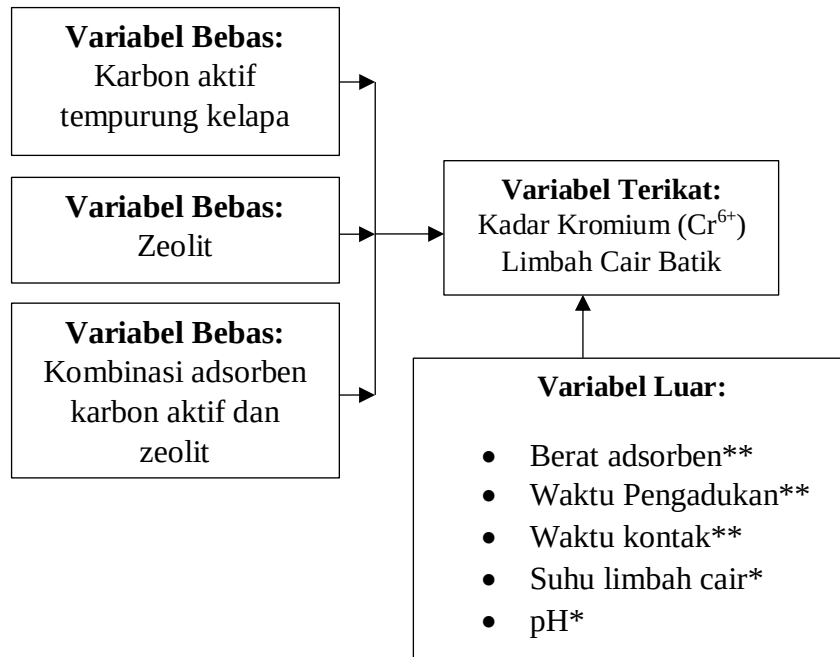


BAB III

METODE PENELITIAN

A. Kerangka Konsep



Gambar 3. 1 Kerangka Konsep

Keterangan:

** : Dikendalikan

* : Diukur namun tidak dianalisis

B. Hipotesis Penelitian

1. Terdapat perbedaan efektivitas penurunan kadar Cr⁶⁺ sebelum dan sesudah proses adsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif tempurung kelapa.
2. Terdapat perbedaan efektivitas penurunan kadar Cr⁶⁺ sebelum dan sesudah proses adsorpsi menggunakan adsorben zeolit.

3. Terdapat perbedaan efektivitas penurunan kadar Cr^{6+} sebelum dan sesudah proses adsorpsi menggunakan kombinasi adsorben karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit.

C. Variabel Penelitian

Variabel adalah sesuatu yang digunakan sebagai ciri, sifat, ukuran yang dimiliki atau didapatkan oleh satuan penelitian tentang suatu konsep pengertian tertentu (Notoatmodjo, 2018).

1. Variabel Bebas

Menurut Sugiyono (2020:80), variabel independen (bebas) sering disebut sebagai variabel *prediktor*, *stimulus*, dan *antecedent*. Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi variabel lain dalam suatu penelitian. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis adsorben. Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini yaitu karbon aktif tempurung kelapa, zeolit dan kombinasi karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit dengan perbandingan 1:1. Karbon aktif tempurung kelapa memiliki struktur pori yang luas dan kadar karbon yang tinggi, zeolit memiliki struktur kristal 3 dimensi dan luas permukaan yang besar, serta kombinasi kedua bahan tersebut digunakan untuk menggabungkan keunggulan dari masing-masing adsorben guna meningkatkan efisiensi penurunan kadar kromium heksavalen (Cr^{6+}) limbah cair batik.

2. Variabel Terikat

Menurut Sugiyono (2020:80), variabel dependen (terikat) sering disebut sebagai variabel *output*, kriteria, dan konsekuen. Variabel terikat

merupakan variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat dari adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu kadar kromium heksavalen (Cr^{6+}) limbah cair industri batik.

