



**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN SERBUK BIJI
KELOR/ TiO_2 DAN ARANG AKTIF BIJI KELOR/ TiO_2 TERHADAP
PENURUNAN KADAR Mn (II) DALAM AIR**
*COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF MORINGA SEED POWDER/ TiO_2
AND ACTIVE CHARCOAL OF MORINGA SEEDS/ TiO_2 TOWARDS REDUCTION OF MN(II)
LEVELS IN WATER*

**Yayan Atikasari¹, Debby Permata Sari², Ana Hidayati Mukaromah³,
Fandhi Adi Wardoyo⁴**

^{1,4} D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Semarang, Kota Semarang

² D-III Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Semarang, Kota Semarang

³ S2 Ilmu Laboratorium Klinis, Universitas Muhammadiyah Semarang, Kota Semarang

Corresponding author : ana_hidayati@unimus.ac.id

Abstrak

Mn (II) merupakan ion dari logam yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia tetapi dalam jumlah yang sedikit. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 menetapkan kadar logam mangan dalam air minum maksimum 0,4 mg/L. Air yang mengandung kadar ion Mn(II) yang melebihi ambang batas akan berwarna kuning kecoklatan dan air yang mengandung Mn(II) lebih ambang batas dan digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti mencuci baju akan mengakibatkan baju yang berwarna putih akan meninggalkan noda berwarna kuning dan jika dikonsumsi akan berbahaya bagi tubuh. Mn(II) yang melebihi ambang batas dalam tubuh akan mengakibatkan efek-efek yang berbahaya bagi tubuh, misalnya neurotoksik, serangan jantung, gangguan pembuluh darah bahkan kanker hati dalam jangka waktu yang lama berpotensi menjadi impoten. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan efektivitas penggunaan serbuk biji kelor/ TiO_2 dan arang aktif biji kelor/ TiO_2 terhadap penurunan kadar Mn(II) dalam air. Objek penelitian menggunakan sampel Mn(II) artifisial yang direndam menggunakan sampel serbuk biji kelor/ TiO_2 dan arang aktif biji kelor/ TiO_2 dengan perbandingan massa TiO_2 1; 3; 5; 7; 9gram dan dilakukan penyinaran UV selama 30 menit. Penelitian ini diperoleh Mn(II) awal yaitu 49,71 ppm dan penurunan kadar Mn(II) tersebar dengan perbandingan 1 dengan sampel serbuk biji kelor/ TiO_2 sebesar 34,51ppm dengan persentase sebesar 30,59%, sedangkan hasil penelitian penurunan kadar Mn(II) yang menggunakan arang aktif biji kelor/ TiO_2 terkecil pada perbandingan 1 gram sebesar 21,37ppm dengan persentase penurunan 57,02%. Dalam hal ini adanya pengaruh variasi perbandingan massa serbuk biji kelor/ TiO_2 dan arang aktif biji kelor/ TiO_2 terhadap penurunan Mn(II) dalam air.

Kata Kunci: Mn(II), Serbuk Biji Kelor, Arang Aktif Biji Kelor, TiO_2

Abstract

Mn (II) is an ion of metal that is needed by the human body but in small amounts. Based on the Decree of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010 stipulates the maximum level of manganese in drinking water is 0.4 mg/L. Water containing Mn(II) ion levels that exceed the threshold will be brownish brass and water containing Mn(II) exceeds the point and is used for daily needs such as washing clothes will result in white clothes will leave yellow stains and if consumed will be harmful to the body. Mn(II) that exceeds the threshold in the body will result in harmful effects for the body, such as neurotoxicity, heart attack, blood vessel disorders and even liver cancer in the long term has the potential to become impotent. This study aimed to compare the



effectiveness of using Moringa seed powder/TiO₂ and Moringa seed activated charcoal/TiO₂ to decrease Mn(II) levels in the water. The object of this research used artificial Mn(II) samples soaked using samples of Moringa seed powder/TiO₂ and Moringa seed activated charcoal/TiO₂ with a mass ratio of TiO₂ 1; 3; 5; 7; 9gram and UV irradiation for 30 minutes. In this study, the initial Mn(II) was 49.71 ppm and the decrease in the concentration of Mn(II) was spread in a ratio of 1 with the sample of Moringa seed powder/TiO₂ of 34.51ppm with a percentage of 30.59%. In contrast, the results of the study decreased levels of Mn(II) which uses the smallest Moringa seed activated charcoal/TiO₂ at a ratio of 1 gram at 21.37ppm with a percentage decrease of 57.02%. In this case, there is an effect of variations in the mass ratio of Moringa seed powder/TiO₂ and activated charcoal of Moringa seeds/TiO₂ on the decrease of Mn(II) in water.

