

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu mengenai karbon aktif dari ampas kopi robusta dan daun kering ketapang ataupun dari bahan lainnya merupakan suatu pertimbangan pada penelitian ini. Dengan adanya penelitian yang sudah dilakukan perlu dicantumkan penelitiannya untuk menguatkan penelitian ini. Penelitian ini melakukan pemanfaatan ampas kopi robusta dengan tambahan bahan baku daun kering ketapang menjadi karbon aktif dengan aktivator asam fosfat (H_3PO_4) untuk menurunkan parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*), fosfat, pH, TDS (*Total Dissolved Solid*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) pada air limbah laundry.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Dwityaningsih *et al.*, 2023) menggunakan sekam padi sebagai karbon aktif dengan aktivator asam fosfat (H_3PO_4). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik karbon aktif sekam padi dengan ukuran 100 mesh yang dipengaruhi adanya variasi konsentrasi H_3PO_4 . Untuk karakteristik karbon aktif mengacu pada SNI 06-3730-1995, pada pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini yakni kadar air, kadar abu, daya serap iodin, pengujian kemampuan adsorpsi *metylen blue* dan analisis gugus fungsi. Variasi aktivator H_3PO_4 yang digunakan terdiri dari 3 variasi konsentrasi yakni 4 M, 6 M dan 8 M, aktivasi karbon sekam padi dilakukan dengan mengkontakkan karbon sekam padi dengan H_3PO_4 selama 24 jam dan dilakukan penggojokan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa karakteristik karbon yaitu kadar air menghasilkan 3,936%, 4,037% dan 4,070% sudah memenuhi standar SNI 06-3730-1995, daya serap iodin menghasilkan 1217,204 mg/g, 1204,255 mg/g dan 1184,832 mg/g sudah memenuhi standar SNI 06-3730-1995, sedangkan hasil kadar abu tidak memenuhi standar SNI 06-3730-1995 karena masih diatas 10%. Kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi hasil yang tertinggi pada aktivasi H_3PO_4 8 M yaitu 22,42 mg/g dan 89,68%. Dan hasil spektra IR karbon aktif dari ketiga variasi konsentrasi H_3PO_4 terdapat gugus fungsi C-H aromatik, C=C dan C-O anhidrida.

Penelitian yang dilakukan oleh (Ramadhani *et al.*, 2023) menggunakan daun ketapang sebagai koagulan dalam penurunan nilai BOD (*Biological Oxygen*

Demand) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada air kanal penampu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daun ketapang sebagai koagulan dalam penurunan nilai BOD dan COD yang mengacu pada standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan menggunakan daun ketapang sebagai koagulan dengan variasi massa 1 gram, 3 gram dan 5 gram. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daun ketapang mampu menurunkan nilai BOD dan COD, semakin banyak massa daun ketapang yang digunakan maka semakin berkurang nilai BOD dan COD. Untuk nilai BOD dalam penelitian ini tidak dapat sesuai dengan standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik nilai BOD yaitu 30 mg/L, hasil nilai BOD dalam penelitian ini pada massa 5 gram nilai BOD mengalami penurunan dengan hasil 32,32 mg/L. Sedangkan, untuk nilai COD pada massa 5 gram dengan hasil 78,67 mg/L dan presentase penurunan sebesar 70% sesuai dengan standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik adalah 100 mg/L.

Penelitian yang dilakukan oleh Duan (2018) melakukan adsorpsi timbal menggunakan ampas kopi sebagai karbon aktif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik kadar air, kadar abu dan daya serap iodine ampas kopi sebagai karbon aktif yang teraktivasi HCl dan H₃PO₄ terhadap Pb (II). Pada penelitian ini melakukan pengujian karakterisasi kadar air arang aktif, untuk baku mutu kadar air berdasarkan Standar Industri Indonesia adalah 15%. Hasil pengujian karakterisasi kadar air arang aktif ampas kopi yang diaktivasi HCl menghasilkan 4,2023% dan H₃PO₄ menghasilkan 2,8058%, hasil kadar air arang aktif ampas kopi yang teraktivasi HCl dan H₃PO₄ sudah sesuai dengan Standar Industri Indonesia. Baku mutu kadar abu berdasarkan Standar Industri Indonesia adalah 10 %. Hasil penelitian ini mengenai pengujian kadar abu pada arang aktif yang teraktivasi HCl 3,4803% dan H₃PO₄ 3,6848%, hasil pengujian kadar abu pada penelitian ini sudah sesuai dengan Standar Industri Indonesia. Dan untuk hasil pengujian daya serap iodine, untuk baku mutu daya serap iodine berdasarkan

