

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A.1 Limbah Cair

Limbah cair adalah seluruh air buangan yang berasal dari hasil proses kegiatan sarana pelayanan masyarakat yang meliputi : air limbah domestik (air buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian), air limbah klinis (air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit, misalnya air bekas cucian luka, cucian darah dan lain-lain), air limbah laboratorium dan lainnya(Mahyuddin, 2023).

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dalam Peraturan Menteri LHK Nomor 68 Tahun 2016, limbah cair domestik mencakup air buangan dari toilet, kamar mandi, dapur, dan aktivitas pencucian yang mengandung berbagai polutan organik maupun anorganik. Proses produksi tidak terkait dengan limbah domestik. Beberapa bentuk dari air limbah ini berupa tinja, air seni, limbah kamar mandi, dan juga sisa kegiatan dapur rumah tangga. Keberadaan limbah cair dalam perairan dapat menghalangi sinar matahari menembus lingkungan akuatik, sehingga mengganggu proses biologis yang terjadi di dalamnya (Sudarminto, 2022).

Limbah yang berasal dari buangan domestik maupun buangan limbah cair klinis umumnya mengandung senyawa pencemar organik yang cukup tinggi dan dapat diolah dengan proses pengolahan secara biologis. Air limbah yang berasal dari laboratorium biasanya banyak mengandung logam berat yang apabila dialirkan ke dalam proses pengolahan secara biologis dapat mengganggu proses pengolahannya, sehingga perlu dilakukan pengolahan instalasi pengolahan air limbah. (Mahyuddin, 2023).

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
TSS	mg/l	30
pH	-	6-9
BOD	mg/l	30
COD	mg/l	100
Minyak & Lemak	mg/l	5
Amoniak	mg/l	10
Total Coliform	Jumlah/100 ml	3000
Debit	l/orang/hari	3000

Tabel 2 1. Baku Mutu Air Limbah Domestik

(Sumber : Permen LHK No 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah)

2. Sumber Limbah Cair

Menurut Metcalf dan Eddy, limbah cair berasal dari berbagai sumber. Secara garis besar sumber limbah cair dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu sebagai berikut:

a. Limbah Cair Domestik

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nasional No. 112 Tahun 2003, limbah cair domestik adalah limbah cair yang berasal dari kawasan komersial dan/atau pemukiman, rumah makan, perkantoran, usaha, apartemen dan asrama. Limbah cair domestik mengandung berbagai zat yaitu kotoran, urin, dan air bekas cucian yang mengandung deterjen, bakteri dan virus. (Fernianti, 2025).

Air limbah domestik dikarakteristikan sebagai *greywater* serta *blackwater*. *Greywater* merupakan air limbah domestik yang berasal dari air sisa cucian piring, air sisa mandi serta mencuci pakaian. Sedangkan *blackwater* merupakan air limbah domestik yang dikeluarkan lewat wc, urinoir serta bidets.

b. Limbah Cair Industri

Non-domestik mengacu pada limbah dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan sumber lainnya. Limbah industri yang dibuang sembarangan dapat mempengaruhi ekosistem organisme

di kawasan industri, merusak tanaman bahkan membahayakan kesehatan masyarakat yang tinggal di kawasan industri.(Anggraini *et al.*, 2025).

3.Karakteristik Air Limbah

Secara umum Limbah cair domestik memiliki tiga karakteristik yaitu karakteristik fisika, kimia dan biologi (Aditama, 2024).Karakteristik tersebut memiliki nilai ambang batas yang berbeda-beda dari kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah, baik pemerintah pusat maupun pemerintah daerah.

a..Karakteristik Fisika

1.) Total suspended solid (TSS)

Merupakan padatan yang berupa lumpur kering yang berada di dalam air limbah domestik. TSS berasal dari lumpur yang berhasil lolos dalam proses penyaringan pada pengolahan air limbah domestik. TSS adalah hasil akhir penyaringan padatan terlarut dengan bantuan pengendapan gravitasi.(Marhaini *et al.*,2025).

2.) Total Dissolved Solids (TDS)

Padatan terlarut (*dissolve solids*) terdiri dari berbagai macam material yang terlarut di dalam air, diantaranya garam, mineral, logam, serta anion. Sedangkan *Total Dissolved Solids* (TDS) merupakan jumlah dari padatan terlarut yang terdiri dari garam anorganik (kalsium, potassium, magnesium, sodium (Marhaini *et al.*,2025).

3.) Warna

Warna limbah yang semula abu-abu berubah warna menjadi kehitaman akibat dari aktivitas mikroorganisme yang berada di dalam air.

4.) Kekeruhan

Berasal dari zat padat yang bercampur dengan zat cair sehingga akan menjadi suspense dan mengakibatkan air limbah domestik menjadi keruh. Kekeruhan akan mengakibatkan sulitnya cahaya untuk masuk ke dalam air limbah.

