

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Produksi bahan pewarna tekstil mencapai lebih dari 700 ribu ton per tahun, mencakup sekitar 10 ribu jenis pewarna. Selama proses pewarnaan, sekitar 20% dari zat warna yang diaplikasikan ikut terbuang ke dalam limbah (Haryono dkk., 2021). Dari berbagai jenis yang ada, pewarna azo menjadi jenis yang paling umum dimanfaatkan oleh industri tekstil. Berdasarkan jumlah gugus azo yang ada di dalamnya, zat pewarna azo dibagi menjadi monoazo, diazo, dan poliazo (Benkhaya dkk., 2020). Satu di antara banyaknya zat pewarna azo yang digunakan pengrajin adalah kongo merah. Kongo merah termasuk ke dalam golongan pewarna azo, yaitu diazo (Jumaeri dkk., 2022).

Zat warna kongo merah digolongkan sebagai polutan berbahaya karena sifatnya yang sangat toksik dan sulit terurai, sehingga kehadirannya di lingkungan perairan dapat membahayakan makhluk hidup. Akibatnya, pembuangan limbah yang terkontaminasi pewarna ini tanpa penanganan yang tepat berpotensi menciptakan kerusakan lingkungan yang parah. Untuk mengatasi hal tersebut, sangat penting untuk menerapkan metode pengolahan yang efektif guna meminimalisir kandungan zat warna kongo merah di alam (Setyaningtyas & Selaeman, 2007).

Terdapat sejumlah metode yang bisa diterapkan untuk menurunkan kandungan zat warna kongo merah dalam air, termasuk melalui proses oksidasi dan adsorpsi. Meskipun metode oksidasi memiliki keunggulan dalam mendegradasi senyawa organik secara meluruh, akan tetapi penerapannya memiliki keterbatasan, yakni hanya efektif untuk limbah dengan konsentrasi pewarna yang rendah. Efisiensi yang tinggi dan prosesnya yang sederhana dari metode adsorpsi menyebabkan metode tersebut salah satu yang paling sering digunakan (Jumaeri dkk., 2022).

Sebagai negara yang perekonomiannya ditopang oleh sektor pertanian, dengan mayoritas populasi bekerja sebagai petani, Indonesia sangat bergantung pada komoditas padi. Padi tidak hanya menjadi salah satu hasil pertanian terbesar, tetapi juga sumber pangan pokok harian bagi masyarakat Indonesia. Luas panen

pada tahun 2024 diperkirakan mencapai 53,14 juta ton dari 10,05 juta hektar lahan panen (Badan Pusat Statistik, 2025). Selama proses penggilingan padi, 72% beras, 5-8% dedak, dan 20-22% sekam akan dihasilkan. Hal tersebut menyebabkan limbah sekam padi dalam volume yang sangat besar setiap tahunnya. Sekam padi sisa penggilingan sering kali hanya dibakar atau dibuang tanpa diolah menjadi produk yang lebih bernilai (Ainina dkk., 2023).

Sebagai limbah pertanian yang tidak terpakai, pemanfaatan sekam padi perlu mendapat perhatian. Melalui proses konversi termokimia, sekam padi dapat diolah menjadi produk yang lebih bernilai. Penelitian terdahulu umumnya hanya fokus pada ekstraksi salah satu adsorben, baik silika gel maupun karbon aktif secara terpisah. Namun, metode terkini mulai mengarah pada pembuatan kedua adsorben tersebut secara bersamaan untuk memaksimalkan nilai guna limbah agrikultur ini. Sebagai contoh, penelitian yang telah dilakukan (Purwaningsih dkk., 2024) berhasil mensintesis silika polimorf dan karbon aktif dari satu sumber sekam padi yang sama melewati tahap ekstraksi silika terlebih dahulu, kemudian mengubahnya menjadi residu organik menjadi karbon aktif. Sekam padi sendiri memiliki komposisi yang terdiri dari senyawa organik (seperti lignin, selulosa, dan hemiselulosa) dan didominasi oleh senyawa anorganik berupa silika (SiO_2) dengan kadar yang sangat tinggi.