Standar Industri Indonesia adalah 750 mg/g. Hasil penelitian ini mengenai pengujian daya serap iodin arang aktif yang teraktivasi HCl 302,1308 mg/g dan H₃PO₄ 344,2158 mg/g, hasil pengujian daya serap iodium sudah sesuai dengan Standar Industri Indonesia.

Penelitian yang dilakukan oleh Utomo (2018) mengenai penurunan kadar surfaktan anionik dan fosfat dalam air limbah *laundry*. Pada penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan karbon aktif komersial (teknis) menurunkan kadar surfaktan anionik dan fosfat yang terdapat di air limbah *laundry*. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variasi ukuran partikel, untuk variasi ukuran partikel yakni 60, 120 dan 200 mesh. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan surfaktan anionik dan fosfat pada air limbah *laundry* melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur yaitu untuk kandungan surfaktan anionik 10,65 ppm dan untuk kadar fosfat 14,148 ppm. Penelitian ini telah berhasil menggunakan karbon aktif untuk menurunkan kadar surfaktan anionik dan fosfat. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel, maka kapasitas adsorpsinya semakin tinggi. Hasil adsorpsi surfaktan anionik terbaik dari variasi ukuran 200 mesh dengan kandungan surfaktan anionik sebesar 3,102 ppm. Untuk hasil penurunan kadar fosfat oleh karbon aktif telah menunjukkan bahwa kadar fosfat setelah mengalami proses treatment berkurang secara signifikan dibawah batas deteksi.

Penelitian yang dilakukan oleh Purnama Sari (2021) menggunakan *bottom ash* sebagai media adsorpsi. Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan *bottom ash* yang teraktivasi NaOH 1 M sebagai adsorben untuk menurunkan kadar BOD, COD dan fosfat pada air bungan limbah *laundry*. Untuk variasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variasi massa sebesar 5, 10, 15 dan 20 gram. Untuk variasi lama waktu penyerapan sebesar 20, 40 dan 60 menit. Hasil penelitian ini dalam menurunkan kadar BOD, COD dan fosfat yaitu untuk analisa BOD menggunakan metode uji SNI 6989.72:2009 dengan baku mutu 75, hasil penurunan BOD menjadi 129,2 mg/l, hasil analisis yang didapat masih diluar baku mutu. Hal ini disebabkan karena kurangnya keefektivitasan adsorpsi dari adsorben *bottom ash* dalam penyerapannya. Pada hasil analisis penurunan kadar COD menggunakan metode

uji SNI 6989.73:2019 dengan baku mutu 180. Hasil analisis COD menjadi 354,8 mg/l, hasil analisis yang didapat selama proses adsorpsi tidak sesuai dengan standar baku mutu. Hal ini disebabkan karena keefektivitasan adsorben *bottom ash* dalam penyerapannya kurang maksimal. Untuk hasil dari analisis dalam penurunan fosfat menggunakan metode uji SNI 06.6889.31-2005 dengan baku mutu 2. Hasil uji dari penyerapan hasil akhir setelah mengalami penurunan kadar fosfat menjadi 0,104 yang sudah sesuai dengan baku mutu.

