

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dapat dibuktikan bahwa pelepah kelapa dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ramdja *et al.* (2008), penelitian ini memanfaatkan limbah biomassa pelepah kelapa sebagai karbon aktif dengan variasi larutan aktivator dan suhu karbonisasi. Daya serap karbon aktif terhadap larutan iodium menggunakan larutan aktivator HCl 0,2 M dengan suhu karbonisasi 500°C sebesar 832,5296 mg/gr. Daya serap karbon aktif terhadap metilen biru untuk aktivator larutan HCl 0,2 M dengan suhu 500°C sebesar 464,1949 mg/gr. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi paling baik dari hasil pembuatan karbon aktif pelepah kelapa yaitu menggunakan larutan aktivator HCl 0,2 M dengan lama aktivasi 24 jam dan ukuran karbon sebesar – 60 +115 mesh.

Penelitian oleh Esterlita & Herlina, (2015) menggunakan bahan baku lignoselulosa berupa pelepah aren yang telah dibersihkan dan dipotong, dipanaskan dengan suhu 110°C selama 1 jam. Selanjutnya pelepah aren dipisahkan dari larutannya dan dipirolisis menggunakan *furnace* dengan variasi suhu 400°C, 500°C, dan 600°C selama 1 jam. Karbon tersebut dicuci hingga netral menggunakan aquadest dan dihitung rendemen, kadar air, dan penyerapan terhadap larutan iodin. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut yaitu rendemen tertinggi menggunakan larutan aktivator ZnCl₂ pada suhu 400°C sebesar 82,04%. Kadar air dan penyerapan iodin terbaik menggunakan larutan H₃PO₄ yaitu sebesar 6% dan 767,745 mg iodin/gram karbon aktif. Nilai tersebut telah memenuhi SNI yang telah ditetapkan.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Suherman *et al.* (2021) dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh suhu aktivasi pada karakteristik karbon aktif dari pelepah kelapa untuk penjernihan air. Kadar air yang memenuhi SNI No. 06-3730-1995 yaitu pada suhu 500°C dengan hasil kadar air sebesar 4,8%. Kadar zat mudah

menguap setelah proses aktivasi dengan hasil 14,6% pada suhu 500°C. Kadar abu dengan hasil 2,74% pada suhu aktivasi 500°C. Kadar karbon dengan hasil 82,66% pada suhu 500°C. Daya serap tertinggi dengan suhu aktivasi 600°C dengan hasil 87,7% dan pada suhu 500°C dengan hasil 60%. Karakteristik mikrostruktur karbon aktif pelepah sawit yaitu morfologi permukaan dari karbon aktif yang telah diaktivasi fisika pada suhu 500°C diidentifikasi menggunakan *Scanning Electron Mycroscopy* (SEM). Selanjutnya karbon aktif pelepah kelapa digunakan sebagai media adsorpsi penjernihan air sumur. Dengan pengujian parameter fisika (suhu, TDS, TSS, warna, bau, dan rasa) dan kimia (pH, logam Fe, dan Al). Dengan hasil pengujian parameter memenuhi standar air bersih PERMENKES No. 416 Tahun 1990).

Pengaruh waktu pengadukan cepat pada kuagulasi menggunakan metode pengaduk magnetik. Lumpur basah yang sudah dijemur selama 12 jam di bawah sinar matahari kemudian digerus dan diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Sampel 0,5 gram dicampur dengan air 1 L dan dihomogenkan. Sampel tersebut kemudian didiamkan selama 24 jam. Pisahkan antara suspensi dan larutan koloid. Koagulasi menggunakan tawas sebanyak 0,5 gram pada masing masing gelas beaker yang berisi sampel air lumpur sebanyak 500 mL. Metode pengadukan magnetik dengan kecepatan 200 rpm dengan variasi waktu 1 : 2 : 3 : 4 menit. Lakukan pengecekan air sebelum koagulasi. Parameter warna sebesar 10.625 TCU, kekeruhan sebesar 671 NTU, dan TDS sebesar 926 mg/L. Analisis setelah proses koagulasi pada intensitas warna mengalami penurunan pada waktu pengadukan selama 3 menit dengan efisiensi penyisihan 99,98%. Analisis kekeruhan setelah proses koagulasi selama 3 menit menghasilkan instensitas kekeruhan 0 NTU dengan efisiensi penyisihan 100%. Analisis TDS dengan waktu pengadukan cepat selama 3 menit menghasilkan TDS 866 mg/L atau efisiensi penyisihan 6,47 % (Lestari & Linggawati, 2018).