5).Temperatur

Apabila temperatur pada air limbah tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan akan mempengaruhi reaksi yang terjadi di dalam air.

6) Bau

Disebabkan oleh bahan-bahan organik yang diuraikan oleh mikroorganisme yang berada di air limbah domestik juga dihasilkan oleh udara proses penguraian materi atau penambahan bahan pada limbah.

b.Karakteristik Kimia

1) *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi atau menguraikan bahan-bahan organik yang terdapat pada air limbah domestik.

2) *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan zat-zat pencemar melalui proses kimia.

3) Protein

Adanya protein dapat menimbulkan bau yang tidak sedap akibat terurainya zat-zat yang ada pada limbah domestik. Protein berasal dari makhluk hidup yang terdapat pada air limbah.

4) Karbohidrat

Bahan-bahan yang mengandung karbohidrat akan diuraikan oleh bakteri dan dapat menghasilkan alkohol dan gas karbondioksida.

5) Minyak dan lemak

Merupakan bahan yang paling sering dijumpai di perairan. Minyak dan lemak sangat sulit untuk terurai di dalam air limbah.

6) Derajat keasaman (pH), Air limbah domestik dapat disebut netral apabila memiliki pH sebesar 6,5-7,5. Apabila pH kurang atau lebih dari itu, maka akan mengganggu keseimbangan ekosistem yang berada dalam air dan mempengaruhi reaksi di dalam air. Derajat keasaman (pH) merupakan indikator yang digunakan untuk

menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki suatu larutan ataupun perairan. pH sangat berpengaruh terhadap kualitas air (Indah Pratiwi 2023).

7) Deterjen

Senyawa aktif permukaan dari sabun cuci dan pembersih yang sulit terurai, menyebabkan busa dan menurunkan tegangan permukaan air.

c..Karakteristik Biologi

Kandungan bakteri patogen dan organisme golongan yang terdapat dalam air limbah tergantung darimana sumbernya. Karakteristik biologi dari limbah cair berupa virus, jamur dan bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit kepada manusia jika tidak dikelola dengan baik. Secara spesifik, mikroorganisme seperti *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, dan berbagai virus enterik sering kali ditemukan dalam air limbah domestik maupun industri (Eka & Pramita, 2022). Keberadaan mikroorganisme ini dipengaruhi oleh kandungan bahan organik dalam limbah, suhu, pH, dan waktu pengendapan.

4 Dampak Air Limbah Bagi Lingkungan dan Bagi Kesehatan

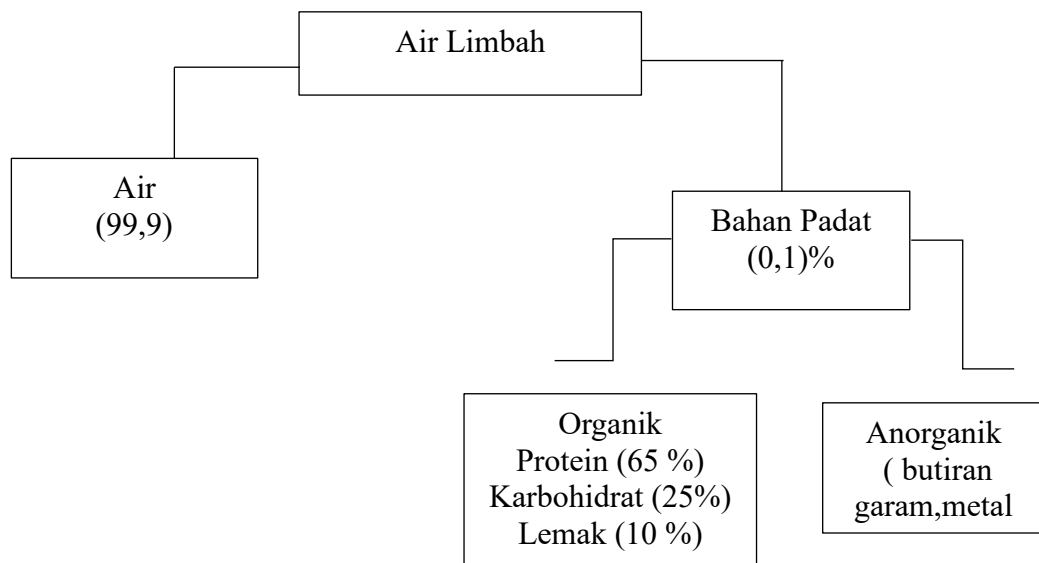
Menurut (Ali *et al.*, 2019) dampak pencemaran air limbah rumah tangga dapat menyebabkan gangguan pada organisme air yang disebabkan oleh kurangnya kandungan oksigen, adanya ledakan jumlah populasi ganggang dan tumbuhan air, pendangkalan dasar perairan, punahnya biota air, banjir serta menjalarnya wabah penyakit. Dalam pasal 1 ayat 14, UU Nomor 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran lingkungan hidup didefinisikan sebagai masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Adapun penyakit yang ditularkan melalui air dikelompokkan 4 kategori yaitu *water borne diseases*, *water washed diseases*, *water based diseases*, dan *water related insect vector diseases* (Kholif, 2020). Penyakit yang bisa disebarkan atau ditularkan lewat air dikelompokkan dalam 4 kategori yaitu:

