

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian telah dilakukan dengan metode eksperimen laboratorium dan pendekatan kuantitatif guna mendapatkan data kualitas sampel air sumur gali, untuk keperluan *higiene* sanitasi harus memenuhi standar mutu air bersih sesuai dengan Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023. Parameter fisika (*total dissolve solid* dan kekeruhan), serta parameter kimia (mangan (Mn) terlarut) yang melebihi batas telah diuji dalam penelitian ini menggunakan filter karbon tempurung buah nipah (*nypa fruticans*) yang diaktivasi dengan larutan HCl konsentrasi 2 M menjadi karbon aktif, pasir silika dan zeolit sebagai media filtrasi.

#### 4.1. Sifat Fisis Karbon Aktif Tempurung Buah Nipah (*Nypa Fruticans*)

Tahap pembuatan karbon aktif dimulai dengan memisahkan kulit dari tempurung buah nipah, kemudian dicuci sampai bersih dan dipotong dengan ukuran  $\pm 3$  cm. Setelah itu, dilakukan penjemuran tempurung selama 7 hari di bawah sinar matahari. Tempurung dikarbonisasi dalam *furnace* sampai menjadi arang untuk menghilangkan kandungan air sehingga bentuk fisik dari tempurung buah nipah berubah.

Karbonisasi tempurung buah nipah menggunakan suhu  $300^{\circ}\text{C}$  dalam periode waktu setengah jam. Kandungan air menguap pada suhu  $100$  hingga  $120^{\circ}\text{C}$ . Senyawa hemiselulosa mengurai dalam rentang suhu antara  $200$  hingga  $260^{\circ}\text{C}$ . Setelah itu, pada kisaran suhu  $240$  hingga  $350^{\circ}\text{C}$  selulosa mengalami penguraian. Prosedur karbonisasi yang efektif membutuhkan keberadaan porselin yang menutup kurs, sehingga tidak ada kemungkinan oksigen masuk ke dalamnya. Hal ini dianggap penting untuk memastikan kelancaran proses karbonisasi. Bahan-bahan alami selain karbon akan mengalami penguapan dan struktur kristal akan terbentuk kembali secara acak membentuk karbon. Langkah selanjutnya dihaluskan arang (karbon) tempurung buah nipah hingga ukurannya mencapai *20 mesh*.

Pemanfaatan larutan HCl untuk aktivasi kimia pada karbon dinilai mampu membentuk pori-pori lebih banyak dan lebih optimal dalam penyerapan iod. Sifat larut asam klorida dapat menghilangkan pengotor dengan efektif, sementara

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan HNO<sub>3</sub> dinilai kurang efektif, kemampuan untuk menyerap iod lebih rendah akibat kerusakan struktur arang yang menyebabkan menurunnya kemampuan adsorpsi (Safariyanti dkk, 2018). Hasil pengujian sifat fisis karbon aktif tempurung buah nipah (*nypa fruticans*) dengan nilai kadar air, kadar abu, zat menguap dan karbon terikat terdapat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data Sifat Fisis Karbon Aktif Tempurung Buah Nipah

No.	Parameter Uji	Karbon Aktif Tempurung Buah Nipah (%)	SNI 06-3730-1995 (%)
1	Kadar Air	2,00	Maks. 15
2	Kadar Abu	8,16	Maks. 10
3	Kadar Zat Menguap	1,68	Maks. 25
4	Kadar Karbon Terikat	90,16	Min. 65

Tujuan pengujian kadar air adalah untuk memahami kemampuan arang aktif dalam menyerap molekul air. Hasil pengujian menunjukkan adanya kadar air sejumlah 2% dengan persentase maksimum sebesar 15%. Tujuan pengujian kadar abu untuk mengidentifikasi jumlah oksida logam yang terkandung dalam karbon aktif, terbentuk melalui proses karbonisasi mineral tidak mudah menguap. Adanya abu memiliki dampak yang signifikan pada kemampuan karbon aktif. Penyumbatan pori dapat terjadi karena terlalu banyak abu yang menyebabkan berkurangnya ukuran permukaan karbon aktif. Hasil pengukuran abu yang didapatkan adalah 8,16% dengan persentase maksimum abu sebesar 10%. Tujuan dari pengujian kadar zat menguap adalah untuk memperoleh informasi tentang komposisi zat mudah menguap yang ada dalam karbon aktif seperti hidrogen, karbon monoksida, metana, serta hasil penguapan berubah menjadi cair seperti karbon dioksida dan hidrogen dioksida. Hasil pengujian zat menguap adalah 1,68% dengan nilai maksimumnya 25%. Penentuan jumlah karbon terikat memiliki tujuan untuk mengidentifikasi hasil karbonisasi dan aktivasi, serta banyaknya karbon yang terbentuk. Kelembaban dapat memengaruhi karbonisasi serta banyaknya terbentuk karbon. Banyaknya kadar abu dan zat menguap menyebabkan jumlah karbon menjadi lebih sedikit. Berdasarkan analisis, didapatkan konsentrasi karbon terikat sebesar 90,16% dengan batas minimal yang