Keywords: Mn(II), Moringa Seed Powder, Moringa Seed Activated Charcoal, TiO₂

PENDAHULUAN

Air merupakan material penting dalam kehidupan oleh karena itu semua makhluk hidup sangat membutuhkan air, begitu juga dengan manusia karena 70% zat pembentuk tubuh manusia terdiri oleh air. Kebutuhan akan air untuk keperluan sehari-hari digunakan dalam jumlah yang berbeda karena tingkatan kehidupan juga berbeda-beda karena semakin tinggi taraf kehidupan maka semakin banyak kebutuhan air [1]. Ketersediaan air bersih dapat menjadi salah satu faktor penentu kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Namun demikian, saat ini air bersih cukup sulit diperoleh karena sumber air mulai tercemar akibat berbagai aktivitas manusia dan kegiatan industri. Dalam pemenuhan kebutuhan air maka akan ada sumber-sumber yang digunakan untuk mendapatkan air yang selanjutnya disebut atau dikenal sumber daya air [2].

Sumber air yang digunakan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari adalah air sumur. Air sumur akan mengalami kekeruhan karena disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lempung, lumpur, zat organik, plankton, dan zat-zat halus lainnya. Masalah yang sering dihadapi oleh masyarakat yaitu tingginya kadar besi dan mangan didalam air menyebabkan kualitas fisik air menurun, air menjadi keruh dan amis [3].

Air yang mengandung mangan akan menimbulkan bercak putih jika digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, air jika diendapkan beberapa saat akan berubah warna coklat atau kuning, pakaian yang berwarna putih jika dicuci dengan air yang mengandung mangan akan meninggalkan noda berwarna kuning kecoklatan dan tidak jarang yang mengendap serta bau logam dan bahaya jika dikonsumsi [4]. Maka dari itu untuk menurunkan kadar mangan diperlukan upaya mengurangi kadar mangan terhadap air. Menurut Permenkes No 492 tahun 2010, kadar Mn maksimum yang dapat diperbolehkan didalam air minum adalah 0,4 mg/L.

Mangan (Mn) adalah logam yang tergolong dalam sifat toksisitas yang bersifat rendah. Mn (II) merupakan ion dari logam yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia tetapi dalam jumlah yang sedikit karena jika masuk kedalam tubuh

manusia dengan jumlah berlebih dapat menimbulkan efek-efek yang berbahaya bagi tubuh, misalnya neorotoksik, serangan jantung, gangguan pembuluh darah bahkan kanker hati. Gejala yang timbul berupa halusinasi, mudah lupa, kerusakan syaraf, parkinson, emboli paru-paru, bronkitis, dan jika pria terpapar mangan (Mn) dalam jangka waktu yang lama berpotensi menjadi impoten [5].

Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar Mn dalam air adalah buah kelor yang banyak terdapat di pedesaan yang biasanya dijadikan tanaman pagar, pembatas tanah dan obat-obatan. Buah kelor mengandung senyawa bioaktif *rhmanosyloxy-benzil-isothiocyanate*, yang mampu menetralsir partikel-partikel lumpur serta logam yang terkandung dalam air [6].

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu jenis tanaman tropis yang mudah tumbuh dan berkembang di Indonesia. Biji kelor mudah dibudidayakan dan berumur panjang (perennial) dengan tinggi 1-12 Meter memiliki diameter 30 cm. Tanaman kelor meliputi dari akar, biji, daun, dan batang. Biji kelor dapat digunakan sebagai koagulan alami karena kandungan protein biji kelor (poli-elektronik kationik) atau protein larut dapat menyebabkan koagulasi [7].

