

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air tanah dapat mengandung unsur-unsur senyawa organik maupun anorganik berbahaya jika keberadaannya melebihi baku mutu. Hal tersebut dapat disebabkan oleh faktor alami atau kegiatan manusia sehingga kualitas air tanah menurun. Salah satu senyawa yang terkandung dalam air tanah adalah nitrat (Handayani dkk., 2022). Konsentrasi nitrat yang tinggi pada air tanah dan masuk dalam tubuh melalui air minum dapat memiliki dampak serius pada kesehatan, terutama pada sistem hematologi dan neurologis (Ardhaneswari dan Wispriyono, 2022).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, standar maksimum kandungan nitrat (sebagai NO_3^-) dalam air minum adalah 20 mg/L. Pada penelitian yang dilakukan oleh Lusiani (2017), air tanah yang didapatkan di sumur rumah penduduk daerah Kampung Dalam, Kecamatan Pauh, Kota Padang mengandung nitrat sebesar 55,31 mg/L. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Mariesta (2016), air tanah yang didapatkan dari daerah Gunung Sarik mengandung nitrat sebesar 52,842 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat telah melebihi baku mutu, sehingga dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat yang mengonsumsi air tanah tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan terhadap air tanah untuk mengurangi serta mencegah terjadinya pencemaran pada air tanah serta masalah yang ditimbulkannya.

Penyisihan nitrat dalam air dapat dilakukan menggunakan proses biologi, fisika serta kimia. Salah satu pengolahan fisika yang sering digunakan adalah metode adsorpsi. Metode adsorpsi diakui sebagai teknologi yang efisien dalam pengolahan air. Metode adsorpsi memiliki keunggulan di antaranya mudah digunakan, fleksibel dan hemat biaya sehingga banyak digunakan dalam pengolahan air (Bonilla dkk., 2017). Adsorpsi adalah suatu peristiwa penjerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, di mana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan penjerap atau

adsorben (Reynolds dan Richards, 1996). Adsorpsi dapat dilakukan dengan sistem kolom/kontinu, di mana larutan dialirkan ke dalam kolom yang berisi adsorben (Wang dkk., 2005). Pada sistem kontinu, proses kontak yang terjadi relatif konstan karena adsorpsi selalu terjadi kontak dengan adsorben (Tchobanoglous dkk., 1998).

Adsorben merupakan suatu faktor penting dalam proses adsorpsi. Salah satu material yang dapat dijadikan sebagai adsorben adalah *biochar*. *Biochar* merupakan material karbon yang bahan bakunya tersedia dalam jumlah yang cukup banyak, biasanya berasal dari biomassa seperti limbah pertanian atau biomassa berbasah dasar tanaman yang memiliki rasio karbon dan nitrogen (C/N) yang tinggi. Potensi pemanfaatan *biochar* di Indonesia cukup tinggi, termasuk dari bahan baku seperti tempurung kelapa, kulit buah kakao, tongkol jagung, dan sumber daya lainnya (Nurida, 2015). Bahan baku *biochar* juga dapat diperoleh dari sisa biomassa pertanian seperti serpihan kayu (Wang dkk., 2020). *Biochar* dapat dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar berupa biomassa pada kompor biomassa. Kompor biomassa yang menggunakan biomassa limbah pertanian seperti kayu sebagai bahan bakar memiliki dampak positif yaitu dapat menghasilkan lebih sedikit asap dibandingkan dengan kompor konvensional berbahan bakar kayu pada umumnya serta menghemat bahan bakar (Sundberg dkk., 2020). Penyisihan nitrat dengan *biochar* sebelumnya telah dilakukan oleh Lastarina (2021) yang menyisihkan nitrat dengan sistem *batch* dalam air artifisial 1 komponen dengan konsentrasi awal 20 mg/L menggunakan adsorben *biochar* tempurung kelapa, dengan efisiensi penyisihan sebesar 92,59%. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Fadli (2019) yang menyisihkan nitrat dari air tanah (multikomponen) dengan konsentrasi awal 0,645 mg/L menggunakan adsorben karbon aktif dari limbah kulit buah kakao, dilakukan dengan sistem kontinu dan diperoleh efisiensi penyisihan nitrat sebesar 90,10%.

Salah satu keunggulan proses adsorpsi adalah dapat dilakukannya regenerasi adsorben sehingga adsorben dapat digunakan kembali pada adsorpsi berikutnya. Regenerasi dilakukan melalui desorpsi terhadap adsorben sehingga adsorben tersebut dapat digunakan kembali. Desorpsi dapat dilakukan dengan pencucian atau mengontakkan adsorben yang telah digunakan dengan larutan asam, basa atau netral (Wankasi dkk., 2005). Penelitian Konneh dkk., (2021) meregenerasi *biochar*