diizinkan sebesar 65%. Sehingga, proses karakterisasi tempurung buah nipah dan diaktivasi menggunakan larutan HCl dengan konsentrasi 2 M telah menghasilkan karbon aktif yang memenuhi SNI 06-3730-1995 mengenai karbon aktif teknis (Wahyuni, 2019).

## 4.2. Kualitas Air Sumur Gali Sebelum dan Setelah Filtrasi

### 4.2.1. Kualitas Air Sumur Gali Sebelum Filtrasi

Pengujian sampel air sumur gali sebelum proses filtrasi menggunakan media karbon aktif tempurung buah nipah (*nypa fruticans*) dengan aktivasi larutan HCl konsentrasi 2 M, pasir silika dan zeolit menunjukkan adanya parameter fisika dan parameter kimia yang belum memenuhi syarat mutu air bersih. Hasil pengujian kualitas sampel air sumur gali sebelum filtrasi dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data Kualitas Sampel Air Sumur Gali Sebelum Filtrasi

No	Parameter	Permenkes RI No. 2 Tahun 2023	Satuan	Hasil
Fisik				
1	Suhu	± 3	°C	25,5
2	TDS	<300	mg/L	<b>352</b>
3	Kekeruhan	<3	NTU	<b>4</b>
4	Warna	10	TCU	0,2
5	Bau	Tidak Berbau	-	Tidak Berbau
Kimia				
6	Ph	6,5 – 8,5	-	6,71
7	Nitrat	20	mg/L	2,2872
8	Nitrit	3	mg/L	0,2004
9	Kromium Valensi 6 (Cr <sup>6+</sup> )	0,01	mg/L	<0,0155
10	Besi (Fe)	0,2	mg/L	0,047
11	Mangan (Mn)	0,1	mg/L	<b>0,980</b>

Tabel 4.2. menunjukkan hasil pengujian mutu sampel air sumur gali sebelum difiltrasi menggunakan media karbon aktif tempurung buah nipah (*nypa fruticans*) dengan aktivasi larutan HCl konsentrasi 2 M, pasir silika dan zeolit tidak sesuai syarat mutu air bersih menurut standar Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023. Pada parameter fisik terdapat TDS dengan jumlah 352 mg/l sedangkan nilai maksimumnya <300 mg/l dan kekeruhan dengan jumlah 4 NTU dengan standar

maksimumnya <3 NTU, sedangkan suhu air tidak diukur pada percobaan ini karena terlebih dahulu dipengaruhi suhu sekitarnya. Pada parameter kimia terdapat nilai mangan (Mn) terlarut sebesar 0,980 mg/l, sedangkan ketentuan maksimal yang diperbolehkan 0,1 mg/l.

#### 4.2.2. Kualitas Air Sumur Gali Setelah Filtrasi

Pengujian parameter fisik dan kimia pada kualitas sampel air sumur gali setelah proses filtrasi menggunakan media karbon aktif tempurung buah nipah (*nypa fruticans*) yang diaktivasi melalui perendaman dalam larutan HCl konsentrasi 2 M, pasir silika dan zeolit dengan jenis desain filter A, B dan C untuk menurunkan nilai *total dissolve solid* (TDS), kekeruhan dan mangan (Mn).

