

## KARBON AKTIF KULIT SINGKONG SEBAGAI MEDIA FILTRASI UNTUK MENURUNKAN BAKTERI *E. COLI* DAN KESADAHAN AIR SUMUR

Zumrotul Lailil Lutfia<sup>1)</sup>, Indah Nurhayati<sup>2\*</sup>  
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik  
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya  
Email: indahnurhayati@unipasby.ac.id

---

### Abstrak

Tingginya kadar E. coli dan kesadahan air sumur dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi yang mengkonsumsi. Oleh karena itu diperlukan teknologi yang dapat menurunkan bakteri E. coli dan kesadahan. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh suhu karbonasi terhadap kualitas karbon aktif kulit singkong, penurunan kadar bakteri E. coli dan penurunan kesadahan. Penelitian ini menggunakan kolom filtrasi (KF) dari pipa PVC Ø 4" tinggi 70 cm, dengan media kerikil, pasir silika, zeolite, dan karbon aktif kulit singkong. Tinggi masing-masing media 10 cm. KF1 berisi karbon aktif kulit singkong dengan suhu karbonasi 500°C, KF2 600°C, KF3 700°C. Karbon kulit singkong diaktivasi menggunakan NaOH 5% selama 24 jam. Mengoperasikan Kolom filtrasi secara downflow selama 48 jam, dan mengambil sampel setiap 12 jam. Kesimpulan dari penelitian ini adalah karbon aktif kulit singkong dengan suhu karbonasi 500°C, 600°C, 700°C dan aktivasi menggunakan NaOH 5% selama 24 jam, untuk kadar abu, kadar air, daya serap I<sub>2</sub> sudah sesuai SNI 06-3730-1995. Kolom filtrasi KF2 dengan karbon aktif suhu karbonasi 600°C dan waktu operasi 48 jam dapat menurunkan bakteri E. coli dan kesadahan tertinggi yaitu 99,99% dan 65%.

**Kata kunci :** E. coli, Karbon aktif kulit singkong, Kesadahan, Suhu karbonasi

### Abstract

*High levels of E. coli and the hardness of well-water can cause health problems for those who consume it. Therefore we need a technology that can reduce E. coli bacteria and hardness. This study aims to examine the effect of carbonation temperature on the quality of activated carbon in cassava peels, decreasing levels of E. coli bacteria and decreasing hardness. This study uses a filtration column (KF) of PVC pipe Ø 4" 70 cm high, with gravel, silica sand, zeolite, and activated carbon of cassava peel as the media. The height of each media is 10 cm. KF1 contains cassava peel-activated carbon with a carbonation temperature of 500°C, KF2 600°C, KF3 700°C. Cassava peel carbon was activated using 5% NaOH for 24 hours. Operate the filtration column downflow for 48 hours, and take samples every 12 hours. The conclusion of this research is cassava peel activated carbon with carbonation temperature of 500°C, 600°C, 700°C and activation using 5% NaOH for 24 hours, for ash content, moisture content, I<sub>2</sub> absorption is in accordance with SNI 06-3730-1995. KF2 filtration column with activated carbon with a carbonation temperature of 600°C and an operating time of 48 hours can reduce the highest E. coli bacteria, and hardness is 99.99% and 65%.*

**Keywords:** Cassava peel activated carbon, Carbonation temperature, E. coli, Hardness,

## 1. PENDAHULUAN

Masyarakat masih banyak yang menggunakan air sumur gali sebagai salah satu sumber air bersih. Air sumur gali rentan terkontaminasi bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*), karena air sumur berasal dari lapisan yang paling dekat dengan permukaan tanah (Rahmawati & Nurhayati, 2016). Di beberapa daerah air sumur melewati bebatuan kapur sehingga mengandung kesadahan yang tinggi (Sa'adah et al., 2021).