3. Variabel Luar

Variabel luar merupakan variabel yang tidak menjadi fokus utama penelitian tetapi dapat mempengaruhi variabel terikat dan perlu diperhatikan agar tidak mengacaukan hasil penelitian. Variabel luar dalam penelitian ini yaitu massa adsorben, pengadukan, suhu air limbah dan pH.

a. Berat adsorben

Berat adsorben berpengaruh terhadap jumlah polutan yang akan terserap, semakin banyak adsorben maka permukaan adsorben semakin besar dan efisiensi penyerapan semakin tinggi (Anggreni, Dwi, 2022). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Avivatu Rizka Chamidah *et.al*, didapatkan hasil bahwa zeolit dengan berat 8g/L efektif dalam menurunkan kadar pencemar Cr sebesar 74,63% dibanding dengan berat 10g/L. Hal ini terjadi karena pada penggunaan zeolit 10g/L menurunkan efektivitas adsorpsi karena terjadi tumpang tindih antar partikel yang menyebabkan luas permukaan berkurang.

Oleh karena itu, pada penelitian ini berat adsorben dikendalikan dengan menghomogenkan berat adsorben yang digunakan pada setiap perlakuan. Semakin banyak adsorben yang digunakan untuk proses adsorpsi, maka semakin banyak permukaan dan struktur pori yang terkandung di dalamnya, namun pada berat adsorben dalam penelitian

ini di homogenkan berdasarkan hasil studi literatur sehingga adsorben yang digunakan tidak menemui titik jenuh. Berat adsorben yang digunakan yaitu 9g/L pada perlakuan menggunakan adsorben karbon aktif tempurung kelapa dan 9g/L pada perlakuan menggunakan adsorben zeolit, serta untuk kombinasi menggunakan perbandingan 1:1 yaitu 4,5 gram tempurung kelapa dan 4,5 gram zeolit.

b. Pengadukan

Proses pengadukan yang cepat dapat menyebabkan molekul-molekul adsorbat saling bertumbukan dengan adsorben sehingga membantu mempercepat proses adsorpsi. Dalam penelitian ini, pengadukan dikendalikan selama 10 menit, berdasarkan pada (Hafiz, 2023) yang menyatakan bahwa waktu pengadukan selama 10 menit dapat menjerap pencemar secara efektif.

Pada proses pengadukan dalam penelitian ini menggunakan *shaker* dengan kecepatan pengadukan 250rpm, kemudian waktu pengadukan diukur menggunakan *stopwatch* dengan durasi 10 menit. Hal ini terus diulangi pada setiap perlakuan dalam penelitian.

c. Waktu kontak

Waktu kontak mempengaruhi banyaknya adsorbat yang terperangkap, karena perbedaan kemampuan adsorben dalam menyerap adsorbat berbeda-beda (Miranda et al., 2024). Waktu kontak yang digunakan dalam penelitian ini adalah selama 120 menit. Hal ini berdasarkan pada beberapa penelitian serta hasil uji pendahuluan bahwa

waktu kontak optimal untuk proses adsorpsi menggunakan karbon aktif tempurung kelapa, zeolit dan kombinasi adsorben adalah selama 120 menit. Waktu kontak dalam penelitian ini diukur menggunakan *stopwatch* selama 120 menit dihitung sejak proses pengadukan selesai dilakukan.

d. Suhu air limbah

Suhu limbah cair dapat mempengaruhi laju adsorpsi, proses adsorpsi merupakan proses eksotermis sehingga derajat adsorpsi akan meningkat saat temperaur rendah dan turun pada temperatur tinggi (Miranda et al., 2024). Suhu limbah cair pada penelitian ini hanya diukur dan tidak dilakukan analisis.

Suhu limbah cair diukur menggunakan termometer batang sebelum dilakukan perlakuan dan sesudah perlakuan, hasilnya dapat dilihat secara langsung pada alat termometer digital dan dicatat dalam lembar observasi perlakuan. Hal ini terus diulangi pada setiap perlakuan dalam penelitian.

e. pH

pH memiliki pengaruh yang besar terhadap tingkat keberhasilan adsorpsi. Senyawa organik asam lebih mudah diadsorpsi pada pH rendah, sedangkan senyawa organik basa lebih mudah diadsorpsi pada pH tinggi (Miranda et al., 2024) . pH optimum penyerapan logam berat pada proses adsorpsi adalah 8,0-9,0 atau bisa dikatakan pH optimum

penyerapan logam berat adalah pada pH basa (Anggraini et al., 2022).

pH dalam penelitian ini hanya diukur tetapi tidak di analisis.

pH limbah cair batik dilakukan pengukuran dengan menggunakan pH meter sebelum dan sesudah perlakuan, hasilnya dapat dilihat secara langsung pada alat pH meter dan dicatat dalam lembar observasi perlakuan. Hal ini terus diulangi pada setiap perlakuan dalam penelitian.