Penelitian tentang arang aktif tempurung kelapa dalam penjernihan air sumur perumahan baru daerah sungai andai. Arang aktif tempurung kelapa diayak menggunakan ayakan 120 mesh dan 170 mesh dan diaktivasi dengan cara dipanaskan

kembali. Karakteristik kadar air arang aktif tempurung kelapa menurut SNI 06-3730-1995 tersebut sebesar 5,2%. Luas permukaan arang aktif menggunakan 170 mesh lebih bagus dibandingkan dengan 120 mesh. Penjernihan air dilakukan dengan variasi lama waktu perendaman, massa arang aktif, dan koagulan (tawas), serta teknik pengadukan menggunakan pengadukan biasa dan pengadukan magnetik bar. 500 mL air sumur rawa gambut membutuhkan komposisi campuran 1 gram arang aktif dan 1 gram tawas untuk sampel air. Hasil dari komposisi ini yaitu pH air berkisar 3,67. Apabila dilakukan secara terpisah dengan penambahan koagulan maka komposisi arang aktif sebesar 0,5 gram dan 1 gram tawas. Komposisi ini merupakan kondisi optimum dengan hasil pH sebesar 7,73 karena pencampuran secara bersamaan kedua bahan tersebut arang aktif akan mengadsorpsi partikulat yang telah diserap oleh koagulan, sehingga daya serap dari arang aktif akan berkurang. Teknik pengadukan memberikan hasil yang sama, tetapi teknik pengadukan menggunakan magnetik bar memberikan keuntungan menghemat waktu karena mempercepat pencampuran antara arang aktif dan koagulan terhadap sampel air. Parameter lain seperti mangan, besi, alumunium, dan klorida yang terkandung dalam air menggunakan proses adsorpsi arang aktif dan koagulan secara terpisah memberikan hasil terbaik (Rahmawanti & Dony, 2016).

Karbon aktif dari bahan baku jerami dengan metode aktivasi menggunakan larutan KOH dengan menentukan efek suhu aktivasi, tekstur permukaan, dan karakteristik karbon aktif menggunakan BET dan FTIR. Jerami sebanyak 20 gram dikeringkan dan digiling. Aktivasi dengan larutan KOH sebanyak 300 mL dengan perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 1:4. Suhu karbonisasi yang digunakan 400 °C, 500°C, dan 600°C. Kondisi optimum berada pada perbandingan 3:1 dengan suhu karbonisasi 500 °C. Nilai luas permukaan pori dengan analisis BET yaitu 1012,72 m²/g dan volume pori sebesar 0,49815 m³/g (Simsek, 2019).

Pengaruh aktivasi H₃PO₄ untuk karbon aktif dari bahan baku biomassa tanah yang di oven dengan suhu 103 °C selama 24 jam kemudian 50 gram karbon diaktivasi karbon diaktivasi dengan larutan H₃PO₄ 200 ml, aduk menggunakan reaktor dengan

suhu 85°C 24 jam. H₃PO₄ sebagai katalis menghasilkan karbon aktif dengan luas permukaan dan volume pori besar. SBET yang dihasilkan sebesar 28,48% dan untuk Smicro sebesar 9,98%. Semakin tinggi presentase dari Smicro/SBET maka agen pengaktif membantu menghilangkan endapan zat tar yang menyumbat jaringan pori karbon aktif (Oginni *et al.*, 2019).