##### 1. *Total Dissolve Solid* (TDS)

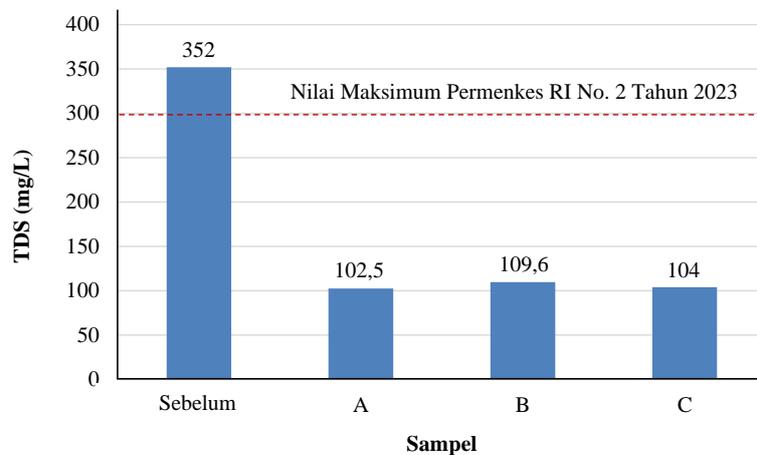
TDS sebagai larutan zat padat berupa mineral, logam, garam dan ion yang dapat larut dalam air. Air dengan kandungan TDS yang tinggi berpotensi memberikan dampak negatif pada kesehatan. Mineral yang terkandung dalam air tidak hilang saat proses perebusan dilakukan. Seiring berjalan waktu, jumlah mineral anorganik yang berlebihan akan menumpuk sehingga menyebabkan penyumbatan (Aliaman, 2017). Setelah filtrasi, pengujian mutu sampel air sumur gali menunjukkan penurunan nilai *total dissolve solid* (TDS) dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian *Total Dissolve Solid* (TDS)

Sampel	Hasil Uji TDS	Satuan	Permenkes RI No. 2 Tahun 2023
A	102,5	mg/L	<300
B	109,6		
C	104,0		

Tabel 4.3. menunjukkan efektivitas pengolahan air dengan adanya penurunan nilai *total dissolve solid* (TDS) setelah dilakukan filtrasi. Pada sampel A nilai *total dissolve solid* (TDS) turun hingga 102,5 mg/L, sampel B hingga 109,6 mg/L dan sampel C hingga 104 mg/L, kandungan *total dissolve solid* (TDS) maksimal <300 mg/L. Hasil pengujian ketiga sampel menunjukkan sampel A, B dan C sesuai dengan ketentuan Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang

persyaratan kualitas air bersih. Adapun grafik nilai *total dissolve solid* (TDS) setelah proses filtrasi dapat ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Grafik Nilai Pengukuran TDS Setelah Filtrasi

Gambar 4.1. menunjukkan nilai TDS mengalami penurunan pada sampel air setelah proses filtrasi. Penurunan kadar TDS terjadi karena saat adsorben karbon aktif dikontakkan ke dalam sampel air terjadi proses adsorpsi, dimana larutan mineral, garam, organik serta anorganik terikat (terserap) oleh adsorben sehingga TDS yang mulanya tinggi menjadi rendah. Sampel A menunjukkan penurunan yang lebih optimum daripada sampel B serta sampel C, dilihat dari komposisi desain filter yang telah dilakukan bahwa karbon aktif tempurung buah nipah adsorbsinya sebagai filter keluaran air dan zeolit sebagai filter serapan air lebih optimal dalam menurunkan nilai TDS.

Menurut penelitian Sulastri (2014), penggunaan media filtrasi arang aktif dapat mengurangi tingkat TDS karena arang aktif memiliki kemampuan menahan partikel dalam ukuran tertentu. Selain itu, hasil penelitian Hamidah (2018) menunjukkan bahwa menggunakan karbon aktif seperti arang dapat mengurangi kadar TDS. Hal ini disebabkan karena kemampuan arang aktif dalam menyerap partikel yang menyebabkan kadar TDS meningkat. Penurunan kadar TDS dalam air dapat terjadi karena kemampuan adsorpsi yang kuat dari karbon aktif, yang membuatnya mampu menarik dan mempertahankan senyawa organik dan anorganik dalam air, zat-zat seperti pestisida dan larutan organik dapat meningkatkan kadar TDS. Efisiensi karbon aktif sebagai filter berdampak besar terhadap penyerapan padatan terlarut dalam air. Walaupun istilah TDS umumnya

mengacu pada larutan yang sepenuhnya terlarut, tetapi penggunaan karbon aktif dapat mengurangi konsentrasi partikel padatan yang tersuspensi dalam air.