D. Definisi Operasional

Definisi operasional adalah uraian mengenai batasan variabel yang dimaksud, atau tentang apa yang diukur oleh variabel yang bersangkutan.

Tabel 3. 1 Definisi Operasional

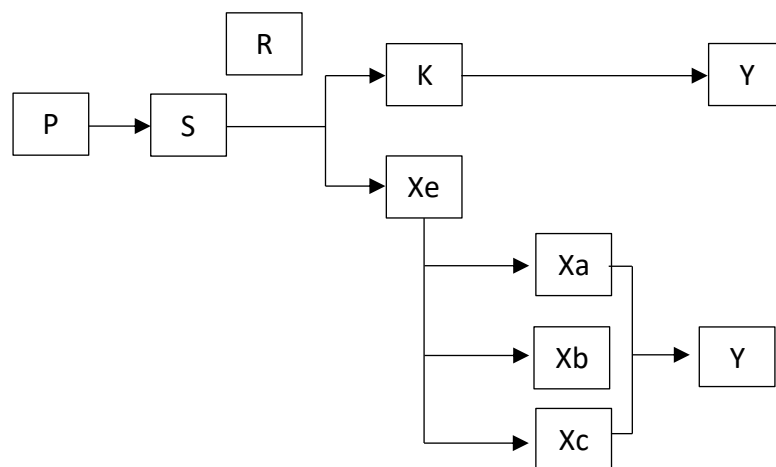
Variabel	Definisi Operasional	Satuan	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
Variabel Bebas						
Jenis adsorben	Adsorben atau bahan yang digunakan dalam proses adsorpsi untuk menurunkan kadar pencemar Cr^{6+} dalam limbah cair batik.	-	Identifikasi berdasarkan perlakuan dalam eksperimen pengolahan limbah cair batik	Lembar observasi perlakuan.	Variasi Jenis Adsorben: a. Karbon aktif tempurung kelapa b. Zeolit c. Kombinasi adsorben karbon aktif dan zeolit 1:1	-
Variabel Terikat						
Kadar Kromium heksavalen (Cr^{6+})	Nilai konsentrasi kromium (Cr^{6+}) yang terdapat dalam sampel limbah cair batik	Mg/L	Dengan melakukan uji Laboratorium	Metode spektrofotometer HACH	Hasil uji Laboratorium berupa nilai kromium	Rasio

	baik sebelum dilakukan perlakuan ataupun sesudah dilakukan perlakuan.		Lingkungan Hidup (DPRKP LH) Kabupaten Ciamis	8023 sesuai dengan SNI 6989.7 1:2009.	heksavalen (Cr^{6+}) pada limbah cair batik.	
Variabel Luar						
Suhu limbah cair	Tingkat panas dalam limbah cair yang diukur dalam satuan derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$), dan diukur sebelum dan sesudah proses adsorpsi.	$^{\circ}\text{C}$	Dengan melakukan pengukuran langsung pada air limbah batik sebelum dan sesudah perlakuan.	Termometer digital	Nilai suhu pada limbah cair batik	-
pH	Tingkat keasaman atau kebasaan dalam limbah cair batik yang diukur sebelum dan sesudah proses adsorpsi.	-	Dengan melakukan pengukuran langsung pada air limbah batik sebelum dan sesudah perlakuan.	Ph meter	Nilai pH pada limbah cair batik	-

E. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif menggunakan metode *true experimental* dengan *posttest-only control group design*. Dalam desain ini,

terdapat dua kelompok penelitian yaitu kelompok yang diberi perlakuan (eksperimen) dan kelompok tidak diberi perlakuan (kontrol). *Posttest-only control group design* digunakan untuk mengukur efek perlakuan pada kelompok eksperimen dengan membandingkannya dengan kelompok kontrol.