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|---|---|---|
| 1. | (Ramdja et al., 2008) | Menentukan suhu aktivasi yang terbaik, menentukan jenis aktivator yang paling efektif, dan menentukan ukuran karbon aktif serta waktu aktivasi terbaik dari karbon aktif pelepah kelapa | Hasil aktivator menggunakan HCl 0,2 M dengan suhu 500°C merupakan kondisi paling baik dan efektif dalam pembuatan karbon aktif pelepah kelapa | Penambahan bahan baku serbuk kayu. Aktivator menggunakan H ₃ PO ₄ 1 M dan 2 M. Karbon aktif diaplikasikan ke air sungai |
| 2. | (Esterlita & Herlina, 2015) | Mengetahui pengaruh suhu karbonisasi dan agen aktivator (ZnCl ₂ , KOH, dan H ₃ PO ₄ 1 M) dalam pembuatan karbon | Semakin tinggi suhu karbonisasi maka semakin rendah rendemen yang dihasilkan. Aktivator terbaik untuk pelepah aren | Bahan baku (pelepah kelapa dan serbuk kayu). Konsentrasi larutan aktivator |

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|--|---|--|
| | | aktif pelepah aren, serta untuk mengetahui suhu optimal dan jenis aktivator terbaik | adalah H ₃ PO ₄ dengan konsentrasi 1 M dan suhu karbonisasi 500°C selama 1 jam yaitu memberikan nilai bilangan iodin sebesar 767,745 mg iodin/gram dan kadar airnya sebesar 6%. | H ₃ PO ₄ 1 M dan 2 M Karbon aktif pelepah kelapa diaplikasikan ke air sungai |
| 3. | (Suherman et al., 2021) | Mengetahui pengaruh suhu aktivasi pada karakteristik karbon aktif dari pelepah sawit untuk penjernih air | Suhu optimum untuk aktivasi fisika berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 untuk parameter kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, kadar karbon, dan daya serap adalah pada suhu 500°C. Setelah dilakukan analisis, | Bahan baku (pelepah kelapa). Aktivator menggunakan H ₃ PO ₄ 1 M dan 2 M, dan lokasi air sungai |

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|--|--|--|
| | | | hasil uji air sumur sesudah di filter berada di bawah baku mutu. | |
| 4. | (Lestari & Linggawati, 2018) | Mempelajari pengaruh variasi waktu pengadukan cepat selama koagulasi menggunakan metode pengaduk magnetik. | Hasil analisis dari kualitas air, warna, kekeruhan, dan TDS lumpur sintetik setelah dilakukan koagulasi dengan metode pengaduk magnetik pada kecepatan tetap 200 rpm dengan waktu 3 menit memiliki hasil optimum dengan penyisihan warna 99, 88%, kekeruhan 100%, dan TDS 6,47%. | Analisis kualitas air sungai muara Donan |
| 5. | (Rahmawanti & Dony, 2016) | Penjernihan air sumur perumahan baku daerah sungai | Arang aktif dari tempurung kelapa dapat mengadsorpsi | Bahan baku (pelepah kelapa), |

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|---|--|--|
| | | <p>Andai menggunakan arang aktif tempurung kelapa</p> | <p>logam Fe, Mn, dan Al. Penjernihan air dilakukan dengan variasi lama waktu perendaman, massa arang aktif, dan koagulan (tawas), serta teknik pengadukan menggunakan pengadukan biasa dan pengadukan magnetik bar. Proses pengolahan air sungai Andai dengan sampel 500 ml yang menggunakan karbon aktif dan koagulan (tawas) yang dilakukan terpisah dengan komposisi arang aktif 0,5 gram dan</p> | <p>aktivator menggunakan H_3PO_4 1 M dan 2 M, dan lokasi air sungai</p> |

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|--|--|--|
| | | | koagulan (tawas) 1 gram memberikan hasil yang baik dibandingkan dengan perlakuan yang dilakukan secara bersamaan. | |
| 6. | (Simsek, 2019) | Membuat karbon aktif dari jerami dengan metode aktivasi menggunakan larutan KOH dengan menentukan efek suhu aktivasi, tekstur permukaan, dan karakteristik karbon aktif. | Jerami sebanyak 20 gram dikeringkan dan digiling. Aktivasi dengan larutan KOH sebanyak 300 mL dengan perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 1:4. Suhu karbonisasi yang digunakan 400 °C, 500°C, dan 600°C. Kondisi optimum berada pada perbandingan 3:1 dengan suhu karbonisasi 500 °C. | Bahan baku yang digunakan yaitu pelepah kelapa dan serbuk kayu. Larutan aktivator menggunakan H ₃ PO ₄ . |