Biji kelor mengandung minyak atau asam lemak yang merupakan bahan yang baik untuk kesehatan seperti anti radang radikal bebas, anti jamur, anti bakteri, mencegah diabetes dan lain-lain. Kandungan minyak dari biji kelor ini bisa mencapai 35-40% [8]. Kelebihan biji kelor dibanding koagulan kimia yaitu, mudah dibudidayakan, lebih efektif dan mudah preparasinya. Serbuk biji kelor juga dapat menurunkan kadar ion Fe, Cu, Mn serta kekeruhan dari air yang tercemar sehingga memenuhi syarat baku mutu air bersih [9].

Arang aktif merupakan senyawa karbon yang dapat dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas dan dilakukan aktivasi. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-3500 m²/g dan berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai absorben. Arang biji kelor diaktivasi dengan Na₂CO₃ untuk menaikkan pH menjadi basa sehingga pembentukan koagulan lebih cepat. Untuk meningkatkan aktifitas arang aktif dapat dimodifikasi dengan menambahkan Titanium dioksida [10].

Titanium Dioksida (TiO₂) mempunyai keunggulan yaitu sifatnya yang non toksik, mampu mengoksidasi polutan organik dan mereduksi ion logam [11]. TiO₂ adalah katalis semikonduktor yang paling efektif karena mempunyai celah energi relatif besar (3,2 eV) yang cocok digunakan sebagai fotokatalis, tidak beracun, harganya terjangkau dan melimpah di alam [12], struktur semikonduktor yaitu struktur elektronik yang terkarakterisasi oleh adanya pita valensi (*valance band*) pita tersebut berisi elektron dan pita konduksi (*conduction band*) yang kosong dimana antara daerah kedua pita ini disebut energi cela pita (*band gap energy*) [13].

Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan pengembangan logam titanium (Ti) pada biji kelor. Pemilihan logam titanium didasarkan pada sifatnya yang dikenal sebagai material tidak beracun (non toksik), yang memiliki stabilitas termal tinggi dan kemampuan dipergunakan berulang kali tanpa kehilangan keaktifan [14].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan efektivitas SBK/TiO₂ dan AABK/TiO₂ dalam penurunan kadar Mn(II) dalam air.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen laboratorium. Tempat penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analisis Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang Jalan Kedungmundu Raya No.18 Semarang. Objek penelitian ini menggunakan sampel artifisial Mn(II), menggunakan serbuk BK/TiO₂ dan AABK/TiO₂ dengan konsentrasi 50 ppm.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reactor UV, neraca analitik, kuvet, spektrofotometer visible Genesys 20, labu ukur 50,0 mL, labu ukur 200 mL, labu ukur 1000 mL, erlenmeyer 250 mL, beaker glass 250 mL, pipet volume, gelas ukur, kertas saring, corong, statif dan kleim, buret, oven, strirer, kompor.

Bahan yang digunakan adalah larutan baku induk Mn (II) 100ppm, 50ppm, 10ppm, serbuk biji kelor, arang aktif biji kelor, TiO₂, asam asetat, HNO₃ 1:1, AgNO₃, serbuk K₂S₂O₈, aquades.

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisa menggunakan metode statistik *One Way Anova* untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi perbandingan massa serbuk biji kelor/TiO₂ terhadap penurunan kadar ion Mn (II) dalam air dan sampel yang berdistribusi normal dianalisa menggunakan *Shapiro-Wilk* dan dilanjutkan dengan uji duncan program komputer.

Prosedur

1. Pembuatan Serbuk Biji Kelor

Buah kelor yang sudah tua dan bijinya berwarna coklat dikupas hingga dapat bagian kotiledonnya kemudian dijemur dibawah sinar matahari hingga kering lalu dihaluskan menggunakan blender, serbuk yang diperoleh kemudian diayak dengan ayakan 100 mesh.

2. Pembuatan Arang Aktif Biji Kelor

Biji kelor yang sudah halus kemudian dibakar sampai menjadi arang, kemudian diayak sampai lolos 100 mesh. Arang biji kelor yang sudah diayak diaktifkan dengan cara direndam dalam larutan Na₂CO₃ selama 15 menit kemudian disaring dan dioven sampai kering dengan suhu 150°C.