- a. *Water borne diseases*, ialah penyakit yang dalam penyebarannya atau penularannya langsung melewati air minum yang memiliki kandungan patogen. Sebagai contoh: penyakit disentri, hepatitis, demam tifoid, kolera, *gastroenteritis* (Yang & Mei, 2018).
- b. *Water based diseases*, ialah penyakit yang disebarkan bibit Penyakit yang siklus hidup dalam air. Seperti penyakit *schistosomiasis*.
- c. *Water related insect vector diseases*, adalah penyakit yang ditularkan melalui vektor yang hidupnya tergantung pada air. Contoh: malaria, demam
- d. *Water Washed diseases*, adalah penyakit yang disebabkan oleh kurangnya air untuk pemeliharaan higienis perseorangan, dengan terjaminnya kebersihan oleh tersedianya air yang cukup maka penyakit-penyakit tertentu dapat dikurangi penularannya pada manusia, seperti penyakit infeksi saluran pencernaan (diare), penyakit infeksi kulit dan selaput lendir.

5 Komposisi Air Limbah

Menurut Sugiharto, limbah cair memiliki komposisi yang sangat beragam dari satu lokasi ke lokasi lain dan setiap saat. Polutan yang terkandung dalam limbah cair biasanya dapat dikategorikan menjadi tiga kategori, yaitu zat terapung, zat tersuspensi dan zat terlarut. Secara garis besar, bahan-bahan yang terkandung dalam limbah cair dapat dikelompokkan sebagaimana digambarkan dalam skema berikut.



Gambar 2. 1 Skema Pengelompokan Zat-Zat Yang Terdapat Dalam Air Limbah

(Sugiharto ,1987)

6 Pengolahan Limbah Cair

Sekitar 80% air yang digunakan manusia untuk aktivitasnya akan dibuang lagi dalam bentuk air yang sudah tercemar, baik itu limbah industri maupun limbah rumah tangga. Untuk itu diperlukan penanganan limbah dengan baik agar air buangan ini tidak menjadi polutan . Tujuan penanganan limbah cair ini adalah:

- Untuk mencegah pengotoran air permukaan (sungai, waduk, danau, rawa)
- Untuk melindungi biota dalam tanah dan perairan
- Untuk mencegah berkembangbiaknya bibit penyakit dan vektor penyakit seperti nyamuk, kecoa, lalat.
- Untuk menghindari pemandangan dan bau yang tidak sedap.

Pengolahan limbah cair dapat dilakukan dengan cara-cara :

1) Cara Fisika

Pengolahan limbah cair dengan cara fisika ada beberapa tahap proses kegiatan yaitu

- Proses Penyaringan (*screening*), yaitu menyisihkan bahan tersuspensi yang berukuran besar dan mudah mengendap.

- b.) Proses Flotasi, yaitu menyisahkan bahan yang mengapung seperti minyak dan lemak agar tidak mengganggu proses berikutnya.
- c.) Proses Filtrasi, yaitu menyisahkan sebanyak mungkin partikel tersuspensi dari dalam air atau menyumbat membran yang akan digunakan dalam proses osmosis.
- d.) Proses *reverse osmosis* (teknologi membran), yaitu proses yang dilakukan untuk memanfaatkan kembali air limbah yang telah diolah sebelumnya dengan beberapa tahap proses kegiatan. Biasanya teknologi ini diaplikasikan untuk unit pengolahan kecil dan teknologi ini termasuk mahal.
- e.) Sedimentasi, yaitu proses pemisahan partikel tersuspensi dari air limbah dengan cara membiarkan partikel yang mengumpal mengendap ke dasar bak, sehingga bagian atas lebih jernih. (Mulasari, 2015).
- f.) Adsorpsi, yaitu menyisahkan sebanyak mungkin partikel tersuspensi dari dalam air atau menyumbat membrane yang akan digunakan dalam proses osmosis.

2) Cara kimia

Pengolahan air buangan yang dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor dan zat organik beracun dengan menambahkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Contoh kimia koagulasi, flokuasi, dan netralisasi.

a) Koagulasi

Koagulasi adalah proses penambahan bahan kimia ke dalam air yang menyebabkan pemisahan partikel dengan tujuan untuk mendestabilisasi partikel dan memungkinkan partikel tersebut melekat pada partikel lain sehingga dapat dihilangkan pada proses selanjutnya. Faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan koagulasi yaitu jenis koagulan, dosis koagulan, proses pengadukan dan pH (Ekoputri *et al.*, 2024).

b) Flokulasi

Flokuasi adalah penyisihan kekeruhan air dengan cara pengumpulan partikel kecil menjadi partikel yang lebih besar dengan penambahan flokulan kimia. Flokulan terbagi dua jenis yaitu flokulasi perikinetik dan flokulasi ortokinetik. (Ekoputri *et al.*, 2024).