Gambar 3. 2 Desain Penelitian

Keterangan:

P : Populasi

S : Sampel

R : Replikasi (pengulangan)

K : Kelompok Kontrol

Xe : Kelompok Eksperimen

Xa : Perlakuan dengan adsorben karbon aktif tempurung kelapa

Xb : Perlakuan dengan adsorben zeolit

Xc : Perlakuan dengan kombinasi adsorben karbon aktif dan zeolit

Y : *Posttest* atau pengujian kadar Cr^{6+} pada kelompok kontrol dan eksperimen

F. Populasi Dan Sampel

1. Populasi

Populasi adalah keseluruhan objek penelitian atau objek yang diteliti (Notoatmodjo, 2018). Populasi merupakan wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang memiliki jumlah dan karakteristik tertentu yang telah ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari, dan kemudian ditarik kesimpulannya dari hasil penelitian tersebut. Populasi dalam penelitian ini yaitu limbah cair yang dihasilkan oleh industri batik X di Kelurahan Nagarasari Kota Tasikmalaya.

2. Sampel

Sampel adalah objek yang diteliti dan dianggap mewakili seluruh populasi (Notoatmodjo, 2018). Sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Sampel dalam penelitian ini dipilih berdasarkan kriteria inklusi yaitu:

- a) Tidak memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL);
- b) Tidak melakukan pengolahan apapun terhadap air limbah yang dihasilkan;
- c) Memiliki pabrik yang terpisah dari tempat tinggal (rumah);

- d) Menggunakan pewarna sintetis sebagai bahan pembuatan batik;
- e) Bersedia ikut berpartisipasi dalam penelitian.

Berdasarkan kriteria inklusi yang telah ditetapkan, terpilih empat industri batik yang memenuhi syarat. Dari masing-masing industri tersebut, diambil sampel limbah cair sebanyak 1 liter menggunakan jerigen. Seluruh sampel kemudian dibawa ke Laboratorium Lingkungan Hidup (DPRKPLH) Kabupaten Ciamis untuk dilakukan uji pendahuluan terhadap kadar pencemar kromium heksavalen (Cr^{6+}). Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Industri Batik X, yaitu industri yang mengandung kadar pencemar kromium heksavalen (Cr^{6+}) tertinggi berdasarkan hasil uji pendahuluan.

Untuk menghitung jumlah keseluruhan sampel menggunakan rumus Federer (1983), sehingga diketahui banyaknya replikasi atau pengulangan pada setiap perlakuan.

Rumus Federer: $(t-1)(r-1) \geq 15$

Keterangan:

- t (*treatment*) : Banyaknya perlakuan
- r (*replication*) : Banyaknya pengulangan
- 15 : Konstanta

Perhitungan:

$$(t - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$(4 - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$3r - 3 \geq 15 + 3$$

$$3r \geq 18$$

$$r \geq 18/3 = 6$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, jumlah pengulangan untuk setiap perlakuan minimal dilakukan sebanyak 6 kali. Oleh karena itu, jumlah sampel dalam penelitian ini adalah $4 \times 6 = 24$ sampel. Perlakuan yang akan diberikan pada penelitian ini yaitu:

Tabel 3. 2 Perlakuan Penelitian

Nama Sampel	Variasi Jenis Adsorben
Sampel K	Kontrol
Sampel Xa	Karbon aktif tempurung kelapa
Sampel Xb	Zeolit
Sampel Xc	Kombinasi adsorben

Penempatan seluruh wadah sampel sesuai dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam penelitian yaitu:

K1	Xa1	Xb1	Xc1
K2	Xa2	Xb2	Xc2
K3	Xa3	Xb3	Xc4
K4	Xa4	Xb4	Xc4
K5	Xa5	Xb5	Xc5
K6	Xa6	Xb6	Xc6

Tabel 3. 3 *Layout* Penelitian

Keterangan:

K : Kelompok kontrol

2 : Pengulangan ke-2

- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| Xa : Perlakuan karbon aktif | 3 : Pengulangan ke-3 |
| tempurung kelapa | |
| Xb : Perlakuan zeolit | 4 : Pengulangan ke-4 |
| Xc : Perlakuan kombinasi karbon | 5 : Pengulangan ke-5 |
| aktif dan zeolit | |
| 1 : Pengulangan ke-1 | 6 : Pengulangan ke-6 |

G. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat dan bahan, di antaranya:

1. Alat

- a) Wadah dengan volume 1,5L yang digunakan sebagai tempat untuk proses adsorpsi limbah cair industri batik menggunakan adsorben karbon aktif tempurung kelapa, zeolit, dan Kombinasi dari keduanya.
- b) Jerigen ukuran 15L digunakan sebagai wadah pengambilan sampel air limbah industri batik.
- c) Botol ukuran 1L sebagai wadah sampel yang telah dilakukan proses adsorpsi dan akan dibawa ke laboratorium.
- d) Neraca analitik digunakan untuk menimbang adsorben yang akan digunakan.
- e) Gelas ukur ukuran 1L untuk mengukur limbah cair yang akan diberikan perlakuan sebagai sampel sebanyak 25L.
- f) Corong digunakan untuk memasukan limbah cair industri batik ke dalam jerigen.