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|--|---|--|
| | | | <p>Nilai luas permukaan pori dengan analisis BET yaitu 1012,72 m²/g dan volume pori sebesar 0,49815 m³/g</p> | |
| 7. | (Oginni <i>et al.</i> , 2019) | <p>Mengetahui pengaruh aktivasi H₃PO₄ terhadap karakteristik dari karbon aktif dengan suhu pirolisis 500°C. Aktivasi karbon aktif dengan suhu 900°C.</p> | <p>Bahan baku biomassa tanah di oven dengan suhu 103 °C selama 24 jam. 50 gram karbon diaktivasi dengan larutan H₃PO₄ 200 ml, aduk menggunakan reaktor dengan suhu 85°C 24 jam. H₃PO₄ sebagai katalis menghasilkan karbon aktif dengan luas permukaan dan volume pori besar</p> | <p>Bahan baku yang digunakan yaitu pelepah kelapa dan serbuk kayu. Larutan aktivator menggunakan H₃PO₄</p> |

Unsur kebaruan dari penelitian ini yaitu penggunaan pelepah kelapa dan serbuk kayu laban sebagai bahan pembuatan karbon aktif. Penelitian ini menggunakan larutan H_3PO_4 1 M dan 2 M sebagai larutan aktivator dari karbon pelepah kelapa dan serbuk kayu laban untuk bahan pengaktif serta menambah luas permukaan pada karbon. Hasil dari karbon aktif tersebut dilakukan pengecekan karakteristik dari kadar abu, kadar air, daya serap iodin, dan luas permukaan pori. Kemudian proses penjernihan air menggunakan sampel air dari sungai muara Donan. Setelah proses penjernihan, sampel air dilakukan pengukuran parameter antara lain pH, suhu, TDS, TSS, COD, dan BOD.

2.2 Teori-Teori yang Relevan

2.2.1 Karbon Aktif

Adsorben merupakan bahan padat yang memiliki luas permukaan. Permukaan tersebut terbentuk karena adanya pori-pori yang halus pada padatan. Adsorben berupa karbon aktif dapat dibuat dari material alam dapat juga disebut bioadsorben. Bioadsorben yang mengandung banyak unsur karbon seperti pelepah kelapa dan serbuk kayu yang kemudian diaktivasi dengan tujuan memperbesar permukaan adsorben. Adsorben yang umum digunakan dalam pengolahan air adalah karbon aktif (Azzahra & Taufik, 2020).

Karbon aktif terbuat dari material padat yang mengandung banyak unsur karbon seperti tempurung kelapa dan serbuk kayu. Karbon aktif merupakan karbon yang sudah ditingkatkan daya adsorpsinya dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi dengan memperbesar permukaan adsorben. Karbon aktif dapat digunakan sebagai menyerap bau, mengurangi intensitas warna air, menyerap bau, menyerap logam dan bakteri. Pembuatan karbon aktif melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi merupakan proses pembakaran yang tidak sempurna dan pembentukan struktur pori dari butiran yang memiliki daya serap (Suherman *et al.*, 2021). Karbon aktif merupakan karbon yang disusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal. sudut atom C memiliki luas permukaan berkisar antara $300 \text{ m}^2/\text{g}$ hingga $3.500 \text{ m}^2/\text{g}$. hal ini berhubungan dengan struktur pori sehingga karbon aktif memiliki

sifat sebagai adsorben (Hartanto & Ratnawati, 2010). Berikut ini merupakan standar dari karbon aktif :

Tabel 2.2 SNI Arang Aktif

| No. | Uraian | Satuan | Persyaratan | |
|-----|--|--------|----------------|----------------|
| | | | Butiran | Serbuk |
| 1 | Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C, % | - | Maks 15 | Maks 25 |
| 2 | Air, % | - | Maks 4,4 | Maks 15 |
| 3 | Abu, % | - | Maks 2,5 | Maks 10 |
| 4 | Bagian yang tidak terarang | - | Tidak ternyata | Tidak ternyata |
| 5 | Daya serap terhadap iodin | mg/g | Min 750 | Min 750 |
| 6 | Karbon aktif murni, % | - | Min 80 | Min 65 |
| 7 | Daya serap terhadap benzene, % | - | Min 25 | - |
| 8 | Daya serap terhadap biru metilena | ml/g | Min 60 | Min 120 |
| 9 | Kerapatan jenis curah | g/ml | 0,45-0,55 | 0,30-0,35 |
| 10 | Lolos ukuran mesh 325% | - | - | - |
| 11 | Jarak mesh, % | - | 90 | - |
| 12 | Kekerasan, % | - | 80 | - |