- c) Netralisasi adalah proses penyesuaian pH limbah cair menggunakan proses antar asam dan basa dalam air limbah untuk menurunkan toksisitas dan menyesuaikan pH, sehingga pencemar seperti logam berat dapat diendapkan pada kondisi pH tertentu.

3). Cara biologi

Pengolahan air limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme alami untuk menghilangkan polutan baik secara aerobik maupun anaerobik. Pengolahan ini dianggap sebagai cara yang murah dan efisien (Warsito, 2018).

A.2 Karbon Aktif

1 . Pengertian Karbon Aktif

Menurut Lubis, Nasution, Zubir (2020) Karbon aktif adalah bahan karbon dengan struktur amorf serta luas permukaan internal yang besar dengan porositas yang tinggi. Karbon aktif memiliki struktur pori yang besar dan luas permukaan yang tinggi sehingga terbukti sangat efektif dalam menyerap CO₂ (Fatmawati *et al.*, 2021). Karbon aktif biasanya disebut dengan arang aktif atau activated carbon atau disebut juga dengan *activated charcoal*. Karbon aktif ini mempunyai luas permukaan yang sangat besar. Arang aktif ini memiliki perbedaan dengan arang yang biasa. Karbon aktif telah diakui sebagai salah satu adsorben yang paling populer dan banyak digunakan dalam pengolahan air dan air limbah di seluruh dunia. Karbon aktif adalah salah satu adsorben yang digunakan dalam proses penjernihan air. Karbon aktif digunakan luas permukaan besar sehingga daya adsorpsinya lebih tinggi. Dalam pengolahan sumber air, karbon aktif dapat menghilangkan warna, bau dan polutan sehingga meningkatkan kualitas air menjadi sumber air yang layak (Alfi *et al.*, 2020).

Permukaan pada arang aktif biasanya pori-pori dan permukaan yang luas dibanding kan dengan arang biasa. Hal ini dikarenakan proses pembakaran dengan suhu tinggi serta direndam dengan larutan kimia seperti HCl dari fungsinya pun sudah berbeda, arang biasa sering sekali kita temui untuk membakar sate dan makanan lainnya , sedangkan arang aktif ini atau karbon aktif digunakan di dalam berbagai proses industri contohnya adalah penyaringan air, penghilang bau. dan sebagainya. Dari harga jual sendiri, arang biasa dan

arang aktif pun sangat jauh berbeda. Dapat kita temukan di pasaran, kalau harga arang biasa mungkin terbilang cukup murah, tapi kalau arang aktif itu terbilang cukup mahal. Hal ini tentu karena kegunaan dari kedua arang itu berbeda..



Gambar 2. 2 Karbon Aktif

Sumber : E-book Judul Buku :Menenal Permukaan Karbon Aktif Batu Bara

2 Kegunaan Karbon Aktif

a. Karbon Aktif di Bidang Industri

Fungsi dari karbon aktif di dalam bidang industri ini seringkali digunakan sebagai pemurni larutan, misalnya di industri minuman, bahan kimia, dan pada industri gula. Kemudian dapat menjadi penyerap gas yang beracun, penghilang bau, penyerap emisi uap bahan bakar di otomotif, dan juga sebagai filter rokok. Kandungan arang aktif pun dapat ditemui di berbagai bahan di dalam produk atau barang yang sehari-hari yang sering kita gunakan ketika hendak membersihkan diri. Misalnya pada shampo, lulur, sabun, dan lain-lain.

b. Karbon Aktif di Bidang Kesehatan

Dari informasi yang didapat menurut penelitian arang aktif dapat digunakan di dalam menangani keracunan eksternal dan juga terapi diare sekretorik. Kalau terjadi keracunan secara oral, langkah yang dapat dilakukan adalah dengan pemberian adsorben seperti arang aktif. Arang aktif ini bisa mengatasi masalah kesehatan. contohnya seperti gangguan pada ginjal. gas yang ada di dalam saluran pencernaan, diare, permasalahan di dalam mulut dan gigi, atau infeksi yang terjadi pada kulit.

c. Karbon Aktif di Bidang Lingkungan

Karbon aktif ini mempunyai sifat adsorben jika dihadapkan pada logam Pb, Hg, Cu, Ni, Cd yang ada di dalam limbah cair, pelapisan tembaga, dan juga pada pelapisan nikel. Arang aktif ini bisa menghilangkan kandungan logam yang terpengaruh oleh pH dan konsentrasi karbon. Di samping itu, arang aktif juga memiliki peranan yang penting di dalam proses penjernihan air serta udara, dapat menghilangkan bau, warna, rasa yang ada di dalam suatu larutan. Di sejumlah negara, karbon aktif ini sering dipakai untuk menjadi penyerap residu pestisida di dalam proses penjernihan air agar mendapatkan air minum yang layak konsumsi. Kemudian arang aktif ini dapat menyerap gas beracun di dalam industri cat dan juga perekat.