- g) Kertas saring digunakan untuk memisahkan adsorbat dari adsorben setelah selesai dikontakan.
- h) Kertas label digunakan untuk memberikan keterangan pada jerigen sampel.
- i) *Stopwatch* untuk mengukur waktu kontak adsorben dengan adsorbat.
- j) Termometer digital untuk mengukur suhu limbah cair sebelum dan sesudah perlakuan.
- k) pH meter digunakan untuk mengukur pH limbah cair sebelum dan sesudah diberikan perlakuan.
- l) Alat tulis digunakan untuk mencatat dan memberikan keterangan pada sampel.
- m) Plastik zipper sebagai wadah adsorben dengan berat masing-masing 9 gram.
- n) *Shaker* digunakan untuk mengaduk saat adsorben dikontakan dengan adsorbat.
- o) Kamera digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian.
- p) Spektrofotometer dengan metode HACH 8023 sesuai dengan SNI 6989.71:2009.

2. Bahan

- a) Limbah cair industri batik, diambil dari Industri Batik X yang berada di Jalan Cigeureung, Nagarasari, Kota Tasikmalaya. Limbah cair diambil dari satu tempat yang sama dan waktu yang sama menggunakan jerigen.

- b) Karbon aktif tempurung kelapa yang dibeli dari toko aquarium, sebagai adsorben yang akan digunakan dalam proses adsorpsi pada penelitian ini.
- c) Zeolit yang dibeli di toko aquarium, sebagai adsorben yang akan digunakan dalam proses adsorpsi pada penelitian ini.

H. Prosedur Penelitian

1. Tahap Pra Penelitian

- a) Mengajukan surat permohonan izin survei awal dan wawancara ke Kelurahan Nagarasari dan pemilik Industri Batik di Wilayah Nagarasari untuk melaksanakan kegiatan penelitian
- b) Melakukan studi literatur dengan mengumpulkan bahan pustaka yang relevan dengan topik penelitian sebagai bahan referensi
- c) Data sekunder dalam penelitian ini didapatkan dari Kelurahan Nagarasari tentang jumlah industri batik di Kota Tasikmalaya dan di Wilayah Kelurahan Nagarasari. Serta berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik industri batik di Wilayah Nagarasari.
- d) Melakukan survei awal dan observasi ke Industri Batik di Wilayah Kelurahan Nagarasari Kota Tasikmalaya untuk memperoleh informasi terkait pengolahan air limbah.
- e) Mengambil sampel air limbah dari industri batik yang sesuai dengan kriteria pemilihan sampel dengan cara menampungnya ke dalam jerigen berukuran 1 liter untuk dilakukan pengujian awal kadar Cr^{6+} .

- f) Data primer dalam penelitian ini didapatkan dengan melakukan uji pendahuluan limbah cair industri batik sebelum dan sesudah proses adsorpsi untuk mengetahui pengaruh variasi jenis adsorben dalam menurunkan kadar pencemar kromium heksavalen (Cr^{6+}) limbah cair batik.

2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

a) Persiapan Limbah Cair Industri Batik X

Teknik pengambilan sampel dilakukan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 8990:2021 Tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air Limbah Untuk Pengujian Fisika dan Kimia, yaitu:

- 1) Titik pengambilan sampel diambil pada saluran sebelum masuk ke badan air penerima dengan teknik pengambilan sampel sesaat (*grab sampling*).
- 2) Volume sampel yang diambil sesuai dengan tujuan pengambilan sampel.
- 3) Waktu dan frekuensi pengambilan sampel dilakukan sesuai dengan tujuan pengambilan sampel. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada sore hari pukul 16.00, karena pada waktu tersebut limbah dari seluruh proses pembuatan batik sudah berada dalam satu bak penampungan limbah.
- 4) Penentuan wadah pengambilan sampel:

- a. Terbuat dari bahan gelas atau plastik polietilena (PE) atau polipropilena (PP) atau politetrafluoroetilena (PTFE);
- b. Terbuat dari bahan yang tidak bereaksi dengan sampel;
- c. Dapat ditutup dengan kuat dan rapat;
- d. Bersih dan bebas kontaminan;
- e. Tidak mudah pecah atau bocor;
- f. Mudah dan aman saat transportasi;
- g. Tentukan volume wadah sampel sesuai dengan volume sampel berdasarkan parameter yang akan diuji.