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	Dwityaningsih (2023)	Menggunakan sekam padi sebagai karbon aktif dengan aktivator H ₃ PO ₄ . Untuk mengetahui karakteristik karbon aktif sekam padi dengan ukuran 100 mesh yang dipengaruhi adanya variasi konsentrasi H ₃ PO ₄ . Untuk karakteristik karbon aktif mengacu pada SNI 06-3730-	Hasik karakteristik karbon sudah memenuhi standar SNI 06-3730-1995 yaitu kadar air menghasilkan 3,936%, 4,037% dan 4,070%, daya serap iodin menghasilkan 1217,204 mg/g, 1204,255 mg/g dan 1184,832 mg/g, sedangkan hasil kadar abu tidak memenuhi standar SNI 06-3730-1995.	Menggunakan ampas kopi robusta dan daun ketapang yang teraktivasi H ₃ PO ₄ 0,1 M dengan ukuran 100 mesh. Karakteristik karbon aktif mengacu pada SNI 06-3730-1995 yang terdiri dari kadar air, kadar <i>volatile matter</i> , daya serap

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		1995, pengujian yakni kadar air, kadar abu, daya serap iodine, pengujian kemampuan adsorpsi metylen blue dan analisis gugus fungsi. Variasi aktivator H ₃ PO ₄ yang digunakan terdiri dari 3 variasi konsentrasi yakni 4 M, 6 M dan 8 M.	Kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi hasil yang tertinggi pada aktivasi H ₃ PO ₄ 8 M yaitu 22,42 mg/g dan 89,68%. Dan hasil spektra IR karbon aktif dari ketiga variasi konsentrasi H ₃ PO ₄ terdapat gugus fungsi C-H aromatik, C=C dan C-O anhidrida.	iodine dan <i>fixed carbon</i> .
2.	Ramadhani (2023)	Menggunakan daun ketapang sebagai koagulan dalam penurunan nilai BOD dan COD pada air kanal penampu. Penelitian ini bertujuan untuk	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daun ketapang mampu menurunkan nilai BOD dan COD pada massa 5 gram	Menggunakan ampas kopi robusta dan daun ketapang sebagai adsorben dalam penurunan nilai COD, fosfat,

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		mengetahui pengaruh daun ketapang sebagai koagulan dalam penurunan nilai BOD dan COD yang mengacu pada standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Terdapat variasi massa koagulan yaitu 1 gram, 3 gram dan 5 gram.	sesuai dengan standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, semakin banyak massa daun ketapang yang digunakan maka semakin berkurang nilai BOD dan COD. Hasil nilai BOD dengan hasil 32,32 mg/L. Sedangkan, nilai COD yakni 78,67 mg/L dan presentase penurunan 70%.	pH, TDS dan TSS pada air limbah <i>laundry</i> yang sesuai dengan standar baku mutu Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012. Untuk massa karbon aktif yaitu 2 gram.
3.	Purnama Sari (2021)	Memanfaatkan <i>bottom ash</i> yang	Hasil penelitian ini dalam kadar	Memanfaatkan ampas kopi

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		<p>teraktivasi NaOH 1 M sebagai adsorben untuk menurunkan kadar BOD, COD dan fosfat pada air buangan limbah <i>laundry</i>. Variasi massa sebesar 5, 10, 15 dan 20 gram.</p>	<p>BOD, COD dan fosfat. Untuk BOD menghasilkan 129,2 mg/l tidak sesuai dengan standar uji baku mutu SNI, hasil COD 354,8 mg/l tidak sesuai dengan standar uji baku mutu SNI dan untuk penyerapan kadar fosfat mengalami penurunan kadar fosfat menjadi 0,104 yang sudah sesuai dengan baku mutu SNI.</p>	<p>robusta dan daun ketapang menjadi karbon aktif yang di aktivasi H₃PO₄ 0,1 M untuk menurunkan kadar fosfat, COD, pH, TDS dan TSS dengan variasi massa karbon aktif yaitu 100%, 50% : 50%, 75% : 25%, 25% : 75% dan 100%.</p>
4.	Duan (2018)	<p>Untuk mengetahui karakteristik kadar air, kadar abu dan daya serap iodium</p>	<p>Hasil pengujian kadar air arang aktif ampas kopi yang teraktivasi HCl menghasilkan</p>	<p>Mengetahui karakteristik kadar air, kadar abu, kadar <i>volatile matter</i>, daya serap</p>