3. Prekursor Serbuk Biji Kelor/ TiO_2 & Arang Aktif Biji Kelor/ TiO_2 dengan variasi perbandingan 20:1; 20:3; 20:5; 20:7; 20:9

Prekursor serbuk biji kelor/ TiO_2 & arang aktif biji kelor/ TiO_2 terdiri dari serbuk biji kelor/ arang aktif biji kelor dan TiO_2 dengan variasi perbandingan 1; 3; 5; 7; 9 gram. Contoh variasi perbandingan massa serbuk biji kelor/ arang aktif biji kelor terhadap TiO_2 1gram adalah serbuk biji kelor/ arang aktif biji kelor ditimbang 20 gram kemudian dilarutkan dengan 30mL asam asetat 10% dan ditambahkan TiO_2 sebanyak 1 gram (20:1) diaduk dengan pengaduk magnetik dengan kecepatan 900 rpm pada suhu kamar selama 5 jam. Kemudian dioven dengan suhu 120°C selama 15 menit hingga kering lalu dihaluskan dengan mortar dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Prosedure ini diulang untuk massa TiO_2 3; 5; 7; 9.

4. Pembuatan larutan baku Mn (II)

a. Pembuatan larutan baku Mn (II) 100 ppm dalam 1000 ml

Serbuk $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ditimbang sebanyak 0,3077 g dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 ml dan dilarutkan dengan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

b. Pembuatan larutan baku Mn (II) 50ppm dari 100ppm

Sampel diambil sebanyak 500 mL dari baku Mn (II) 100 ppm dan dimasukkan kedalam labu ukur 1000 mL kemudian ditambahkan aquadest sampai tanda batas lalu dihomogenkan.

c. Pembuatan baku 10 ppm dari 100 ppm

Baku larutan Mn (II) 100 ppm diambil sebanyak 20,00 ml dan dimasukkan kedalam labu ukur 200 ml ditambahkan aquades sampai batas dan dihomogenkan.

5. Optimasi panjang gelombang dan waktu kestabilan dengan baku Mn (II) 1,0 ppm, 3,0 ppm, dan 5,0 ppm

a. Labu ukur 50 ml disiapkan 4 buah, labu pertama diisi dengan aquades sampai ± 35 ml, sedangkan labu ke 2-4 masing-masing diisi dengan baku Mn (II) 10 ppm berturut-turut 5,0ml; 15,0ml; dan 25,0ml.

b. Masing-masing labu ukur ditambah dengan HNO_3 1:1 sampai pH larutan 3 dan 5 ml AgNO_3 0,1 N dipanaskan sampai mendidih kemudian ditambah seujung sendok kristal $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ dan dipanaskan kembali, lalu didinginkan

c. Absorbansi akan dibaca pada panjang gelombang 500-540 nm dan waktu kestabilan dibaca dengan waktu 5, 10, dan 15 menit menggunakan alat spektrofotometer.

6. Pembuatan kurva baku Mn (II) 0,5-5,0 ppm dari baku Mn (II) 10 ppm

a. Labu ukur 50,0 ml disiapkan sebanyak 11 buah, labu pertama diisi aquades 50 ml, labu ukur 2-11 diisi larutan baku Mn (II) 10 ppm berturut-turut 0,5; 1,0;

1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 ppm, kemudian ditambahkan aquades sampai batas, kemudian dituang ke dalam Erlenmeyer.

- b. Selanjutnya mengikuti prosedur (b).
- c. Absorbansi dibaca dengan panjang gelombang dan waktu kestabilan optimum menggunakan alat spektrofotometer.

7. Penetapan kadar awal Mn (II)

- a. Sampel Mn (II) 50 ppm dipipet sebanyak 5 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan aquadest hingga tanda batas lalu dihomogenkan (larutan A). Larutan A dipipet sebanyak 25,0 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, ditambahkan aquadest hingga tanda batas dan dihomogenkan.
- b. Selanjutnya mengikuti prosedur (b).
- c. Absorbansi dibaca menggunakan spektrofotometer visible dengan panjang gelombang dan waktu kestabilan optimum.