Sesuai peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Air Untuk Keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Peraqua dan Pemandian Umum kadar bakteri *E. coli* adalah 0 CFU/100 ml. Bakteri *E. coli* merupakan indikator pencemaran air. Semakin tinggi kadar bakteri *E. coli* pada perairan semakin tinggi pula kandungan bakteri patogen dalam air tersebut. Penyakit yang abikatkan oleh bakteri patogen diantaranya diare, muntaber, dan disentri. Tingginya kadar *E. coli* pada air sumur antara lain karena lokasi sumur gali berada didekat tempat pembuangan kotoran hewan atau tinja manusia (Awuy et al., 2018)

Kesadahan merupakan sifat air mengandung ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) berlebihan (Sa'adah et

al., 2021). Kadar  $\text{Ca}^{2+}$  dalam air dapat menyebabkan urin mengandung kalsium yang tinggi dan kristalisasi kalsium oksalat, sebagai tanda awal terjadinya penyumbatan saluran kemih (Sa'adah et al., 2021), penyumbatan pembuluh darah, dan batu ginjal (Nyoman et al., 2018). Kesadahan yang tinggi pada air juga dapat menyebabkan korosi dan kerak pada peralatan yang terbuat dari besi, konsumsi sabun tinggi karena tidak menimbulkan busa sabun (Nyoman et al., 2018).

Pengolahan air sumur untuk menurunkan kesadahan dan bakteri *E. coli* dapat dilakukan dengan menggunakan filtrasi media zeolite, kerikil, pasir dan karbon aktif. Pengolahan air payau dengan filtrasi media karbon aktif, zeolit, pasir silika dan kerikil dapat menurunkan bakteri *E. coli* 97%, walaupun belum memenuhi baku mutu (Rahmayanti & Hamidah, 2019).

Daya adsorpsi karbon aktif tinggi, karena karbon aktif mempunyai luas permukaan yang besar (Nurhayati et al., 2015). Karbon aktif dapat mengadsorpsi zat organik, gas, logam, bau, zat warna. Karbon aktif dapat dihasilkan dari tulang, dan limbah pertanian seperti sekam padi, tongkol jagung, kulit singkong, tempurung kelapa, ampas tebu, dan kayu (Nurhayati et al., 2018). Karbonisasi biasanya dilakukan pada suhu tinggi

tetapi dibawah 1000°C (Putri et al., 2019). Kulit singkong mengandung protein, selulosa, serat kasar yang tinggi oleh karena itu dapat memanfaatkan sebagai adsorben. Kandungan karbon (C) pada kulit singkong sekitar 59,3 % sehingga dapat digunakan sebagai karbon aktif (Sylvia et al., 2021). Karbon aktif kulit singkong dapat menyerap  $Fe^{++}$  94,07% dengan kapasitas adsorpsi 470,35 mg/g (Sylvia et al., 2021). Karbon aktif kulit singkong dengan suhu karbonasi 600°C dapat menurunkan Fe sebesar 51,97% (Pratiwi & Dewi, 2017). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh suhu karbonasi terhadap kualitas karbon aktif kulit singkong, penurunan kadar bakteri *E. coli* dan penurunan kesadahan air sumur gali.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan kolom filtrasi dari pipa PVC Ø 4", tinggi 70 cm, menggunakan media filtrasi zeolit, pasir silika, kerikil, dan karbon aktif kulit singkong. Air sumur yang digunakan berasal dari daerah Prambon Sidorajo. Filtrasi dilakukan secara kontinyu dengan debit 1 liter/jam dan arah aliran aliran *down flow*. Proses filtrasi dilakukan selama 48 jam dan pengambilan sampel dilakukan setiap 12 jam.

Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan tahapan yaitu membersihkan kulit singkong bagian dalam yang berwarna putih, memotong seperti dadu, mengeringkan sampai kering menggunakan sinar matahari. Kulit singkong dikarbonasi pada suhu yang divariasikan (500°C, 600°C, 700°C) menggunakan *furnace* selama 3 jam. Aktivasi karbon dilakukan secara kimia, dengan cara direndam larutan NaOH 5% selama 1 hari. Mencuci karbon aktif menggunakan aquades sampai pH netral, sekitar 6 – 7. Menyaring karbon aktif menggunakan kertas saring dan mengeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam.