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		ampas kopi sebagai karbon aktif yang teraktivasi HCl dan H ₃ PO ₄ terhadap Pb (II).	4,2023% dan H ₃ PO ₄ menghasilkan 2,8058%,. Pengujian kadar abu pada arang aktif yang teraktivasi HCl 3,4803% dan H ₃ PO ₄ 3,6848%,. Pengujian daya serap iodium arang aktif terhadap iodium yang teraktivasi HCl 302,1308 mg/g dan H ₃ PO ₄ 344,2158 mg/g. Dari pengujian tersebut sudah sesuai dengan Standar Industri Indonesia	iodin dan <i>fixed carbon</i> ampas kopi dan daun ketapang sebagai karbon aktif yang teraktivasi H ₃ PO ₄ .
5.	Utomo (2018)	Untuk memanfaatkan karbon aktif komersial (teknis)	Hasil adsorpsi surfaktan anionik terbaik dari variasi	Memanfaatkan ampas kopi robusta dan daun ketapang

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		menurunkan kadar surfaktan anionik dan fosfat yang terdapat di air limbah <i>laundry</i> . Variasi ukuran partikel yakni 60, 120 dan 200 mesh.	ukuran 200 mesh dengan kandungan surfaktan anionik sebesar 3,102 ppm. Hasil penurunan kadar fosfat oleh karbon aktif, setelah mengalami proses treatment berkurang secara signifikan dibawah batas deteksi.	menjadi karbon aktif untuk menurunkan kadar fosfat, COD, pH, TDS dan TSS yang terdapat di air limbah <i>laundry</i> . Untuk ukuran partikel karbon aktif yakni 100 mesh.

2.1 Teori-Teori yang Relevan

2.1.1 Ampas Kopi Robusta

Ampas kopi robusta merupakan limbah organik yang dihasilkan dari proses pembuatan minuman kopi. Ampas kopi robusta adalah bahan organik yang dapat diolah menjadi karbon aktif berfungsi sebagai adsorben atau bahan penyerap karena ampas kopi robusta mengandung 47,8-58,9% total karbon, 1,9-2,3% total nitrogen, 0,43-1,6% abu, 6,7-13,6 g/100g protein dan 21% selulosa, sehingga ampas kopi robusta sangat berpotensi sebagai karbon aktif yang dapat digunakan sebagai adsorben. Karbon aktif ampas kopi robusta mampu menurunkan konsentrasi air limbah *laundry* seperti kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), TDS (*Total Dissolved Solid*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) (Febrianti *et al.*, 2023).



Gambar 2.1 Ampas Kopi Robusta

Sumber: (Peneliti, 2024)

2.1.2 Daun Kering Ketapang

Tanaman ketapang banyak ditemukan di pinggir jalan dan dekat dengan pesisir pantai, ketapang ditanam sebagai pohon peneduh untuk perlindungan di pesisir pantai. Daun-daun ketapang yang berguguran adalah limbah organik yang dapat membusuk. Daun ketapang jika dibakar akan meningkatkan produksi CO₂ yang dapat mengganggu pernafasan bagi manusia, sehingga perlu dilakukannya pemanfaatan daun kering ketapang dengan baik dan ramah lingkungan sehingga perlu dilakukannya pemanfaatan daun kering ketapang (Yully *et al.*, 2015). Daun ketapang mengandung ekstrak tanin sebesar 18,47 gram dalam 30 gram daun ketapang dan daun ketapang mengandung tanin 12,58% yang dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif dalam mempengaruhi penurunan BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TDS (*Total Dissolved Solid*) pada air limbah *laundry* (Ramadhani *et al.*, 2023).



Gambar 2.2 Daun Kering Ketapang

Sumber: (Peneliti, 2024)

2.1.3 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan senyawa karbon yang kapasitas adsorpsinya telah ditingkatkan dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi. Karbon aktif terdiri dari 87-97% karbon dan sisanya terdiri dari hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen serta senyawa-senyawa lain yang terbentuk dari proses pembuatan (Swara, 2014). Karbon aktif mempunyai rumus kimia C dan berbentuk amorf, yang dihasilkan dari bahan-bahan yang memiliki kandungan karbon atau arang yang mengalami perlakuan khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Untuk luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-2000 m²/gram dan berhubungan dengan struktur pori-pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Pada karbon aktif memiliki kemampuan mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan karbon aktif (Pungut *et al.*, 2021).