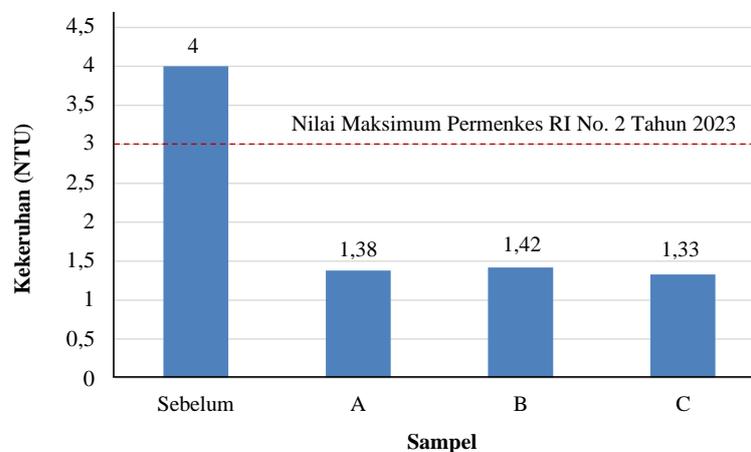
## 2. Kekeruhan

Kekeruhan merupakan keadaan dimana transparansi air berkurang karena adanya koloid yang mengandung padatan organik dan anorganik, berasal dari tumbuhan, hewan, logam dan pelapukan batuan (Sipato, 2017). Setelah proses filtrasi, hasil pengujian menunjukkan penurunan nilai kekeruhan terdapat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Kekeruhan

Sampel	Hasil Uji Kekeruhan	Satuan	Permenkes RI No. 2 Tahun 2023
A	1,38	NTU	<3
B	1,42		
C	1,33		

Tabel 4.4. menunjukkan efektivitas pengolahan air dengan adanya penurunan nilai kekeruhan setelah dilakukan filtrasi. Pada sampel A nilai kekeruhan menurun hingga 1,38 NTU, sampel B hingga 1,42 NTU dan sampel C hingga 1,33 NTU, kadar maksimum yang diperbolehkan yaitu sebesar <3 NTU. Pengujian ketiga sampel menunjukkan hasil sampel A, B dan C sesuai dengan ketentuan Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang persyaratan kualitas air bersih. Adapun grafik nilai kekeruhan setelah proses filtrasi ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Grafik Nilai Pengukuran Kekeruhan Setelah Filtrasi

Gambar 4.2. menunjukkan nilai kekeruhan mengalami penurunan pada sampel air setelah proses filtrasi. Tingkat kekeruhan menurun karena arang aktif memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan kompleks dengan selulosa di dalam media filtrasi. Penurunan nilai pada sampel C lebih optimum daripada sampel A dan B. Dilihat dari komposisi desain filter yang telah dilakukan bahwa karbon aktif tempurung buah nipah adsorpsi sebagai filter serapan air dan zeolit sebagai filter keluaran air lebih optimal dalam menurunkan nilai kekeruhan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Marwanto (2022), penurunan nilai kekeruhan disebabkan oleh sifat karbon aktif sebagai penyerap zat-zat terlarut yang terdapat dalam air. Karbon aktif memiliki pori-pori yang sangat kecil dalam strukturnya, sehingga mampu menjerat partikel-partikel kecil yang bertanggung jawab atas kekeruhan secara mekanis. Partikel-partikel ini terperangkap di dalam pori-pori karbon aktif, menjadikan air yang melewatinya lebih jernih. Karbon aktif memiliki sifat adsorpsi yang kuat, artinya ia dapat menarik dan menahan zat-zat terlarut di dalam air yang menyebabkan kekeruhan. Karbon aktif juga dapat menghilangkan zat-zat warna yang dapat menyebabkan kekeruhan pada air, seperti tannin dan lignin melalui proses adsorpsi.

### 3. Mangan (Mn)

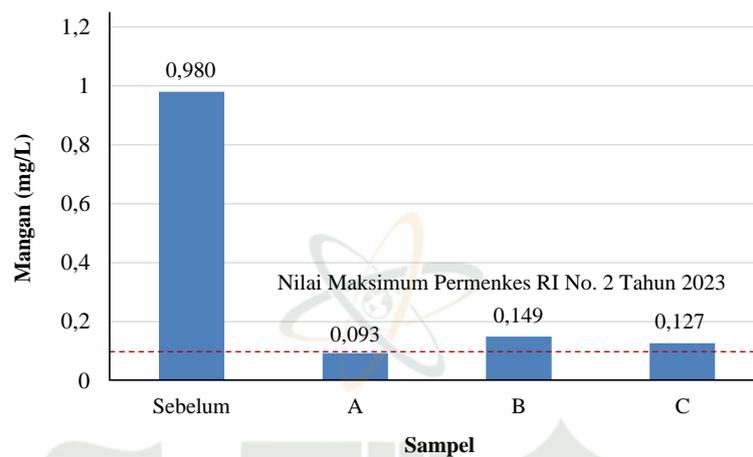
Mangan (Mn) merupakan logam berat yang bersifat esensial untuk membangun struktur dan metabolisme tulang. Jika melebihi batas mangan akan bersifat korosi, sehingga mengakibatkan tubuh mudah terkena penyakit (Awliahasanah, 2021). Setelah proses filtrasi, hasil pengujian menunjukkan penurunan konsentrasi mangan (Mn) yang terdapat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Data Hasil Pengujian Mangan (Mn)