8. Perendaman sampel Mn (II) dengan menggunakan serbuk biji kelor/ TiO_2 & arang aktif biji kelor/ TiO_2 dengan konsentrasi 1,00% b/v dengan waktu 30 menit

Larutan sampel Mn (II) sebanyak 50,00 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian ditambah 0,5 gram serbuk biji kelor/ TiO_2 atau arang aktif biji kelor/ TiO_2 menggunakan perbandingan 20:1 dimasukkan pada reactor UV selama 30 menit dan diaduk menggunakan stirrer dengan kecepatan 900 rpm. Kemudian disaring dan diperoleh filtrate. Prosedur ini diulang untuk perbandingan 20:3; 20:5; 20:7; 20:9.

9. Penetapan kadar Mn (II) setelah perendaman dengan serbuk biji kelor/ TiO_2 & arang aktif biji kelor/ TiO_2 dengan variasi perendaman 20:1; 20:3; 20:5; 20:7; 20:9 dengan waktu 30 menit

Larutan hasil perendaman menggunakan serbuk biji kelor/ TiO_2 & arang aktif biji kelor/ TiO_2 dengan massa TiO_2 1gram (20:1) dipipet sebanyak 5,0 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50,0ml lalu ditambahkan \pm 35ml aquadest. Ditambahkan masing-masing 3 tetes HNO_3 1:1 dan AgNO_3 0,1 N sebanyak 5ml dipanaskan hingga mendidih kemudian ditambahkan seujung sendok $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ dan dipanaskan kembali, lalu didinginkan. Dipindahkan ke dalam labu 50 ml, kemudian ditambah aquadest hingga tanda batas dan dihomogenkan. Absorbansi dibaca menggunakan spektrofotometer visible pada panjang gelombang dan waktu kestabilan yang optimum. Prosedur ini di ulang dengan variasi massa TiO_2 3; 5; 7; 9 gram.

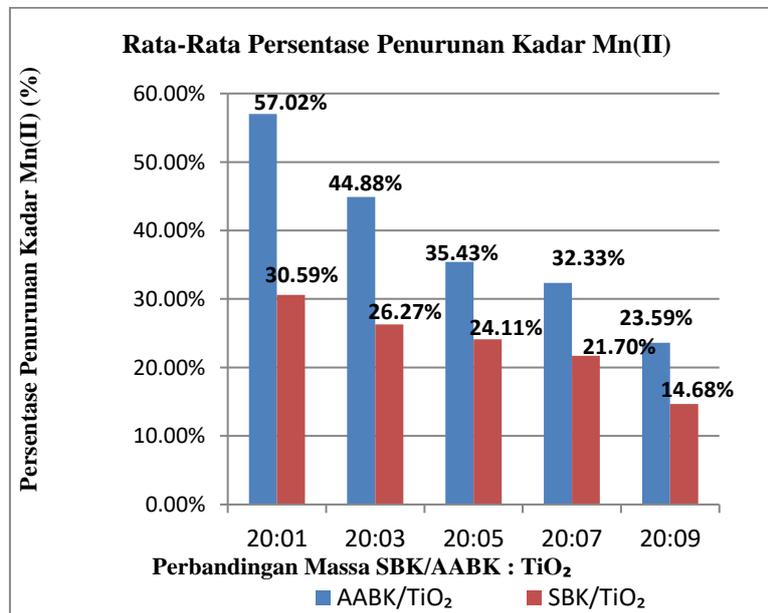
HASIL PEMBAHASAN

Kadar Mn (II) sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan dengan serbuk biji kelor/ TiO_2 dan AABK/ TiO_2 dengan massa TiO_2 1; 3; 5; 7; 9 gram dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Rata-rata kadar Mn (II) Dalam Sampel Perlakuan

No	Serbuk BK/ TiO_2 dan AABK/ TiO_2 dengan variasi massa TiO_2	Rata-Rata Kadar Mn(II)	
		SBK/ TiO_2	AABK/ TiO_2
1	Awal	49,71±1,34	
2	1 gram	34,51±0,14	21,37±0,68
3	3 gram	36,65±0,13	27,40±0,54
4	5 gram	37,73±0,14	32,09±0,14
5	7 gram	38,93±0,27	33,70±0,13
6	9 gram	42,42±0,54	37,72±0,14