Menguji kualitas karbon aktif dengan mengukur kadar air, kadar abu dan daya serap iodium ( $I_2$ ). Mengukur kadar air dengan cara menimbang cawan porselin kosong, memasukan 2 gram karbon aktif ke dalam cawan porselin, memasukan ke dalam oven selama 3 jam pada suhu 105°C. Menghitung kadar air dalam satuan %. Mengukur kadar abu dengan cara memasukan 2 gram karbon aktif kedalam cawan porselin yang sudah ditimbang. Memasukan cawan ke dalam *furnace* pada suhu 400°C sampai semua karbon menjadi abu. Mendinginkan cawan di dalam desikator sampai suhu konstan lalu menimbang. Menghitung

kadar abu dengan satuan %. Menguji daya serap I<sub>2</sub> dengan cara menimbang 0,5 gram karbon aktif, memasukan karbon aktif ke dalam tabung centrifuge dan menambahkan 50 ml larutan Iodium 0,1 N, kemudian dikocok selama 15 menit. Tabung disentrifuge sampai karbonnya turun. Mengambil 10 ml larutan sampel untuk dititrasi dengan larutan Natrium Tiosulfat 0,1 N dan indikator amilum sampai sampai larutan berubah dari biru sampai tidak berwarna. Menghitung daya serap I<sub>2</sub> dengan satuan mg/g.

Mencuci media filtrasi zeolite, pasir silika, batu kerikil sampai bersih dan dikeringkan sampai kering menggunakan sinar matahari. Memasukan media filter ke dalam kolom filtrasi dengan urutan dari bawah ke atas kerikil, pasir silika, zeolite dan karbon aktif kulit singkong. Tinggi media masing-masing 10 cm. Kolom filtrasi 1 (KF1) menggunakan karbon aktif kulit singkong dengan suhu karbonasi 500°C, kolom filtrasi 2 (KF2) suhu karbonasi 600°C, dan kolom filtrasi 3 (KF3) suhu karbonasi 700°C. Melakukan analisis sampel pada jam ke-0, 12, 24, 36 dan 48. Analisis bakteri *E. coli* menggunakan uji Most Probable Number (MPN). Analisis kesadahan menggunakan metode titrasi kompleksometri.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kualitas Karbon Aktif

Kualitas karbon aktif kulit singkong disajikan dalam Table 1. Kadar air karbon aktif kulit singkong dengan suhu karbonasi antara 500°C sampai 700°C antara 5,15% sampai 14,9%. Sesuai SNI 06-3730-1995 tentang Arang Aktif Teknis, kadar air karbon aktif serbuk maksimal 15%. Dengan demikian untuk kadar air karbon aktif sesuai SNI 06-3730-1995. Kadar air karbon aktif tertinggi 14,9% diperoleh pada suhu karbonasi 500°C dan terendah 5,15% diperoleh pada suhu karbonasi 700 °C. Berdasarkan pada pengaruh suhu karbonasi, semakin tinggi suhu karbonasi semakin rendah kadar airnya. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu dan lamanya waktu karbonasi maka semakin banyak kadar air yang hilang (Laos & Arkilaus, 2016)

Kadar abu karbon aktif kulit singkong sebesar 2,45 % sampai 9,3%. Menurut SNI Sesuai SNI 06-3730-1995 kadar abu karbon aktif serbuk maksimal 10%. Dengan demikian karbon aktif kulit singkong untuk kadar abu sesuai SNI 06-3730-1995. Berdasarkan pengaruh suhu karbonasi, terlihat bahwa semakin tinggi suhu karbonasi dari 500°C sampai 700°C maka kadar abu semakin tinggi. Kadar abu terendah 2,45% terdapat pada suhu

karbonasi 500°C dan tertinggi 9,3% terdapat pada suhu karbonasi 700°C. Peningkatan kadar abu karena semakin tinggi suhu karbonasi menyebabkan senyawa volatile, karbon, dan mineral akan teroksidasi menjadi abu (Putri et al., 2019).

Daya serap I<sub>2</sub> karbon aktif kulit singkong antara 790 mg/g sampai 1018.77 mg/g. Berdasarkan SNI 06-3730-1995 daya serap I<sub>2</sub> karbon aktif kulit singkong sudah memenuhi, karena lebih tinggi dari

750 mg/g. Daya serap I<sub>2</sub> tertinggi terjadi pada karbon aktif dengan suhu karbonasi 600°C. Pada suhu karbonasi 500°C dan 600°C daya serap terhadap I<sub>2</sub> semakin tinggi, karena semakin tinggi suhu semakin terbuka pori-pori karbon aktif (Laos & Arkilaus, 2016). Pada suhu 700°C daya serap I<sub>2</sub> menurun karena pada suhu terlalu tinggi karbon akan teroksidasi menjadi abu, sehingga kadar karbon berkurang (Putri et al., 2019).