2.1.4 Karakteristik Karbon Aktif

Untuk analisis karakteristik karbon aktif yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar volatil meter, daya serap iodin dan *fixed carbon* mengacu pada standar baku mutu SNI 06-3730-1995. Berikut tabel 2.2 karakteristik karbon aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995

Tabel 2.2 Karakteristik Karbon Aktif Berdasarkan SNI 06-3730-1995

No	Karakteristik	Nilai Kadar
1.	Kadar Air	Maksimal 15%
2.	Kadar Abu	Maksimal 10%
3.	Kadar <i>Volatile Matter</i>	Maksimal 25%
4.	Daya Serap Iodin	Minimal 750 mg/l
5.	<i>Fixed Carbon</i>	Minimal 65%

2.1.5 Air Limbah Laundry

Pada industri laundry banyak menggunakan deterjen sebagai bahan pencuci pakaian, karena deterjen memiliki sifat pembersih yang efektif. Deterjen memiliki

kandungan zat yaitu senyawa ionik yang berupa natrium tripolifospat yang berfungsi sebagai builder (fosfat) dan surfaktan. Untuk komponen terbesar deterjen adalah bahan builders 79-80%, bahan dasar 20-30% dan bahan aditif 2-8%. Surfaktan adalah senyawa yang dapat menurunkan tegangan permukaan air. Surfaktan memiliki kemampuan untuk menghilangkan noda pada pakaian baik yang larut dalam air maupun yang tidak larut dalam air. Hal ini disebabkan karena molekul surfaktan tersusun atas ujung hidrofilik dan ujung hidrofobik (satu atau lebih rantai hidrokarbon). Komponen terpenting ke dua dalam deterjen adalah builder. *Builders* pada deterjen memiliki fungsi untuk mengikat mineral terlarut dan melunakkan air sadah, sehingga surfaktan dapat berfungsi dengan baik. Untuk senyawa kompleks yang biasa digunakan dalam *builder* yaitu natrium sitrat, natrium karbonat natrium silikat, fluorescent dan fosfat. Senyawa fosfat dalam air dapat menghambat degradasi dalam proses biologis (Apriyani, 2017).

2.1.6 Baku Mutu Air Limbah *Laundry*

Untuk analisis penurunan parameter COD, fosfat, pH, TDS dan TSS air limbah *laundry* mengacu pada baku mutu Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012. Berikut tabel 2.2 baku mutu air limbah *laundry* berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012:

Tabel 2.3 Baku Mutu Air Limbah *Laundry* Berdasarkan Peraturan Daerah

No	Parameter	Kadar Maksimal (mg/L)
1.	COD	180
2.	Fosfat	2
3.	pH	6-9
4.	TDS	2000
5.	TSS	60

2.1.6.1 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Deterjen dalam air limbah laundry dapat mempengaruhi karakteristik air limbah laundry salah satunya yaitu COD. COD merupakan total jumlah oksigen

yang diperlukan untuk menguraikan bahan-bahan organik secara kimiawi yang dapat terurai maupun yang sulit untuk terurai secara biologis (Imaniar *et al.*, 2022) Kadar COD yang tinggi akan mengakibatkan menurunnya kemampuan badan air dalam menjaga ekosistem yang ada. Analisis COD digunakan untuk menentukan tingkat kontaminan dan untuk merancang sistem pengolahan air limbah secara biologis. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar COD yaitu dengan metode adsorpsi (Satyanur *et al.*, 2017).