Persentase penurunan kadar Mn(II) setelah dilakukan perendaman menggunakan serbuk biji kelor/ TiO_2 atau arang aktif biji kelor/ TiO_2 berdasarkan variasi massa TiO_2 1; 3; 5; 7 dan 9 gram selama 30 menit dengan sinar UV dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Persentase Penurunan Kadar Mn(II)

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan kadar awal Mn(II) dalam air adalah 49,71±1,34 mg/L setelah direndaman menggunakan serbuk biji kelor/ TiO_2 dan arang aktif biji kelor/ TiO_2 dengan variasi massa TiO_2 1; 3; 5; 7; 9 gram yang

dilakukan penyinaran UV selama 30 menit, pada kadar Mn(II) mengalami penurunan, pada hal ini perbandingan yang mengalami penurunan terbesar pada massa TiO₂ 1gram untuk serbuk biji kelor/TiO₂ kadar Mn(II) menjadi 34,51±0,14 ppm, dan kadar Mn(II) yang direndam dengan arang aktif biji kelor/TiO₂ menjadi 21,37±0,68 ppm.

Berdasarkan Gambar 1, menunjukkan persentase penurunan kadar Mn(II) menggunakan serbuk biji kelor/TiO₂ sebesar 30,59% dan arang aktif biji kelor/TiO₂ sebesar 57,02%.

Penurunan ini terjadi karena semakin banyak massa TiO₂ akan menyebabkan semakin banyak pori yang bereaksi terhadap air untuk membentuk radikal •OH sehingga kemam puan untuk menurunkan kadar Mn (II) dalam air semakin tinggi. Variasi massa TiO₂ 1, 3, 5, 7, dan 9 gram. berpengaruh terhadap penurunan kadar Mn(II) dalam air yang menggunakan serbuk biji kelor dan arang aktif biji kelor. Perbandingan massa serbuk biji kelor/TiO₂ dan arang aktif biji kelor/TiO₂ variasi massa TiO₂ yang mendapatkan hasil penurunan dan persentase tinggi yaitu menggunakan massa TiO₂ 1gram, hal ini disebabkan TiO₂ akan berada di atas permukaan pori-pori serbuk biji kelor dan arang aktif biji kelornya sehingga saat penyinaran UV TiO₂ akan bekerja secara maksimal dan dapat menurunkan kadar Mn(II). Sebaliknya jika semakin banyak TiO₂ maka TiO₂ akan masuk sedalam pori-pori serbuk biji kelor dan arang aktif biji kelor dan menyumbat dan saat penyinaran UV tidak masuk kedalam pori-pori tersebut dan tidak bekerja secara maksimal. Kurang maksimalnya kontak antara TiO₂ dengan sinar UV pada serbuk biji kelor dan serbuk arang aktif biji kelor mengakibatkan kemampuan untuk menurunkan kadar Mn (II) menjadi berkurang [15]

Dalam penelitian ini sampel yang efektif untuk penurunan kadar Mn(II) yaitu menggunakan arang aktif biji kelor/TiO₂ hasil menunjukkan kadar Mn(II) menjadi lebih kecil dan persentase yang tinggi. Hal ini dikarenakan arang aktif merupakan senyawa karbon yang dapat dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon atau proses ang diperlukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas dan dilakukan aktivasi. Luas permukaan arang aktif berkisaran antara 300-350 m²/g dan berhubungan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai absorben [16].

Uji statistik tentang uji Normalitas Shapiro-Wilk disajikan dalam tabel 2, Uji Homogentitas tabel 3, Uji Anova tabel 4.

