins, J. F., and Weand, B. L. (1982). *Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment*. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs
- Chand, B., Roop, and Meenakshi Goyal. (2005). *Activated Carbon Adsorption*.
- Suryawirya, U. *Mikrobiologi Air*. Penerbit Alumni. Bandung. 1993.