2.1.6.2 Fosfat

Fosfat merupakan hasil dari limbah laundry yang terdapat dalam deterjen yang memiliki kandungan yang sangat tinggi. Fosfat berasal dari *Sodium Tripolyphosphate* yaitu bahan yang ada dalam deterjen yang berfungsi untuk mengikat mineral yang terlarut dan melunakkan air sadah sehingga deterjen berfungsi dengan baik. Senyawa utama yang ada dalam builder adalah fosfat, fosfat merupakan salah satu jenis senyawa fosfor yang berperan penting dalam menjaga kehidupan perairan. Deterjen yang mengandung senyawa fosfat menghasilkan limbah yang memiliki kandungan polifosfat, sejenis fosfor selain fosfor organik dan orthofosfat (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} dan PO_4^{3-}). Adanya keberadaan fosfat di dalam badan air yang berlebihan dapat mengakibatkan penghambatan penguraian dalam proses biologis. Fosfat merupakan suatu senyawa fosfor yang berperan penting dalam pemeliharaan biota perairan. Deterjen yang digunakan dalam *laundry* dapat meningkatkan konsentrasi fosfat dalam air limbah dan menyebabkan pertumbuhan algae. Meskipun fosfat tidak beracun, akumulasi berlebihan dapat menyebabkan eutrofikasi yang ditandai dengan pengkayaan nutrisi dan adanya ledakan pada pertumbuhan tanaman air yang menyebabkan pencemaran air (Apriyani, 2017).

2.1.6.3 pH (Derajat Keasaman)

pH juga dikenal sebagai derajat keasaman merupakan ukuran yang digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman dan kebasaan suatu larutan. Untuk skala pH terdiri dari angka 1 sampai 14 dan untuk skala pH menunjukkan konsentrasi ion hidrogen H^+ pada larutan. Air limbah *laundry* yang mengandung deterjen jika dibuang langsung ke badan air akan menyebabkan pencemaran karena dapat menaikkan pH atau derajat keasaman perairan, sehingga akan mengganggu

organisme dalam perairan. Bahan tambahan seperti antiseptik pada deterjen akan menyebabkan pencemaran kehidupan mikroorganisme dalam perairan (Yuliana *et al.*, 2020).

2.1.6.4 TDS (*Total Dissolved Solid*)

TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan suatu konsentrasi jumlah ion kation dan anion yang ada dalam perairan. Air limbah laundry pada kadar TDS terdiri dari ion-ion yang terlarut dalam air yaitu surfaktan, fosfat dan bahan-bahan penyusun deterjen. Peningkatan kadar TDS akan menyebabkan kematian pada makhluk hidup yang berada di perairan, menyebabkan penyakit dan menurunkan tingkat pertumbuhan makhluk hidup perairan. TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan ukuran zat terlarut baik itu zat organik maupun zat anorganik yang terdapat pada larutan. Total padatan terlarut adalah zat terlarut dalam air yang tidak dilakukan penyaringan dengan kertas saring (Hak *et al.*, 2018).

2.1.6.5 TSS (*Total Suspended Solid*)

Air limbah *laundry* pada kadar TSS (*Total Suspended Solid*) akan mengakibatkan kekeruhan pada perairan karena padatan tidak dapat terlarut dan tidak langsung mengendap. TSS berupa partikel-partikel dengan ukuran dan beratnya lebih kecil dari sedimen seperti, sel-sel mikroorganisme, lemak dan lumpur yang terdapat pada air limbah *laundry*. Selain itu, TSS dapat menyebabkan kekeruhan dengan menghalangi penetrasi cahaya untuk fotosintesis dan visibilitas dalam perairan. TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan suatu zat tersuspensi yang terdiri dari zat organik dan anorganik yang tersuspensi dalam air, secara fisika zat ini menyebabkan air menjadi keruh (Hak *et al.*, 2018)

2.2.8 Pirolisis

Pirolisis merupakan suatu proses konversi energi biomassa bahan padat tanpa menggunakan oksigen yang memiliki tujuan untuk menghilangkan kandungan zat karbon yang terdapat pada bahan baku (Mustofa Kamal, 2022).

2.2.9 Aktivasi

Aktivasi merupakan suatu proses pembentukan karbon aktif yang berfungsi untuk membuka dan memperluas pori-pori serta memperbesar diameter pori-pori dalam penyerapan pada saat karbonisasi. Proses aktivasi dapat dilakukan dengan

menggunakan proses fisika dan kimia, proses aktivasi fisika dapat dilakukan dengan pemberian uap air/gas CO₂. Sedangkan, untuk proses aktivasi kimia dapat dilakukan dengan penambahan larutan kimia. Proses aktivasi karbon aktif biasanya menggunakan beberapa jenis aktivator baik asam maupun basa, pada proses aktivasi kimia dilakukan dengan perendaman dalam larutan kimia seperti H₃PO₄, KOH, NaOH dan H₂SO₄ (Hasanah *et al.*, 2022).