5) Cara pengambilan sampel:

- a. Siapkan wadah pengambilan sampel;
- b. Bilas wadah pengambilan sampel dengan air limbah yang akan diambil minimal tiga kali pembilasan;
- c. Masukkan sampel ke dalam wadah yang telah disiapkan menggunakan teknik *grab sampling* pada titik pengambilan sampel yang sudah ditentukan;
- d. Ukur suhu dan pH sampel sesuai dengan ketentuan;
- e. Catat identitas pada wadah dengan label (waktu pengambilan sampel, tempat pengambilan sampel, dan jenis sampel).

6) Dinginkan sampel pada suhu $<6^{\circ}\text{C}$.

b) Persiapan Adsorben Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Zeolit

Adsorben karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit yang telah disiapkan, selanjutnya dilakukan pencucian dan dijemur sampai kering

di bawah sinar matahari untuk menghilangkan debu dan kotoran sehingga mencegah kontaminasi pada sampel (Patracia, 2020). Adsorben kemudian ditimbang dengan berat 9gram karbon aktif tempurung kelapa sebanyak 18, 9gram zeolit sebanyak 18, 4,5gram karbon aktif tempurung kelapa sebanyak 18, dan 4,5gram zeolit sebanyak 18.

c) Proses Adsorpsi dengan Menggunakan Karbon Aktif Tempurung Kelapa, zeolit dan kombinasi karbon aktif zeolit

Proses adsorpsi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Siapkan botol berukuran 1,5 liter sebanyak 24 buah, lalu susun sesuai dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang telah ditentukan;
- 2) Beri nama setiap botol sesuai dengan nama sampel yang telah ditentukan;
- 3) Pada sampel kontrol tidak dilakukan perlakuan apapun, hanya dilakukan pengukuran kadar pH dan suhu lalu didiamkan selama 120 menit dan dipindahkan ke dalam jerigen;
- 4) Masukkan adsorben yang sudah disiapkan pada setiap botol sesuai dengan nama sampel pada setiap perlakuan;
- 5) Siapkan limbah cair batik sebanyak 1 liter, kemudian masukan kedalam botol perlakuan yang sudah diisi adsorben;
- 6) lakukan pengadukan pada perlakuan pertama menggunakan *shaker* selama 10 menit, dihitung menggunakan *stopwatch*;

- 7) setelah 10 menit pengadukan, beri keterangan pada masing-masing perlakuan sebagai tanda sehingga dapat dihomogenkan waktu kontak pada setiap perlakuan. Misalnya Xa1 (08.00-10.00); Xb1 (10.30-12.30); dan seterusnya;
- 8) Gunakan alarm atau *stopwatch* untuk mengukur waktu kontak, dengan memberikan keterangan pada setiap waktu kontak perlakuan;
- 9) Setelah proses adsorpsi selesai, pisahkan antara adsorben dan adsorbat dengan memindahkan limbah cair yang sudah diberikan perlakuan ke dalam jerigen dengan menggunakan corong dan kertas saring. Pastikan tidak ada adsorben yang ikut masuk ke dalam jerigen pada saat proses pemisahan, sehingga waktu kontak adsorben dan adsorbat homogen.
- 10) Lakukan pengukuran kadar pH dan suhu setelah proses adsorpsi dilakukan, dan catat dalam lembar observasi perlakuan;
- 11) Ulangi setiap prosesnya hingga perlakuan terakhir;
- 12) Jika sudah selesai, limbah cair batik siap diantarkan ke Laboratorium untuk dilakukan pengujian kadar kromium heksavalen (Cr^{6+}).