Sejumlah studi terdahulu telah melaporkan penggunaan abu sekam padi berperan sebagai komponen utama untuk silika gel karena mengandung silika sekitar 86,9-97,3% yang dimanfaatkan dalam pembuatan bahan dasar silika, seperti natrium silikat (Na_2SiO_3) (Sriyanti dkk., 2005). Namun, sintesis silika gel dari sekam padi tidak hanya sebatas pada pemanfaatan abunya, yang merupakan hasil pembakaran sempurna serta kemampuannya menghilangkan komponen karbon. Seiring berkembangnya penelitian mengenai silika gel, arang sekam padi (produk dari pirolisis atau pembakaran tidak sempurna) juga telah terbukti menjadi prekursor alternatif untuk menghasilkan material dari silika. Alasan utama di baliknya adalah potensi struktur karbon yang tersisa dalam arang berfungsi sebagai kerangka yang dapat memengaruhi terbentuknya material komposit karbon-silika (C-SiO_2) dengan sifat unik, di mana keberadaan residu karbon berpotensi

meningkatkan kemampuan adsorpsi materi keseluruhan dibandingkan dengan silika murni. Penelitian terbaru menunjukkan potensi sintesis silika gel dari arang sekam padi. Studi yang berhasil dilakukan Ramalah et al., (2025) berhasil mensintesis silika gel dari arang sekam padi yang mampu menyerap ion Pb(II) dengan kemampuan adsorpsi tinggi mencapai 102,04 mg/g. Meskipun metode yang digunakan dalam studi tersebut melibatkan tahap pembakaran arang menjadi abu terlebih dahulu untuk memperoleh silika murni, hal ini membuka kemungkinan untuk meneliti cara sintesis yang berbeda. Maka dari itu, letak kebaruan penelitian ini pada metode sintesisnya yang dilakukan secara langsung dari arang sekam padi, tanpa melalui proses pengabuan total.

Pada dasarnya, metode yang umum diterapkan untuk memperoleh silika dari sekam padi adalah teknik ekstraksi, yang bisa dilakukan secara langsung ataupun tidak langsung. Material ini dinilai lebih unggul daripada silika mineral karena memiliki beberapa kelebihan, seperti partikel yang lebih halus, reaktivitas tinggi, dan sumbernya mudah didapat (Mujiyanti dkk., 2010).

Salah satu metode alternatif untuk mengatasi pencemaran adalah adsorpsi. Kunci keberhasilan metode ini terletak pada pemilihan adsorben yang tepat, yang idealnya harus memiliki selektivitas dan kapasitas tinggi. Salah satu adsorben yang umum digunakan karena karakteristiknya yang unggul, seperti luas permukaan yang besar, daya serap tinggi, kemudahan aplikasi, serta biaya yang relatif ekonomis. Oleh karena itu, karbon aktif sangat efektif untuk dijadikan adsorben dalam berbagai proses, termasuk pemurnian, detoksifikasi, serta penghilangan warna dan bau (Bansal & Goyal, 2005). Luas permukaan dapat ditingkatkan pada karbon aktif melalui aktivitas kimia dengan zat aktivator, salah satunya dengan asam fosfat (H_3PO_4), yang sekaligus bertujuan untuk menghilangkan impuritas logam (Luna dkk., 2020). Proses ini bekerja melalui pertukaran ion H^+ dari larutan asam dengan kation lain, sebuah mekanisme yang efektif untuk membuka pori-pori yang tersumbat oleh senyawa organik. Temuan ini didukung oleh riset Rahayu dkk., (2021) yang melaporkan bahwa aktivasi karbon menggunakan H_3PO_4 pada rasio 1:1 mampu menghasilkan struktur pori yang teratur dengan jumlah serta luas permukaan yang besar.

Maka dari itu, penelitian ini dirancang untuk meningkatkan nilai tambah ekonomis limbah sekam padi dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku untuk tiga jenis adsorben dengan mekanisme yang berbeda. Selanjutnya, ketiga adsorben tersebut akan diuji dan ditentukan kemampuannya dalam menyerap zat warna kongo merah. Studi adsorpsi akan dilakukan dengan menganalisis pengaruh beberapa parameter seperti waktu kontak dan konsentrasi awal kongo merah untuk menentukan kondisi optimum dan kapasitas penyerapan masing-masing adsorben.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Memperoleh silika gel dan karbon aktif sebagai adsorben dari bahan dasar sekam padi.
2. Menentukan data karakteristik dari adsorben silika gel dan karbon aktif.
3. Menentukan kemampuan adsorpsi zat warna kongo merah menggunakan adsorben silika gel dan karbon aktif dengan variasi suhu kalsinasi silika gel prekursor.