Tabel 1. Kualitas Karbon Aktif Kulit Singkong

Suhu (°C)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar I <sub>2</sub> (mg/g)
500	14.9	2.45	790.35
600	11.9	6	1018.77
700	5.15	9.3	841.11

Berdasarkan SNI 06-3730-1995 dapat disimpulkan bahwa karbon aktif kulit singkong dengan suhu karbonasi 500°C, 600°C dan 700°C dengan aktivasi kimia menggunakan NaOH 5% selama 24 jam sudah memenuhi. Hasil penelitian ini hamper sama dengan sejalan dengan penelitian terdahulu bahwa karbon aktif kulit singkong dengan suhu karbonasi 200°C sampai 600°C dan aktivasi menggunakan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> menghasilkan karbon aktif yang sesuai SNI 06-3730-1995 (Laos & Arkilaus, 2016).

### Kualitas Air Sumur

Karakteristik air sumur gali sebelum dan sesudah filtrasi tersaji pada Tabel 2, yang menunjukkan bahwa kadar bakteri *E. coli* sebelum treatment yaitu sebesar 5.900.000 CFU/100 ml. Sesuai Permenkes No. 32 tahun 2017, baku mutu air untuk keperluan hygiene sanitasi, untuk parameter biologi Kadar *E. Coli* adalah 0. Dengan demikian air sumur gali sudah tercemar bakteri *E coli* yang berasal dari tinja manusia atau hewan sehingga tidak aman untuk digunakan sebagai air bersih. Tingginya angka *E. coli* air sumur

gali disebabkan jarak sumur dengan jamban kurang dari 10 meter, tidak terdapat saluran pembuangan air limbah, dekat dengan kandang ternak, dan masyarakat belum terbiasa menjaga kebersihan sekitar sumur. Tingginya kadar bakteri *E. coli* pada air sumur dikhawatirkan dapat menyebabkan diare, disentri, muntaber bagi yang mengkonsumsi (Awuy et al., 2018; Zikra et al., 2018).

Konsentrasi kesadahan air sumur sebelum difiltrasi 750 mg/l. Sesuai Permenkes No. 32 tahun 2017, kesadahan air sumur belum sesuai karena lebih tinggi dari baku mutu yaitu 500 mg/g. Agar didapatkan air sumur yang sesuai baku mutu, maka perlu adanya pengolahan.

Setelah dilakukan filtrasi menggunakan media filtrasi kerikil, pasir

silika, zeolite dan karbon aktif kulit singkong dengan suhu karbonasi 500°C, 600°C dan 700°C kadar bakteri *E. coli* menurun dari 5.900.000 CFU/100 ml menjadi 396 CFU/100 ml, tetapi belum memenuhi baku mutu. Kadar kesadahan menurun dari 750 mg/l menjadi 260 mg/l dan sudah sesuai baku mutu. Penelitian ini hamper sama dengan penelitian terdahulu yaitu filter mangan zeolite dan karbon aktif dapat menurunkan bakteri *E. coli* dari 2863/100 ml menjadi < 300/100 ml (Jundulloh et al., 2021). Pengolahan air dengan filter media arang aktif, pasir silika, zeolite dan kerikil dapat menurunkan bakteri *E. coli* 97% walaupun belum sesuai baku mutu (Rahmayanti & Hamidah, 2019).

Tabel 2. Karakteristik Air Sumur Gali Sebelum dan Sesudah Treatment

No.	Suhu Karbonasi (°C)	Waktu Operasi (Jam ke-)	Bakteri <i>E. Coli</i> (CFU/100 ml)	Kesadahan (mg/l)
1	500	0	5.900.000	750
		12	710.000	335
		24	190.000	325
		36	1.000	300
		48	8.600	285
2	600	12	77.000	300
		24	100.000	290
		36	114.000	285
		48	13.000	260
3	700	12	1.600.000	325
		24	680.000	325
		36	240000	312.5
		48	396	290

### Penurunan Kadar Bakteri *E. Coli*

Pengaruh variasi suhu karbonasi terhadap efisiensi penurunan bakteri *E. coli* ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar tersebut menunjukkan bahwa ketiga filter selama 48 jam dapat menurunkan bakteri *E. coli* dengan efisiensi antara 99,78% - 99,99%. Hal ini dikarenakan media karbon aktif kulit singkong yang dikarbonasi dengan suhu 500°C - 700°C, zeolit, pasir silika, dan kerikil memiliki peranan dalam penurunan kadar *E. coli*. Karbon aktif mempunyai volume pori yang besar, banyak mengandung kapiler-kapiler yang halus, sehingga bakteri *E. coli* teradsorpsi di sela-sela kapiler karbon aktif.