d. Karbon Aktif di Bidang Pertanian

Adanya praktik penggunaan arang aktif bisa meningkatkan pertumbuhan yang tinggi terhadap anakan *Eucalyptus urophylla*, bahkan lebih baik dibanding dengan kontrol, akan tetapi pertumbuhan akan lebih baik jika ditambahkan dengan kompos juga. Di samping dapat dipakai untuk suatu komponen tambahan untuk media tanah, arang aktif juga bisa digunakan untuk media kultur *in vitro*. Penambahan arang aktif pro analisis sejumlah 2 g/l ke dalam media anggrek *Oncidium*, mampu menambah pertumbuhan dari tinggi planlet, jumlah pada tunas, jumlah akar, dan juga luas pada daunnya.

3 Faktor yang Mempengaruhi Daya Serap Karbon Aktif

a. Sifat Serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.

b. Temperatur

Dalam pemakaian karbon aktif dianjurkan untuk mengamati temperatur pada saat berlangsungnya proses. Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah *viskositas* dan *stabilitas termal* senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya.

c. pH Derajat Keasaman

Untuk asam-asam organik, adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

d. Waktu Singgung

Pada saat karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah karbon aktif yang digunakan. Selisih ditentukan oleh dosis arang aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu singgung. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan.

4. Proses Pembuatan Karbon Aktif

a. Karbonisasi

Karbon aktif melalui tahap karbonisasi dan aktivasi. Proses karbonisasi adalah fase untuk memperkaya kandungan karbon dengan menghilangkan spesies nonkarbon menggunakan dekomposisi termal. Porositas awal arang meskipun masih relatif rendah, dapat dikembangkan pada tahap ini sebelum mengalami perkembangan lebih lanjut dalam proses aktivasi. Dalam proses produksi, bahan organik pertama kali dikarbonisasi pada suhu 600–700°C dan melepaskan sebagian besar komponen volatil yang merupakan hasil pemecahan dari *selulosa*, *hemiselulosa*, dan *lignin*. Produk dari tahap

karbonisasi adalah padatan dengan kandungan karbon tinggi, biasanya dalam kisaran 25-50% dihitung berdasarkan massa, tergantung pada bahan awal dan parameter proses yang digunakan. Pemilihan parameter karbonisasi yang cermat adalah penting karena proses ini meninggalkan efek yang signifikan pada produk akhir.

b. Aktivasi Karbon

Proses aktivasi bertujuan untuk meningkatkan volume pori, memperbesar diameter pori-pori dan meningkatkan porositas karbon aktif. Proses aktivasi dapat dilakukan dengan metode kimia dan fisika.

- 1). Aktivasi fisika, yaitu proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO_2 . Aktivasi fisika melibatkan panas tinggi untuk menguraikan zat arang atau karbon yang terkandung di dalam material, penghancuran kandungan non karbon serta memproduksi karbon yang diharapkan memperbesar struktur pori-pori. Proses ini pada umumnya dilaksanakan pada pemanas yang berputar atau tungku (*furnace*) pada temperatur 800-900°C.
- 2). Aktivasi Kimia Proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia. Seperti HCl, NaOH, ZnCl, MgCl_2 dan lain sebagainya. Proses aktivasi kimia merujuk pada pelibatan bahan-bahan kimia atau reagen pengaktif. Aktivator karbon aktif berfungsi untuk memperluas bidang permukaan dari karbon aktif sehingga dapat meningkatkan daya serap terhadap dalam limbah cair. (Meilianti, 2020).

c. Dehidrasi

Menurut (Neneng Purnawati, 2023) proses dehidrasi merupakan proses penjemuran maupun pengovenan yang bertujuan untuk menghilangkan air yang terkandung pada karbon. Proses karbonisasi merupakan pembakaran dengan jumlah oksigen yang terbatas dan berlangsung pada suhu 300°C sampai 900°C. Pada proses karbonisasi terjadi penguraian bahan organik menjadi hidrokarbon, metanol, tar serta uap asam asetat. Sedangkan proses aktivasi yang terdiri atas dua jenis aktivasi yaitu aktivasi fisika dan kimia.