Sumber : SNI 06-3730-1995

2.2.2 Air Sungai Muara Donan

Sungai Muara Donan berada di Donan, Kecamatan Cilacap Tengah, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Sungai muara Donan merupakan salah satu daerah aliran sungai yang tercemar. Sumber pencemar dari muara donan dipengaruhi oleh kawasan kilang minyak dan jalur penyebrangan. Bahan pencemar tersebut salah satunya adalah minyak dan lemak. Minyak dan lemak diklasifikasikan sebagai polutan yang berbahaya ketika masuk ke perairan dan menimbulkan kerusakan yang tinggi pada organisme air. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menyebutkan bahwa air sungai muara Donan memiliki bahan pencemar berupa *Total Suspended Solid* (TSS) sebesar 258,6 mg/L, kandungan minyak sebesar 22,4 mg/L (Trenngo et al., 2018). *Total Dissolved Solid* (TDS) dengan rata-rata 24.713 mg/L, *Total Suspended Solid* (TSS) dengan rata-rata 301 mg/L, *Biological Oxygen Demand* (BOD) sebesar 3,679 mg/L, *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 31 mg/L, dan timbal sebesar 0,0418 mg/L parameter tersebut tidak sesuai dengan klasifikasi mutu air kelas III baku mutu Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 (Permadi & Widyastuti, 2015).



Gambar 2.1 Wilayah Sungai Muara Donan

Air sungai muara Donan setelah dilakukan proses penjernihan dapat digunakan sebagai keperluan dari masyarakat untuk keperluan sehari-hari sesuai Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air berdasarkan klasifikasi kelas. Air sungai yang baik adalah air yang memenuhi baku mutu sesuai dengan klasifikasi kelas Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001. Upaya dilakukan untuk pencegahan pencemaran air serta pemulihan kualitas air untuk menjamin kualitas air sesuai dengan baku mutu air. Klasifikasi mutu air dibagi menjadi empat kelas :

- a. Kelas I, air tersebut dapat digunakan sebagai air baku air minum.
- b. Kelas II, air yang dapat digunakan sebagai prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air mengairi tanaman.
- c. Kelas III, air yang dapat digunakan sebagai pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air mengairi tanaman.
- d. Kelas IV, air yang dapat digunakan untuk mengairi pertanian.

Berikut adalah tabel baku mutu air berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air diurutkan berdasarkan klasifikasi kelas.

Tabel 2.3 Baku Mutu Air

| PARAMETER | SATUAN | KELAS | | | |
|--------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | I | II | III | IV |
| FISIKA | | | | | |
| Temperatur | | Deviasi 3 | Deviasi 3 | Deviasi 3 | Deviasi 5 |
| Residu terlarut (TDS) | mg/L | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Residu tersuspensi (TSS) | mg/L | 50 | 50 | 400 | 400 |
| KIMIA | | | | | |
| pH | - | 6-9 | 6-9 | 6-9 | 5-9 |

| PARAMETER | SATUAN | KELAS | | | |
|---------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | I | II | III | IV |
| BOD | mg/L | 2 | 3 | 6 | 12 |
| COD | mg/L | 10 | 25 | 50 | 100 |
| DO | mg/L | 6 | 4 | 3 | 0 |
| Total fosfat sebagai P | mg/L | 0,2 | 0,2 | 1 | 5 |
| NO ₃ sebagai N | mg/L | 10 | 10 | 20 | 20 |
| NH ₃ N | mg/L | 0,5 | - | - | - |
| Arsen | mg/L | 0,05 | 1 | 1 | 1 |
| Kobalt | mg/L | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Barium | mg/L | 1 | - | - | - |
| Boron | mg/L | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Selenium | mg/L | 0,01 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Kadmium | mg/L | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Khrom (VI) | mg/L | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 1 |
| Tembaga | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,2 |
| Besi | mg/L | 0,3 | - | - | - |
| Timbal | mg/L | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 1 |
| Mangan | mg/L | 0,1 | - | - | - |
| Air raksa | mg/L | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,005 |
| Seng | mg/L | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 2 |
| Khlorida | mg/L | 600 | - | - | - |
| Sianida | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,02 | - |
| Fluorida | mg/L | 0,5 | 1,5 | 1,5 | - |
| Nitrit sebagai N | mg/L | 0,06 | 0,06 | 0,06 | - |
| Sulfat | mg/L | 400 | - | - | - |
| Khlorin bebas | mg/L | 0,03 | 0,03 | 0,03 | - |