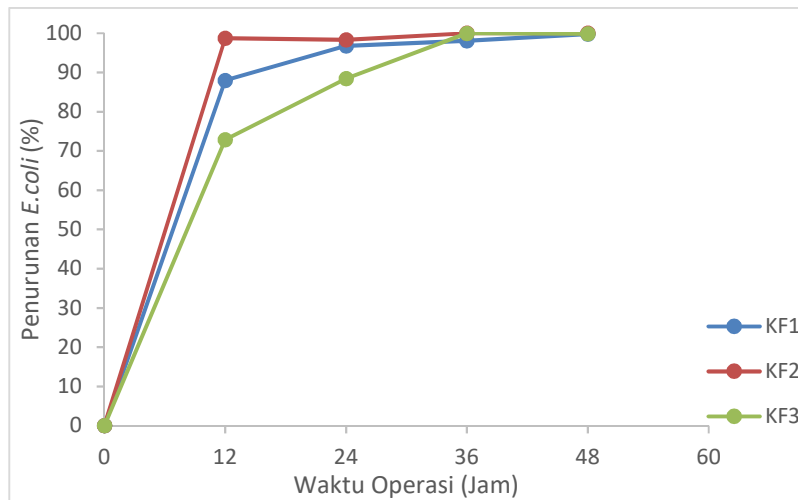
Suhu karbonasi karbon aktif berpengaruh terhadap penurunan kadar bakteri *E. coli*. Suhu karbonasi 600°C dapat menurunkan *E. coli* paling tinggi yaitu 99,99% dibandingkan suhu karbonasi 500 °C dan 700 °C. Keadaan ini sesuai dengan nilai daya serap I<sub>2</sub> karbon aktif kulit singkong dengan karbonasi 600°C mempunyai nilai daya serap I<sub>2</sub> yang paling tinggi. Suhu karbonasi 600°C menghasilkan karbon aktif dengan kualitas paling bagus, pengotor terlepas dari pori-pori karbon sehingga pori-pori terbuka. Pada suhu 600°C pengotor seperti tar, asam, dan aldehyd, hydrogen yang terikat pada karbon akan terlepas

dari pori-pori karbon sehingga meningkatkan daya adsorpsi (Pratiwi & Dewi, 2017). Pada karbonasi 700°C penurunan kadar *E. coli* berkurang, hal ini karena pada suhu terlalu tinggi karbon akan teroksidasi menjadi abu, sehingga kadar karbon berkurang, dan abu akan mengotori pori-pori karbon (Putri et al., 2019).

Waktu operasi filtrasi berpengaruh terhadap penurunan bakteri *E. coli*, semakin lama waktu operasi dari jam ke-12 sampai jam ke-48 semakin tinggi penurunan bakteri *E. coli*. Kolom filtrasi KF1 penurunan bakteri *E. coli* meningkat pada jam ke-12 penurunan sebesar 87,97% dan pada jam ke-48 menjadi 99,78%. Kolom filtrasi KF2 jam ke-12 penurunan 98,68%, jam ke-48 sebesar 99,00%. Kolom filtrasi KF3 jam ke-12 penurunan sebesar 72,88%, jam ke-48 sebesar 99,85%. Kenaikan penyerapan bakteri *E. coli* terjadi karena semakin lama waktu operasi semakin lama kontak antar adsorben dengan air sumur sehingga bakteri *E. coli* yang terserap semakin banyak. Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian terdahulu yaitu karbon aktif kulit singkong sebagai adsorben dalam pengolahan limbah minyak bumi, semakin lama waktu kontak semakin tinggi penurunan BOD (Marhaini et al., 2021). Waktu kontak berpengaruh

terhadap penurunan  $Fe^{2+}$  menggunakan karbon aktif kulit singkong dengan aktivator NaOH 30%, penurunan tertinggi

94,04% terjadi pada waktu kontak 2 jam (Sylvia et al., 2021).