A.3 Tongkol Jagung

Tongkol jagung adalah bagian dalam organ betina tempat bulir duduk menempel (Eddyanto *et al* 2020). Istilah ini juga dipakai untuk menyebut seluruh bagian jagung betina (buah jagung). Tongkol jagung muda, disebut juga babycorn, dapat dimakan dan dijadikan sayuran. Tongkol yang tua ringan namun kuat, dan menjadi sumber furfural, sejenis *monosakarida* dengan lima atom karbon. Tongkol jagung tersusun atas senyawa *kompleks lignin, hemiselulose* dan *selulose* (Eddyanto *et al* 2020). Tongkol sifat seperti salah satu bagiannya keras dan sebagian bersifat menyerap (*absorbent*), tidak terjadi reaksi kimia bila dicampur dengan zat kimia lain (*inert*), dapat terurai secara alami dan ringan sehingga tongkol jagung merupakan bahan ideal campuran pakan, bahan campuran insektisida dan pupuk. Tongkol jagung adalah salah satu limbah perkebunan jagung yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif dengan kelebihan antara lain biaya proses rendah, kadar abu yang rendah, dan ramah lingkungan. (Dea *et al.*, 2024).

1 Komposisi Tongkol Jagung

a. *Selulosa*

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman. Selulosa adalah zat penyusun tanaman yang terdapat pada struktur sel. Kadar selulosa dan hemiselulosa pada tanaman pakan yang muda mencapai 40% dari bahan kering.

b. *Hemiselulosa*

Hemiselulosa merupakan menjelaskan heteropoli sakarida yang mengandung berbagai gula, terutama *pentose*. *Hemiselulosa* umumnya terdiri dari dua atau lebih residu pentose yang berbeda. Komposisi polimer hemiselulosa sering mengandung asam uronat sehingga mempunyai sifat asam. Hemiselulosa memiliki derajat polimerisasi yang lebih rendah, (Muh Syahril *et al.*, 2018).

c. *Lignin*

Lignin merupakan bagian dari tanaman yang tidak dapat dicerna dan berikatan kuat dengan selulosa dan hemiselulosa. Lignin bukanlah golongan

karbohidrat. Tetapi sering berhubungan dengan selulosa dan hemiselulosa serta erat hubungannya dengan serat kasar dalam analisa proksimat, dimasukkan kedalam karbohidrat.

A.4 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk menguraikan zat-zat pencemar melalui proses kimia. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang bersifat biodegradable yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses *mikrobiologis* dan juga zat organik *non biodegradable* yang tidak dapat didegradasi oleh mikroorganisme, sehingga dapat mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. BOD dan COD adalah dua parameter uji sederhana yang dapat digunakan untuk mengukur polutan organik. Melalui pengujian BOD dan COD, hal ini memungkinkan untuk memprediksi sifat polutan organik dalam air permukaan dan air limbah domestik. Nilai COD selalu lebih besar atau sama dengan kebutuhan oksigen biokimia suatu perairan, hal ini karena jumlah senyawa kimia yang dapat dioksidasi secara kimia lebih besar dibandingkan dengan secara biokimia(Wahyuni, 2024). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik yaitu sebesar 100 mg/L. Semakin tinggi konsentrasi COD, maka dapat diartikan kualitas perairan tersebut semakin memburuk, karena oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba akan semakin besar untuk menguraikan bahan organik, sehingga oksigen terlarut (DO) menjadi turun, karena oksigen banyak diambil oleh mikroba. Beberapa dampak yang dapat ditimbulkan jika kadar COD melebihi nilai mutu air dan baku mutu air limbah, di antaranya adalah dapat membahayakan kesehatan, menimbulkan kerusakan pada bangunan/tanah, menimbulkan bau tidak sedap, merusak pemandangan

A.5 Dampak COD yang Tinggi Terhadap Kesehatan

Konsentrasi COD yang tinggi dalam air menunjukkan adanya bahan pencemar organik dalam jumlah tinggi, yang berarti pula jumlah mikroorganisme baik yang bersifat patogen maupun tidak patogen juga tinggi, sehingga dapat menimbulkan berbagai macam penyakit bagi manusia. Konsentrasi COD yang tinggi dapat menyebabkan kandungan oksigen terlarut di dalam air menjadi rendah, bahkan habis. Ketika kadar oksigen terlarut (DO) menurun akibat tingginya COD, kondisi reduktif di dasar perairan memungkinkan pelepasan unsur anorganik seperti fosfor, besi, mangan dan logam berat. Proses ini memperparah degradasi kualitas perairan dan dapat menyebabkan akumulasi kontaminan berbahaya yang berdampak buruk pada organisme air maupun kesehatan manusia.