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian adalah selama kurang lebih 6 jam, dari proses persiapan hingga tahap pemisahan adsorben selesai. Setelah itu, limbah cair batik sudah siap

untuk dilakukan pengujian kadar kromium heksavalen (Cr^{6+}) di Laboratorium Lingkungan Hidup (DPRKPLH) Kabupaten Ciamis.

d) Pengujian dan Analisa Kadar Pencemar Cr^{6+} Limbah Industri Batik

Prosedur yang digunakan untuk menguji kadar pencemar logam berat kromium heksavalen (Cr^{6+}) yang terkandung dalam limbah cair industri batik dengan menggunakan metode HACH 8023 berdasarkan Standar Nasional Indonesia 6989.71:2009, adalah sebagai berikut:

- 1) Siapkan contoh uji yang telah disaring dengan saringan membran berpori $0,45\ \mu\text{m}$;
- 2) Pembuatan larutan induk logam krom heksavalen 500 mg dengan melarutkan $\pm 141,4\ \text{mg}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ kering oven dengan air bebas merial dalam labu ukur 100mL;
- 3) Hitung kadar krom heksavalen berdasarkan hasil penimbangan
- 4) Pembuatan larutan baku logam krom heksavalen 50mg dengan pipet 10mL larutan induk krom heksavalen, lalu masukan ke dalam labu ukur 100mL;
- 5) Tepatkan hingga tanda tera dengan air bebas mineral 1 mL, larutan ini mengandung $50\mu\text{m}\ \text{Cr}^{6+}$;
- 6) Membuat larutan kerja logam krom heksavalen dengan membuat derer yang terdiri dari 1 blanko dan minimal 3 kadar yang berbeda secara proporsional;
- 7) Masukan ke dalam gelas piala 100 mL, kemudian tambahkan 0,25 mL H_3PO_4 ke dalam masing-masing larutan kerja;

- 8) Atur pH larutan kerja hingga $\text{pH } 2,0 \pm 0,5$ dengan penambahan asam sulfat 2 N;
- 9) Pindahkan larutan kerja ke dalam labu ukur 100,0 mL, tepatkan hingga tera dengan air bebas mineral;
- 10) Tambahkan 2,0 mL larutan difenilkarbazida, kocok dan diamkan selama 5 hingga 10 menit;
- 11) Pengukuran contoh uji dengan pipet sejumlah volume (V) contoh uji dan masukkan ke dalam gelas piala 100 mL, tambahkan 0,25 mL (5 tetes) H_3PO_4 atau hingga $\text{pH } 2,0 \pm 0,5$ dengan penambahan asam sulfat 0,2 N;
- 12) Pindahkan larutan contoh uji tersebut ke dalam labu ukur 100,0 mL, tepatkan hingga tanda tera dengan air bebas mineral, kemudian tambahkan 2,0 mL larutan difenilkarbazida, kocok dan diamkan selama 5 hingga 10 menit;
- 13) Ukur serapannya pada panjang gelombang 539 nm atau 540 nm;
- 14) Catat hasil pengukuran.

Perhitungan kadar logam berat kromium heksavalen (Cr^{6+}) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Cr - VI \left(\frac{mg}{L} \right) = C \times \frac{102}{V} \times fp$$

Keterangan:

C : Kadar Cr^{6+} hasil pengukuran (mg/L)

102 : Volume akhir (mL)

V : Volume contoh uji (mL)

fp : Faktor pengenceran (jika diperlukan)

Efektivitas penurunan konsentrasi logam berat Cr^{6+} merupakan tingkat keberhasilan adsorben karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit dengan variasi waktu kontak 60 dan 120 menit dalam menurunkan konsentrasi pencemar logam berat Cr^{6+} dalam limbah cair batik. Berdasarkan Lussa *et.al*, 2020 dalam (Dini et al., 2023) efektivitas penyisihan logam berat Cr^{6+} dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Efektivitas penyisihan (\%)} = \frac{(\text{Co} - \text{Ce})}{\text{Co}} \times 100\%$$

Keterangan:

Co = Konsentrasi awal (mg/L)

Ce = Konsentrasi akhir (mg/L)

Proses adsorpsi dikatakan efektif apabila kadar Cr^{6+} setelah perlakuan mendekati atau berada di bawah baku mutu yang ditetapkan.