| PARAMETER | SATUAN | KELAS | | | |
|-----------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | | I | II | III | IV |
| Belerang sebagai H ₂ S | mg/L | 0,002 | 0,002 | 0,002 | - |
| MIKROBIOLOGI | | | | | |
| Fecal coliform | Jml/100ml | 100 | 1000 | 200 | 2000 |
| Total coliform | Jml/100ml | 1000 | 5000 | 10000 | 10000 |
| RADIOAKTIVITAS | | | | | |
| Gross-A | Bq/L | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Gross-B | Bq/L | 1 | 1 | 1 | 1 |
| KIMIA ORGANIK | | | | | |
| Minyak dan Lemak | µg/L | 1000 | 1000 | 1000 | - |
| Detergen sebagai | µg/L | 200 | 200 | 200 | - |
| MBAS | | | | | |
| Senyawa fenol sebagai fenol | µg/L | 1 | 1 | 1 | - |
| BHC | µg/L | 210 | 210 | 210 | - |
| Aldrin/Dieldrin | µg/L | 17 | - | - | - |
| Chlordane | µg/L | 3 | - | - | - |
| DDT | µg/L | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Heptachlor dan heptachlor epoxide | µg/L | 18 | - | - | - |
| Lindane | µg/L | 56 | - | - | - |
| methoxychlor | µg/L | 35 | - | - | - |
| Endrin | µg/L | 1 | 4 | 4 | - |
| Texophan | µg/L | 5 | - | - | - |

Sumber : Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001

2.2.3 Pelepah Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera* L) merupakan pohon dari famili *Arecaceae*. Salah satu bagian dari tanaman kelapa yaitu berupa pelepah kelapa. Tanaman kelapa ini merupakan tanaman yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena sebagian besar dari bagian tanaman kelapa dapat dimanfaatkan dan dijuluki sebagai pohon kehidupan. Holoselulosa merupakan komponen utama di dalam kayu. Holoselulosa merupakan senyawa organik yang terdapat dalam pelepah kelapa. Kandungan holoselulosa pada pelepah kelapa memiliki rata-rata sebesar 73.49%. Untuk kandungan selulosa yang terdapat pada pelepah kelapa yaitu memiliki rata-rata sebesar 31.95%. selulosa merupakan bagian senyawa organik pada holoselulosa (Wardhani *et al.*, 2004).

2.2.4 Serbuk Kayu Laban

Serbuk kayu adalah bahan yang memiliki pori yang dapat digunakan sebagai penyerapan air. Serbuk kayu gergaji mengandung komponen utama seperti selulosa, lignin, dan zat ekstraksif kayu. Selulosa memiliki potensi yang besar untuk dijadikan sebagai media penjerap karena gugus -OH yang terikat dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Selulosa lebih kuat untuk menjerap bahan atau zat yang bersifat polar. (Harni *et al.*, 2015).

Pohon laban (*Vitex pubescens* Vahl) merupakan pohon dari famili *Lamiaceae* yang berasal dari Asia Timur. Kayu laban yang digunakan sebagai bahan baku biomasa menjadi peluang untuk meningkatkan nilai ekonomis kayu jenis laban. Ciri-ciri pohon laban yaitu memiliki banyak cabang yang bengkok tidak teratur, kayu yang keras, padat, dan berserat halus. Tinggi pohon laban mencapai 25-30 m dengan diameter 70 cm. Kayu laban memiliki karakteristik yang tahan lama terhadap air dan tanah. Kerapatan yang berkisar antara 800-950 kg/m³ pada kadar air 15%. Komponen penyusun kimia kayu yang ada pada pohon laban yaitu kadar selulosa 48,18%, kadar hemiselulosa 11,47%, kadar lignin 26,42%, kadar air kondisi kering angin 9,48% (Alimah, 2020).