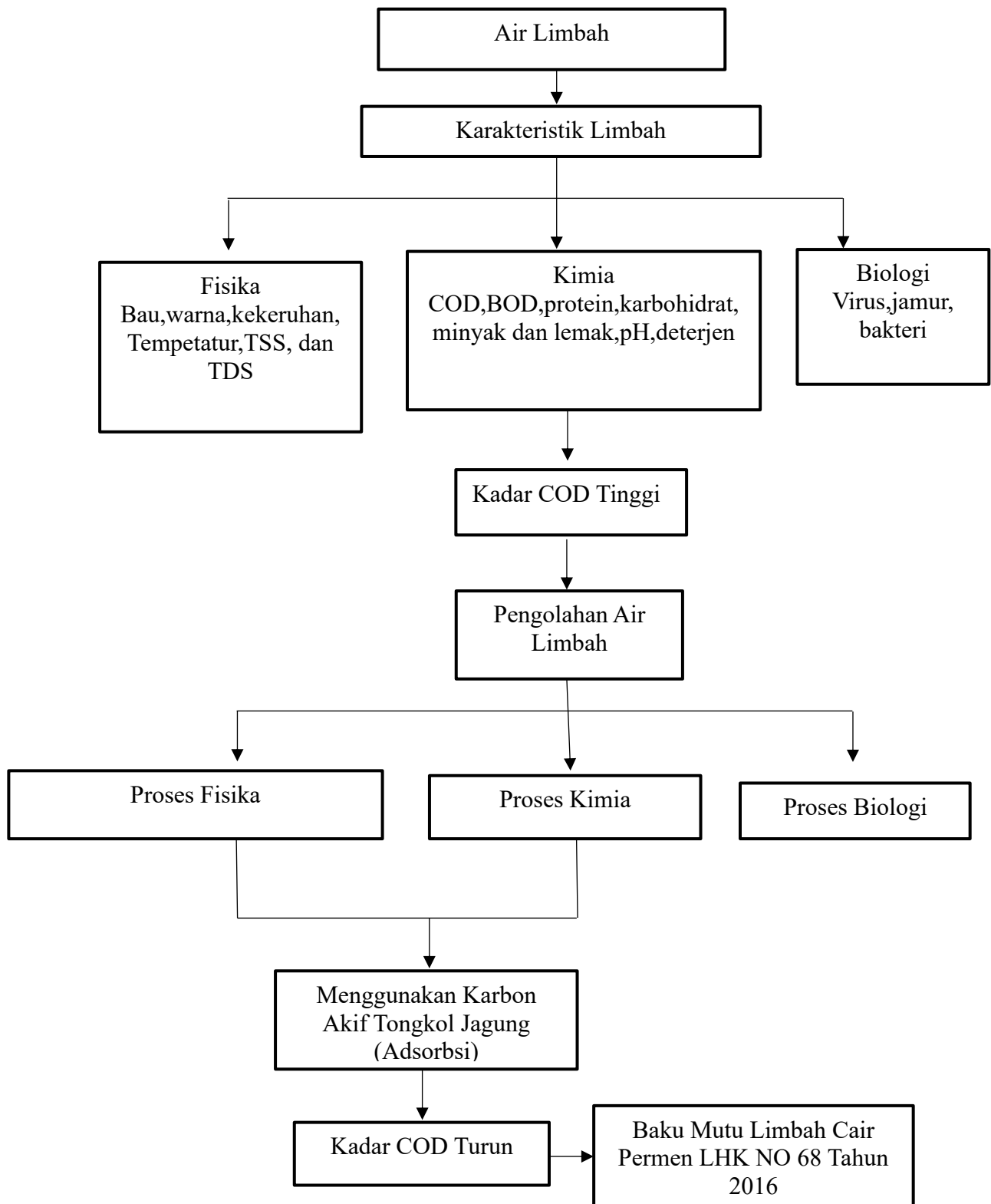
Air yang terkontaminasi akibat tingginya kadar COD dapat menjadi media pembawa penyakit, seperti diare kolera, dan penyakit lainnya. Air limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari sumber air minum, sehingga membahayakan kualitas hidup masyarakat. Beberapa penyakit yang dapat ditimbulkan akibat air tercemar antara lain kolera, yaitu penyakit diare akut yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Vibrio cholerae* yang dapat mengakibatkan dehidrasi parah bahkan kematian; tifus yang disebabkan *Salmonella typhi* yang menyebabkan demam tinggi dan komplikasi serius serta disentri yang ditandai dengan diare berdarah dan dapat menyebabkan dehidrasi berat.

A.6 Adsorpsi

Adsorpsi menggunakan istilah adsorben dan adsorbat, dimana adsorben merupakan suatu penyerap yang dalam hal ini berupa senyawa karbon, sedangkan adsorbat merupakan suatu media yang diserap (Murdiningsih et al., 2022). Adsorpsi adalah proses pemindahan ion atau molekul polutan dari fase cair ke permukaan padatan (adsorben), yang dipengaruhi faktor seperti ukuran partikel, pH, konsentrasi polutan, serta sifat permukaan adsorben. Adsorpsi merupakan proses dimana molekul atau ion pencemar menempel pada permukaan adsorben misalnya karbon aktif, dengan mekanisme fisika dan atau

interaksi kimia, sehingga konsentrasi polutan dalam air berkurang. Penggunaan metode adsorpsi adalah metode yang sering digunakan untuk menghilangkan ion logam berat dari limbah industri. Metode adsorpsi melibatkan transfer polutan dari larutan ke permukaan luar adsorben, transfer massa internal dari permukaan luar ke pori-pori adsorben dan adsorpsi partikel polutan ke pori aktif adsorben.. Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa hal seperti ukuran partikel, pH, konsentrasi logam, konsentrasi ligan, dan ion lain yang terdapat dalam senyawa tersebut (Khalisa *et al.*, 2025).