Efektivitas adsorpsi dinilai berdasarkan kategori:

- 1) $\geq 90\%$ = Sangat efektif
- 2) $70\% - < 90\%$ = Efektif
- 3) $50\% - < 70\%$ = Cukup efektif
- 4) $30\% - < 50\%$ = Kurang efektif
- 5) $< 30\%$ = Tidak efektif

I. Pengolahan Dan Analisis Data

1. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah diperoleh data hasil uji laboratorium limbah cair sebelum dan sesudah dilakukan adsorpsi selama 120 menit. Pengolahan data yang dilakukan diantaranya sebagai berikut:

a. *Editing* (penyuntingan data)

Proses editing dalam penelitian dilakukan dengan mengecek kembali hasil uji laboratorium yang telah dicatat pada lembar pengamatan.

b. *Cooding* (pemberian kode)

Cooding yaitu untuk memasukan data yaitu dengan memberikan kode berupa angka atau huruf tertentu yang memberikan ciri atau identitas pada suatu data yang akan dianalisis. Pada penelitian ini *cooding* hanya diberikan pada variabel bebas, yaitu:

K : Kontrol/tanpa perlakuan

Xa : Perlakuan dengan karbon aktif tempurung

Xb : Perlakuan dengan zeolit

Xc : Perlakuan kombinasi karbon aktif dan zeolit

c. *Entry* data (memasukan data)

Proses entry data merupakan proses memasukan data yang telah didapat ke dalam aplikasi SPSS. Data yang dimasuka berupa hasil pengukuran kadar pencmar logam berat Cr^{6+} pada limbah cair batik.

d. *Cleaning*

Cleaning adalah proses mengidentifikasi dan memperbaiki, atau menghapus data yang salah, duplikat, atau tidak relevan dari seluruh data yang telah dikumpulkan. Semua data yang telah dikumpulkan perlu dicek kembali untuk melihat beberapa kemungkinan adanya kesalahan kode, ketidaklengkapan, dan sebagainya, selanjutnya dilakukan perbaikan atau koreksi sesuai kebutuhan (Notoatmodjo, 2010).

2. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan tujuan untuk menentukan perbedaan yang signifikan dalam kadar pencemar Cr^{6+} sebelum dan sesudah proses adsorpsi. penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dan analisis inferensial:

a. Analisis Deskriptif

Menurut Sugiyono (2022:226) analisis deskriptif digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi. Nilai rata-rata kadar pencemar Cr^{6+} pada kelompok kontrol memberikan informasi penting tentang konsentrasi awal pencemar Cr^{6+} dalam limbah cair batik sebelum diberikan perlakuan atau dilakukan pengolahan, sehingga dapat menjadi pembandingan dengan nilai rata-rata kadar pencemar Cr^{6+} sesudah diberikan perlakuan. Hal ini dapat membantu menilai efektivitas adsorben karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit

serta waktu kontak yang digunakan dalam mengurangi kandungan Cr^{6+} dalam limbah cair batik.

b. Analisis Inferensial

Analisis inferensial digunakan untuk menguji hipotesis penelitian, apakah ada perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan perlakuan dalam hal penurunan konsentrasi pencemar Cr^{6+} pada limbah cair batik (Sugiyono, 2019). Pengujian hipotesis dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu metode parametrik dan non-parametrik. Oleh karena itu, penting untuk terlebih dahulu melakukan uji normalitas data guna menentukan apakah data pada variabel bebas dan variabel terikat terdistribusi normal. Uji normalitas ini menjadi langkah krusial dalam memilih metode analisis statistik yang sesuai.

Uji normalitas ini umumnya menggunakan uji Saphiro-Wilk, karena metode ini secara spesifik sesuai untuk sampel data yang relatif kecil yaitu <30 sampel. Apabila data berdistribusi normal, untuk menentukan efektivitas variasi jenis adsorben terhadap penurunan Cr^{6+} limbah cair batik maka dilanjutkan dengan menggunakan uji *anova*, setelah itu dilakukan uji lanjutan *post hoc anova benferoni*. Pengambilan keputusan berdasarkan *P value* $< 0,05$ maka terdapat perbedaan yang signifikan variasi jenis adsorben terhadap penurunan Cr^{6+} pada limbah cair batik setelah diberikan perlakuan, sedangkan apabila *P value* $> 0,05$ maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan variasi jenis adsorben

terhadap penurunan Cr^{6+} pada limbah cair batik setelah diberikan perlakuan.