sabut kelapa, *biochar* sekam padi, dan *biochar* sabut kopi sebagai adsorben dalam penyisihan nitrat dari air limbah (multikomponen) dengan konsentrasi awal larutan 130,74 mg/l menggunakan agen desorpsi berupa air deionisasi. Berdasarkan penelitian Konneh dkk., (2021) tersebut yang melakukan proses adsorpsi sistem *batch* diperoleh kapasitas adsorpsi nitrat sebesar 12,97 mg/g, 12,315 mg/g, 12,08 mg/g untuk *biochar* sabut kelapa, *biochar* sekam padi, dan *biochar* sabut kopi. Persentase desorpsi nitrat yang diperoleh setelah adsorpsi dilakukan adalah 22,4%, 24,39%, dan 16,79%, untuk *biochar* sekam padi, *biochar* sabut kelapa, dan *biochar* sabut kopi. Penelitian lainnya oleh Nassar dkk., (2020) menyisihkan nitrat dari perairan (multikomponen) dengan konsentrasi awal larutan 200 mg/L menggunakan *biochar* berbahan limbah padat zaitun dengan sistem kontinu. Penelitian Nassar dkk., (2020) tersebut meregenerasi adsorben *biochar* berbahan limbah padat zaitun menggunakan agen desorpsi air suling dan didapatkan kapasitas adsorpsi nitrat sebesar 4,2 mg/g dan diperoleh persentase desorpsi adsorben sebesar 40% dalam 1 siklus desorpsi.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini dilakukan penyisihan nitrat dari air tanah artifisial menggunakan adsorben dari *biochar* berbahan kayu yang dihasilkan dari proses pembakaran pada kompor biomassa pada adsorpsi sistem kolom tunggal. Penggunaan air tanah artifisial multikomponen ditujukan agar menyerupai kondisi air tanah yang asli. Selain itu, diuji juga penggunaan kembali *biochar* yang telah digunakan untuk menyisihkan pencemar yang sama. Penggunaan kolom tunggal ditujukan sebagai penelitian pendahuluan dalam menguji kemampuan adsorben *biochar*. Penggunaan *biochar* sebagai adsorben mendukung prinsip teknologi ramah lingkungan (*green technology*) dan ekonomi sirkular. *Biochar* ini dihasilkan dari limbah serbuk kayu yang telah diubah menjadi bentuk *pellet*. *Pellet* ini bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada kompor biomassa yang digunakan untuk memasak. Setelah proses pembakaran, didapatkan *biochar* sebagai produk sampingan. *Biochar* tersebut selanjutnya digunakan sebagai adsorben untuk menyisihkan pencemar dari air tanah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif teknologi dalam pengolahan air tanah yang dapat diadopsi oleh masyarakat.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk menguji regenerasi *biochar* berbahan kayu hasil pembakaran pada kompor biomassa untuk menyisihkan nitrat dari air tanah dengan menggunakan kolom adsorpsi tunggal.

Tujuan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Menentukan efisiensi penyisihan rata-rata nitrat dari air tanah menggunakan *biochar* berbahan kayu hasil pembakaran kompor biomassa pada kolom adsorpsi tunggal;
2. Menentukan kapasitas adsorpsi *biochar* berbahan kayu hasil pembakaran kompor biomassa dalam menyisihkan nitrat dari air tanah pada kolom adsorpsi tunggal;
3. Menganalisis kemampuan regenerasi adsorben *biochar* berbahan kayu hasil pembakaran kompor biomassa untuk menyisihkan nitrat pada kolom adsorpsi tunggal;
4. Membandingkan kemampuan adsorben *biochar* berbahan kayu hasil pembakaran kompor biomassa dengan adsorben karbon aktif yang dijual di pasaran (komersial) dalam menyisihkan nitrat pada kolom adsorpsi tunggal.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan limbah pertanian sebagai alternatif adsorben;
2. Menyisihkan nitrat dari air tanah sehingga aman untuk dikonsumsi;
3. Menjadi teknologi alternatif pengolahan air tanah yang dapat diterapkan oleh masyarakat;
4. Mendukung *green technology* dan *circular economy* di mana memanfaatkan limbah sebagai adsorben dan bahan bakar serta menggunakan kembali (*reuse*) adsorben tersebut dalam proses penyisihan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Percobaan dilakukan secara kontinu selama 480 menit menggunakan air tanah artifisial multi-komponen sesuai dengan waktu *breakthrough* pada percobaan pendahuluan.
2. Percobaan dilakukan menggunakan kolom tunggal dengan aliran *up flow* dan debit influen 313,451 mL/menit.
3. Adsorben yang digunakan berupa *biochar* yang diperoleh dari hasil pembakaran *pellet* kayu pada kompor biomassa selama 2 jam.
4. Proses adsorpsi dilakukan 3 siklus adsorpsi dengan waktu percobaan masing-masingnya 480 menit dengan 2 siklus penggunaan kembali adsorben pada proses adsorpsi berikutnya.
5. Proses desorpsi dilakukan sebanyak 2 siklus dengan memasukkan akuades ke dalam wadah berisi adsorben *biochar* yang telah digunakan sebelumnya, lalu didiamkan selama 1 jam untuk masing-masing siklus.
6. Percobaan menggunakan adsorben karbon aktif yang dijual di pasaran (komersial) juga dilakukan sebagai pembandingan.
7. Pengambilan sampel dari reaktor dilakukan pada menit ke-0, ke-60, ke-180, ke-300, ke-420, dan ke-480.
8. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali (triplo).
9. Analisis konsentrasi nitrat dilakukan dengan metode brusin sulfat sesuai dengan SNI 06-2480-1991 pada panjang gelombang 410 nm.
10. Pengujian statistik menggunakan uji ANOVA untuk melihat terdapat perbedaan signifikan dari variasi adsorben *fresh* adsorben (siklus 1) dengan *reuse* 1 adsorben (siklus 2) dan *reuse* 2 adsorben (siklus 3).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang air tanah, karakteristik air tanah, baku mutu air tanah, parameter nitrat, proses adsorpsi, kurva *breakthrough*, adsorben, limbah kayu hasil pembakaran kompor biomassa sebagai adsorben, serta teori-teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, metode analisis laboratorium, lokasi dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian disertai pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan.