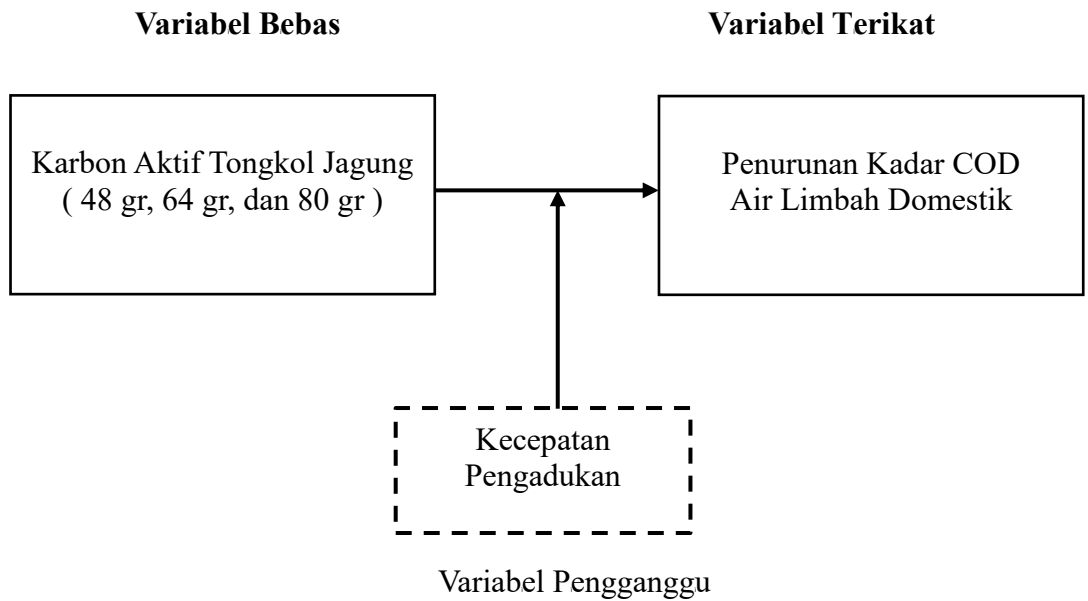
B.Kerangka Teori



Gambar 2.3 Kerangka Teori

Sumber : Astuti & Sumadewi 2024

A. Kerangka Konsep

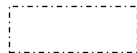


Gambar 2.4 Kerangka Konsep

Keterangan :



= Diteliti



= Tidak diteliti namun dikendalikan

D.Definisi Operasional

Tabel 2. 1 Defenisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
1	Karbon Aktif Tongkol Jagung	Karbon aktif yang dihasilkan dari proses karbonisasi tongkol jagung pada suhu $\pm 600^{\circ}\text{C}$ kemudian diaktivasi secara kimia menggunakan HCL	Timbangan Analitik	gram	Rasio
2	Air Limbah Domestik	Air buangan dari aktivitas rumah tangga seperti mencuci, mandi, dan dapur yang mengandung bahan organik terlarut (COD tinggi)	Jerigen/Wadah Sampel	ml	Rasio
3	Kadar COD	Jumlah oksigen (mg /l) yang dibutuhkan	Spektrofotometer	mg/l	Rasio

		untuk mengoksidasi seluruh bahan organik menggunakan $K_2Cr_2O_7$ pada kondisi asam dan pemanasan tertentu			
4	Waktu Kontak	Lama waktu kontak antara karbon aktif dengan limbah cair domestik selama proses adsorpsi, dalam penelitian ini waktu kontak yang digunakan 1,5 jam	Stopwatch	jam	Rasio
5	Kecepatan Pengadukan	Kecepatan putaran magnetic stirrer yang digunakan untuk mengaduk campuran limbah domestik dengan karbon	Hot plate yang diberi Magnetic Stiner	rpm	Rasio

		aktif agar terjadi kontak yang merata antara adsorben dan adsorbat, Dalam penelitian ini, kecepatan pengadukan 200 rpm			
--	--	---	--	--	--

A. Hipotesa

Hipotesis Nol (H_0)

Tidak adanya perbedaan penurunan kadar COD pada air limbah domestik sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan menggunakan karbon aktif tongkol jagung dengan variasi berat media 48 gr, 64 gr, dan 80 gr.

Hipotesis Alternatif (H_a)

Adanya perbedaan penurunan kadar COD pada air limbah domestik sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan menggunakan karbon aktif tongkol jagung dengan variasi berat media 48 gr, 64 gr, dan 80 gr.