Gambar 1. Efisiensi Penurunan Bakteri *E. Coli*

### Penurunan Kesadahan

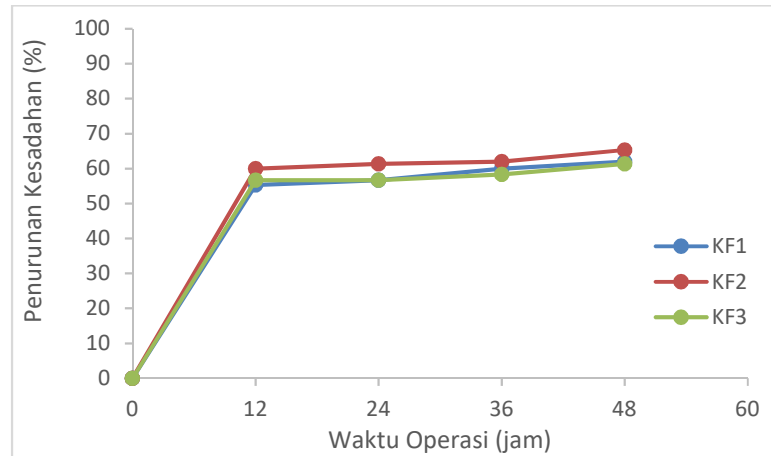
Pengaruh suhu karbonasi terhadap penurunan kesadahan tersaji dalam gambar 2. Semua kolom filtrasi KF1, KF2 dan KF3 dapat menurunkan kesadahan dengan efisiensi antara 55,33% - 65%. Penurunan kesadahan tertinggi sebesar 65% terjadi pada kolom filtrasi KF2 dengan waktu operasi 48 jam. Hal ini karena media filter zeolite, pasir silika, kerikil dan karbon aktif kulit singkong dapat mengadsorpsi kesadahan air sumur. Hasil penelitian ini hamper sama dengan penelitian sebelumnya, filtrasi dan adsorpsi dengan media pasir, ijuk, kerikil, arang aktif, zeolit selama 120 menit dapat menurunkan kesadahan 62.85% (Husaini et al., 2020).

Suhu karbonasi kulit singkong berpengaruh terhadap daya adsorpsi kesadahan. Kolom filtrasi KF2 dengan suhu karbonasi 600°C dapat menurunkan kesadahan tertinggi mulai dari jam ke-12 sampai jam ke-48. Hal ini terjadi karena pada suhu karbonasi 600°C didapatkan karbon aktif dengan daya serap paling tinggi. pengotor pada pori-pori karbon terlepas sehingga daya adsorpsi kesadahan meningkat (Pratiwi & Dewi, 2017)

Berdasarkan waktu operasinya, pada jam ke-12 terjadi penurunan kesadahan yang signifikan sebesar 55,33% - 60%. Pada jam ke-24 sampai jam ke-48 penurunan kesadahan mengalami kenaikan tetapi tidak signifikan. Keadaan ini terjadi karena pada jam ke-12 pori-pori

adsorben belum terisi sehingga terjadi adsorpsi kesadahan dengan cepat. Tetapi pada jam ke-24 sampai ke jam 48 pori-

pori adsorben sudah banyak yang terisi sehingga proses penyerapan berjalan lambat (Nurhayati et al., 2020).



Gambar 2. Efisiensi Penurunan Kepadatan

#### 4. KESIMPULAN

Karbon aktif kulit singkong dengan suhu karbonasi 500°C, 600°C, 700 °C dan aktivasi menggunakan NaOH 5% selama 24 jam untuk kadar abu, kadar air, daya serap I<sub>2</sub> sudah sesuai SNI 06-3730-1995. Kolom filtrasi KF2 dengan karbon aktif suhu karbonasi 600°C dan waktu operasi 48 jam dapat menurunkan bakteri *E. coli* dan kesadahan tertinggi yaitu 99,99% dan 65%.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

Awuy, S. C., Sumampouw, O. J., & Boky, H. B. (2018). Kandungan *Escherichia Coli* pada Air Sumur Gali dan Jarak Sumur Dengan Septic Tank di Kelurahan Rap-Rap Kabupaten Minahasa Utara Tahun

2018. *Jurnal KESMAS*, 7(4), 1–2.

<http://ejournalhealth.com/index.php/kesmas/article/viewFile/890/873>

Husaini, A., Yenni, M., & Wuni, C. (2020). Efektivitas Metode Filtrasi Dan Adsorpsi Dalam Menurunkan Kepadatan Air Sumur Di Kecamatan Kota Baru Kota Jambi. *Jurnal Formil (Forum Ilmiah) Kesmas Respati*, 5(2), 91–102.