2.2.10 Asam Fosfat (H₃PO₄)

Aktivator yang digunakan untuk karbon aktif perlu diperhatikan, karena setiap bahan kimia memiliki perbedaan tingkat penyerapannya. Menurut Hasanah (2022) aktivator asam fosfat (H₃PO₄) memiliki komposisi senyawa oksida persentase yang lebih tinggi, sehingga mampu memperluas permukaan penyerapan dibandingkan dengan aktivator lain. Asam fosfat (H₃PO₄) merupakan asam oksigen fosfor yang paling penting dan paling murni berbentuk cairan bening kental, tidak berwarna, tidak berbau dan berasa sangat asam. Asam fosfat (H₃PO₄) sebagai aktivator menyerap kandungan mineral bahan yang diolah menjadi karbon aktif, sehingga mencegah terbentuknya abu pada karbon aktif (Garmini & Zairinayati, 2022).

2.2.11 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses yang terjadi ketika suatu fluida berikatan dengan suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan padatan. Secara umum adsorpsi dapat dipahami sebagai suatu proses dimana zat yang terlarut dalam larutan berkumpul melalui permukaan zat atau benda penyerap untuk membentuk ikatan kimia fisika antara substansi dan penyerap (Sailah *et al.*, 2020).

2.2.12 Adsorben

Adsorben adalah suatu zat padat yang mampu menyerap komponen tertentu dari fase fluida. Adsorben menggunakan bahan yang berpori, sehingga proses adsorpsi akan terjadi didalam pori-pori pada partikel tersebut (Sailah *et al.*, 2020).

2.2.13 Morfologi Permukaan

Karakteristik karbon aktif pada morfologi permukaan menggunakan alat SEM (*Scanning Electron Microscope*) dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui

kondisi permukaan karbon aktif, sehingga dapat dibandingkan dengan kondisi permukaan karbon aktif sebelum dan sesudah (Rochma & Titah, 2017). Untuk penelitian ini dalam analisa SEM mengacu pada tipe pori karbon aktif sebagai berikut:

Tabel 2.4 Tipe Pori Karbon Aktif

Tipe Pori (Range Ukuran, nm)
<i>Macropore</i> (>50)
<i>Mescopore</i> (2-50)
<i>Mikropore</i> (0,2 – 2)

Sumber: (Hikmawan *et al.*, 2020)

2.2 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian pembuatan karbon aktif dari ampas kopi robusta dan daun ketapang yang teraktivasi H_3PO_4 sebagai penjerap untuk menurunkan parameter COD, fosfat, pH, TDS dan TSS pada air limbah *laundry* sebagai berikut:

1. Karakteristik karbon aktif dari ampas kopi robusta dengan ukuran ayakan 100mesh yang teraktivasi H_3PO_4 0,1 M memiliki kadar air <15%, kadar abu <10% kadar *volatile matter* <25%, daya serap iodin >750 mg/L dan *fixed carbon* >65%, serta memiliki gugus fungsi H-PO, C=O, O-H dan morfologi permukaan *Mescopore* dengan ukuran 2-50 nm.
2. Karakteristik karbon aktif dari daun ketapang dengan ukuran ayakan 100 mesh yang teraktivasi H_3PO_4 0,1 M memiliki kadar air <15%, kadar abu <10% kadar *volatile matter* <25%, daya serap iodin >750 mg/L dan *fixed carbon* >65%, serta memiliki gugus fungsi H-PO, C=O, O-H dan morfologi permukaan *Mescopore* dengan ukuran 2-50 nm.
3. Efektivitas massa karbon aktif dari ampas kopi robusta dan daun ketapang dengan ukuran ayakan 100 mesh yang teraktivasi H_3PO_4 0,1 M

semakin banyak karbon aktif daun ketapang, maka mempengaruhi penurunan parameter COD, fosfat, dan TDS. Dan semakin banyak karbon aktif ampas kopi robusta, maka akan mempengaruhi penurunan parameter pH dan TSS.