2.2.5 Aktivator H₃PO₄

Asam fosfat (H₃PO₄) merupakan mineral anorganik yang dapat digunakan untuk bahan pengaktif. Proses ini merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan cara penambahan bahan pengaktif. H₃PO₄ memiliki unsur mineral dari senyawa kimia yang akan meresap ke dalam arang dan menambah luas permukaan yang tertutup pada arang (Kurniawan *et al.*, 2014). Menurut Esterlita & Herlina, (2015), aktivasi secara kimiawi dalam pembuatan karbon aktif dengan menggunakan H₃PO₄ sudah sangat sering digunakan untuk menghasilkan karbon aktif yang memiliki permukaan yang luas untuk menyerap dan pori – pori yang besar. H₃PO₄ juga dapat menyerap kandungan dari bahan karbon, sehingga penggunaan aktivator H₃PO₄ dapat menvegah terbentuknya abu pada karbon aktif.

Upaya yang dilakukan untuk dapat meningkatkan kualitas karbon aktif yaitu dengan melakukan proses aktivasi karbon. Tujuan dari proses aktivasi karbon adalah untuk meningkatkan kualitas karbon yang dihasilkan menjadi karbon aktif yang mempunyai mikropori, mesopori, makropori yang kecil namun luas permukaan besar (Rahayu & Hadi, 2017). Menurut pendapat Diharyo *et al.*, (2020), larutan aktivator H₃PO₄ mempengaruhi luas permukaan karbon aktif karena H₃PO₄ merupakan asam kuat yang dapat mengangkat senyawa hidrokarbon, sehingga dapat membentuk pori pada permukaan karbon.

2.2.6 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses penggumpalan substansi terlarut yang ada di dalam larutan oleh permukaan zat penyerap. Dengan itu metode adsorpsi dapat digunakan sebagai penjernihan air. Pengolahan adsorpsi memerlukan adsorben yang memiliki ukuran pori-pori cukup besar sehingga proses adsorpsi berhasil. (Harni *et al.*, 2015). Metode adsorpsi dapat memanfaatkan bahan biomaterial yang mudah didapatkan. Adsorpsi yang menggunakan limbah biomassa disebut bioadsorpsi. Bioadsorpsi merupakan proses pengikatan ion polutan yang didapat di dalam larutan dengan

menggunakan bahan yang berasal dari alam (Wardani *et al.*, 2018). Bioadsorben merupakan zat penjerap yang menggunakan bahan baku yang berasal dari bahan alam.

2.2.7 Luas Permukaan Pori

Luas permukaan pori menentukan daya serap arang yang digunakan sebagai adsorben. Pori yang terdapat pada karbon aktif menyebabkan karbon aktif memiliki kemampuan untuk menyerap. Semakin kecil ukuran butir karbon aktif, maka luas permukaan akan semakin luas (Diharyo *et al.*, 2020). Untuk mengetahui luas permukaan pori dari karbon aktif diperlukan analisis menggunakan media gas nitrogen dengan metode *Brunauer, Emmett, and Teller* (BET) (Agustina & Fitriana, 2018).

2.2.8 Kinetika Adsorpsi

Adanya proses penyerapan suatu zat oleh adsorben dalam fungsi waktu menyatakan kinetika adsorpsi. Model kinetika terdiri dari dari orde satu dan orde dua dimana masing-masing parameter dihitung menggunakan grafik $\ln C_e$ terhadap t dan $1/C_e$ terhadap t . model kinetika dengan R^2 paling tinggi merupakan model yang sesuai dengan hasil penelitian (Anggriani *et al.*, 2021).

Adapun model kinetika orde satu dan orde dua dihitung dengan persamaan :

Orde 1

$$\ln C_e = -k \cdot t + C_o \quad (2.1)$$

Keterangan :

k = konstanta laju adsorpsi

C_o = konsentrasi awal larutan (mg/L)

C_e = konsentrasi akhir larutan (mg/L)

Orde 2

$$\frac{1}{C_e} = k \cdot t + \frac{1}{C_o} \quad (2.2)$$

Keterangan :

k = konstanta laju adsorpsi

C_o = konsentrasi awal larutan (mg/L)

C_e = konsentrasi akhir larutan (mg/L)