Table 2. Uji Normalitas Shapiro-Wilk

	Variasi Perbandingan Massa SBK/TiO ₂ & AABK/TiO ₂	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Kadar Mn(II) Serbuk Biji Kelor/ TiO ₂	1	.855	3	.254
	3	.830	3	.188
	5	.964	3	.637
	7	1.000	3	.990
	9	.968	3	.657
Kadar Mn(II) Arang Biji Kelor/TiO ₂	1	.956	3	.597
	3	1.000	3	.995
	5	.923	3	.463
	7	.959	3	.612
	9	.969	3	.663

Table 3. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Kadar Mn(II) Serbuk Biji Kelor/ TiO ₂	2.184	4	10	.144
Kadar Mn(II) Arang Biji Kelor/TiO ₂	3.131	4	10	.065

Table 4. Uji Anova

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Kadar Mn(II) Serbuk Biji Kelor/ TiO ₂	Between Groups	81.276	4	20.319	17.512	.000
	Within Groups	11.603	10	1.160		
	Total	92.879	14			
Kadar Mn(II) Arang Biji Kelor/TiO ₂	Between Groups	415.389	4	103.847	78.241	.000
	Within Groups	13.273	10	1.327		
	Total	428.662	14			

Uji kenormalan data Shapiro-Wilk diperoleh nilai p-value > 0,05 untuk kadar sampel Mn(II) serbuk biji kelor/TiO₂ dan arang aktif biji kelor/TiO₂

menunjukkan bahwa data berdistribusi normal. Uji homogenitas diperoleh nilai p-value $>0,05$ yaitu 0,144 menggunakan serbuk biji kelor/ TiO_2 dan 0,065 dengan arang aktif biji kelor/ TiO_2 , sehingga data tersebut homogen. Selanjutnya diuji menggunakan One Way Anova dengan nilai p-value $<0,05$ yaitu 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh penggunaan SBK/ TiO_2 dan AABK/ TiO_2 dengan variasi massa TiO_2 terhadap penurunan kadar Mn(II) dalam air. Perbandingan uji statistik efektivitas serbuk biji kelor/ TiO_2 dengan arang aktif biji kelor/ TiO_2 dengan variasi massa TiO_2 1; 3; 5; 7; 9gram dengan penyinaran UV 30 menit dalam menurunkan kadar Mn(II) disajikan dengan uji sampel T test pada Tabel 5.

Table 5. Uji Sampel T test

		Paired Differences					t	df	Sig.(2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Kadar Mn(II) Serbuk Biji Kelor/ TiO_2 & Arang Biji Kelor/ TiO_2	7.64467	3.57053	.92191	5.66737	9.62196	8.292	14	.000

Dari uji paired sampel test Tabel 5 didapatkan nilai sig (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$, maka ada perbandingan penurunan kadar Mn(II) serbuk biji kelor dan arang aktif sehingga didapatkan efektivitas arang aktif biji kelor/ TiO_2 lebih besar dibandingkan dengan serbuk biji kelor/ TiO_2 dalam menurunkan kadar Mn(II).

KESIMPULAN

Efektivitas serbuk biji kelor/ TiO_2 dan arang aktif biji kelor/ TiO_2 dengan variasi massa TiO_2 1; 3; 5; 7; 9gram dengan penyinaran UV 30 menit dalam menurunkan kadar ion Mn(II) paling besar adalah penambahan massa TiO_2 yang 1gram, dengan persentase penurunan kadar Mn(II) berturut-turut adalah 30,59% dan 57,02%, dengan kadar awal Mn(II) $49,71 \pm 1,34$ ppm. Ada pengaruh penggunaan SBK/ TiO_2 dan AABK/ TiO_2 dengan variasi massa TiO_2 terhadap penurunan kadar Mn(II) dalam air. Keefektivan arang aktif biji kelor/ TiO_2 dengan massa TiO_2 1gram lebihh besar dari pada serbuk biji kelor/ TiO terhadap penurunan kadar Mn(II).