<https://doi.org/10.35842/formil.v5i2.323>

Jundulloh, P., Winarno, D. J., Kusumastuti, D. I., & Khotimah, S. N. (2021). Peningkatan Kualitas Air Menggunakan Filter Mangan Zeolit dan Karbon Aktif 2 . 2 Kualitas Air Baku Sebagai Air Bersih Air yang akan dijadikan sebagai air baku tentu saja harus memiliki mutu yang

- JRSDD*, 9(4), 819–828.
- Laos, L. E., & Arkilaus, S. (2016). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 1(1), 32–36. <https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.69>
- Marhaini, Martini, S., & Iksani, K. (2021). Pengolahan Limbah Cair Minyak Bumi Secara Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif Kulit Singkong. *TEKNIKA*, 15(01), 5–11.
- Nurhayati, I., Sugito, S., & Pertiwi, A. (2018). Pengolahan Limbah Cair Laboratorium dengan Adsorpsi dan Pretreatment Netralisasi dan Koagulasi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 10(2), 125–138. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol10.iss2.art5>
- Nurhayati, I., Sutrisno, J., Pungut, & Sembodo, B. P. (2015). Arang Aktif Ampas Tebu Sebagai Media Adsorpsi Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sumur Gali. *Teknik Waktu*, 13(2), 9–18.
- Nurhayati, I., Vigiani, S., & Majid, D. (2020). PENURUNAN KADAR BESI ( Fe ), KROMIUM ( Cr ), COD DAN BOD LIMBAH CAIR LABORATORIUM DENGAN PENGENCERAN ,. *ECOTROPHIC*, 14(1), 74–87.
- Nyoman, R. N., Amri, I., & Harun, H. (2018). Perbandingan Kadar Kesadahan Air Pdam Dan Air Sumur Suntik Kelurahan Tondo Kota Palu Tahun 2017. *Jurnal Ilmiah Kedokteran*, 5(3), 12–21. [jurnal.untad.ac.id](http://jurnal.untad.ac.id)
- Pratiwi, I., & Dewi, Y. S. (2017). PEMANFAATAN LIMBAH KULIT SINGKONG (Manihot utilissima) DALAM MEMPENGARUHI KADAR FE DALAM AIR. *Jurnal Universitas Satya Negara Indonesia*, 10(1), 52–58.
- Putri, R. W., Haryati, S., & Rahmatullah. (2019). Pengaruh suhu karbonisasi terhadap kualitas karbon aktif dari limbah ampas tebu. *Jurnal Teknik Kimia*, 25(1), 1–4. <https://doi.org/10.36706/jtk.v25i1.13>
- Rahmawati, J. O., & Nurhayati, I. (2016). Pengaruh Jenis Media Filtrasi Kualitas Air Sumur Gali. *Jurnal Teknik WAKTU*, 14(2), 32–38. <https://doi.org/10.36456/waktu.v14i2.131>
- Rahmayanti, A., & Hamidah, L. N. (2019). Efisiensi Removal Bakteri Pada Filter Air Payau Dengan Media Karbon Aktif. *Journal of Research and Technology*, 5(1), 81–88.
- Sa'adah, U. L., Mukono, J., Sulistyorini, L., & Setioningrum, R. N. K. (2021). Kesadahan Air Minum dengan Kadar

- Kalsium Urin dan Keluhan Kesehatan pada Masyarakat Samaran Barat Desa Samaran Sampang. *Media Gizi Kesmas*, 10(2), 246. <https://doi.org/10.20473/mgk.v10i2.2021.246-253>
- Sylvia, N., Wijaya, Y. A., Masrullita, & Safriwardy, F. (2021). EFEKTIVITAS KARBON AKTIF KULIT SINGKONG (Manihot Esculenta Crantz) TERHADAP ADSORPSI ION LOGAM Fe<sup>2+</sup> DENGAN AKTIVATOR NaOH. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 2(November), 83–91. <http://ejournalmapeki.org/index.php/JITKT/article/view/444>
- Zikra, W., Amir, A., & Putra, A. E. (2018). Identifikasi Bakteri Escherichia coli (E.coli) pada Air Minum di Rumah Makan dan Cafe di Kelurahan Jati serta Jati Baru Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7(2), 212. <https://doi.org/10.25077/jka.v7i2.804>