Sampel	Hasil Uji Mangan (Mn)	Satuan	Permenkes RI No. 2 Tahun 2023
A	0,093		
B	0,149	mg/L	0,1
C	0,127		

Tabel 4.5. menunjukkan adanya penurunan konsentrasi mangan (Mn) terlarut setelah dilakukan filtrasi. Sampel A menunjukkan besaran konsentrasi

mangan (Mn) menurun hingga 0,093 mg/L, sampel B hingga 0,149 mg/L dan sampel C hingga 0,127 mg/L, konsentrasi mangan (Mn) maksimal yang diperbolehkan yaitu 0,1 mg/L. Pengujian ketiga sampel menunjukkan hasil sampel A lebih optimum dan sesuai dengan ketentuan Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang persyaratan kualitas air bersih. Adapun grafik penurunan konsentrasi mangan (Mn) terlarut setelah dilakukan proses filtrasi ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik Nilai Pengukuran Kadar Mangan (Mn) Setelah Filtrasi

Gambar 4.3. menunjukkan penurunan konsentrasi mangan (Mn) terlarut setelah proses filtrasi. Pada sampel A penurunan konsentrasi mangan (Mn) lebih optimum dari pada sampel B dan C. Dilihat dari komposisi desain filter yang telah digunakan, karbon aktif tempurung buah nipah adsorbsinya sebagai filter keluaran air dan zeolit sebagai filter serapan air lebih optimal dalam pemanfaatannya sebagai absorben menurunkan konsentrasi mangan (Mn) terlarut (Aliaman, 2017).

Berdasarkan penelitian Ermawan dkk (2017), dengan merujuk pada desain filtrasi yang telah dilakukannya, bahwa terjadi upaya penurunan konsentrasi mangan (Mn) terlarut dalam air. Dapat disimpulkan bahwa sistem filter 1 (arang aktif, zeolit, pasir silika dan kerikil) dan sistem filter 2 (arang aktif, pasir silika, zeolit dan kerikil) efektif dalam mengurangi kadar mangan (Mn) terlarut hingga 0,1 mg/L. Angka-angka tersebut telah memenuhi batas maksimum untuk konsentrasi mangan (Mn) yang dapat larut dalam air sesuai dengan ketentuan standar mutu air bersih.

### 4.3. Pembahasan Penelitian

Pengujian sifat fisis karbon aktif tempurung buah nipah (*nypa fruticans*) menghasilkan nilai kadar air sebesar 2%, kadar abu 8,16%, kadar zat menguap 1,68% dan kadar karbon terikat 90,16%, telah memenuhi standar mutu arang aktif teknis sesuai SNI 06-3730-1995.

Ketiga variasi media filter menunjukkan karbon aktif tempurung buah nipah (*nypa fruticans*) menggunakan aktivasi larutan HCl 2 M, pasir silika dan zeolit efektif dalam menurunkan nilai *total dissolve solid* (TDS), kekeruhan dan mangan (Mn). Pada sampel A, B dan C menunjukkan persentase konsentrasi TDS turun hingga 70,88%, 68,86% dan 70,45%. Pada sampel A, B dan C menunjukkan persentase nilai kekeruhan turun hingga 65,5%, 64,5% dan 66,75%. Pada sampel A, B, dan C menunjukkan persentase konsentrasi mangan (Mn) terlarut turun hingga 90,51%, 84,79% dan 87,04%.

Variasi terbaik pada komposisi karbon aktif tempurung buah nipah (*nypa fruticans*) menggunakan aktivasi larutan HCl konsentrasi 2 M, pasir silika dan zeolit terdapat pada sampel A, dengan tata letak komposisi media pada *housing filter* terdiri dari karbon aktif 5 cm, pasir silika 3 cm dan zeolit 5 cm. Hasil pengujian sampel air sumur gali menunjukkan persentase penurunan konsentrasi *total dissolve solid* (TDS) hingga 70,88%, kekeruhan 65,5% dan kadar mangan (Mn) terlarut 90,51%, sesuai dengan standar Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 telah memenuhi persyaratan mutu sebagai air bersih.