DAFTAR PUSTAKA

- D. Hermansyah, "Analisis Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Mesuji," *Skripsi. Fak. Tarb. dan Keguruan. Univ. Islam Negeri Raden Intan Lampung*, 2021.
F. Lestari, T. Susanto, and K. Kastamto, "Pemanenan Air Hujan Sebagai Penyediaan

- Air Bersih Pada Era New Normal Di Kelurahan Susunan Baru,” *SELAPARANG J. Pengabd. Masy. Berkemajuan*, vol. 4, no. 2, p. 427, 2021, doi: 10.31764/jpmb.v4i2.4447.
- S. D. Kurniawati, H. Santjoko, and A. Husein, “Pasir Vulkanik sebagai Media Filtrasi dalam Pengolahan Air Bersih Sederhana untuk Menurunkan Kandungan Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Kekeruhan Air Sumur Gali,” *Sanitasi J. Kesehat. Lingkung.*, vol. 9, no. 1, p. 20, 2017, doi: 10.29238/sanitasi.v9i1.71.
- P. Puspita, Catur; Pijiono; Kuat, *Kesehatan Lingkungan Teori dan Aplikasi*. Jakarta: EGC, 2019.
- B. Nurgroho, *Penurunan kadar Mn²⁺ dalam air dengan variasi konsentrasi*. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang, 2015.
- Ayu Ridaniati Bangun, Siti Aminah, Rudi Anas Hutahaeen, and M. Yusuf Ritonga, “Pengaruh Kadar Air, Dosis Dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu,” *J. Tek. Kim. USU*, vol. 2, no. 1, pp. 7–13, 2013, doi: 10.32734/jtk.v2i1.1420.
- M. H. Dahlan, H. P. Siregar, and M. Yusra, “Dapat Memurnikan Minyak Jelantah,” *J. Tek. Kim.*, vol. 19, no. 3, pp. 44–53, 2013.
- S. Baktya Prabawa, “Produk Biji Kelor Pada Tanaman Kelor Umur Tujuh Tahun Dari Desa Tua Batan , Kabupaten Timor Tengah Utara , Nusa Tenggara Timur (Moringa Seed Products in Seven Years Old Moringa Plants From Tua Batan Village , North Central Timor Indonesia khususnya di Nu,” *J. Agribus. Agrotechnology*, vol. 2, no. 7, pp. 89–94, 2021.
- D. Pranata, N. Nurhasanah, and Z. Zulfian, “Efektivitas Penggunaan Metode Aerasi, Koagulasi Biji Kelor dan Filtrasi dalam Penurunan Nilai Zat Besi (Fe) pada Air Gambut,” *Prism. Fis.*, vol. 7, no. 3, p. 286, 2020, doi: 10.26418/pf.v7i3.38437.
- P. A. SIBORO, *Arang Aktif: Penyembuh Ajaib Berbagai Penyakit*. Jateng: PT Sibernetika Indonesia, 2013.
- I. M. Dugandžić *et al.*, “Surface modification of submicronic TiO₂ particles prepared by ultrasonic spray pyrolysis for visible light absorption,” *J. Nanoparticle Res.*, vol. 14, no. 10, 2012, doi: 10.1007/s11051-012-1157-1.
- A. H. Mukaromah, E. T. Wahyuni, D. Siswanta, U. M. Semarang, U. G. Mada, and U. G. Mada, “1 1) , 2) , 3),” no. Iii, pp. 107–112, 2016.
- A. H. Mukaromah, R. Abja, and F. A. Wardoyo, “Penggunaan Serbuk Arang Aktif Biji Kelor Untuk Menurunkan Kadar Nitrit Dalam Air,” *Eksergi*, vol. 17, no. 1, p. 28, 2020, doi: 10.31315/e.v17i1.3291.
- L. B. Rianto, S. Amalia, and S. N. Khalifah, “Pengaruh Impregnasi Logam Titanium Pada Zeolit Alam Malang Terhadap Luas Permukaan Zeolit,” *Alchemy*, vol. 2, no. 1, pp. 58–67, 2013, doi: 10.18860/al.v0i0.2295.
- G. Xue, H. Liu, Q. Chen, C. Hills, M. Tyrer, and F. Innocent, “Synergy between surface adsorption and photocatalysis during degradation of humic acid on



- TiO₂/activated carbon composites," *J. Hazard. Mater.*, vol. 186, no. 1, pp. 765–772, 2011, doi: 10.1016/j.jhazmat.2010.11.063.
- R. Dewi, A. Azhari, and I. Nofriadi, "Aktivasi Karbon Dari Kulit Pinang Dengan Menggunakan Aktivator Kimia Koh," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 9, no. 2, p. 12, 2021, doi: 10.29103/jtku.v9i2.3351.