

Pengaruh Massa Adsorben Nanopartikel Fe_3O_4 – Karbon Aktif terhadap Efisiensi Penurunan Zat Warna

Yusron Khoiru Nadhori¹, Novi Eka Mayangsari^{1*}, dan Tarikh Azis Ramadani²

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Program Studi Teknik Bangunan Kapal, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: noviekam@ppns.ac.id

Abstrak

Salah satu limbah cair industri tekstil adalah zat warna yang dapat mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan benar. Kulit durian mengandung karbon yang tinggi, dengan proporsi 50-60% unsur selulosa, 5% lignin, dan 5% pati. Kadar selulosa yang tinggi ini membuatnya cocok untuk digunakan sebagai bahan pembuatan karbon aktif untuk adsorben yang dapat menurunkan kadar zat warna. Penelitian ini menggunakan kulit durian sebagai bahan dasar karbon aktif yang dimodifikasi dengan magnetik Fe_3O_4 . Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kemampuan penyerapan adsorben $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{AC}$ - kulit durian dalam menurunkan zat warna metilen biru dan kongo merah dalam sistem biner. Variasi yang diuji meliputi massa adsorben dengan waktu kontak 100 menit. Massa adsorben yang digunakan yaitu 0,25; 0,5; 0,75; 1; dan 1,25 gram. Hasil penelitian menunjukkan massa adsorben optimum adalah 0.25 gram dengan penyisihan tertinggi metilen biru 93,46% dan kongo merah 95,32%.

Keywords: Adsorpsi, Karbon Aktif Kulit Durian, Magnetik, Sistem Biner

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis, jenis buah-buahan yang beragam dapat ditemukan di Indonesia. Salah satu jenis buah yang memiliki hasil berlimpah serta digemari oleh sebagian banyak orang adalah buah durian yang memiliki nama latin *Durio zibethinus murr*. Durian tumbuh hingga 800 m dpl di sekitar khatulistiwa. (Sistanto et al., 2017). Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan, produksi buah durian di Indonesia mencapai 1,71 juta ton sepanjang 2022. Jumlah itu naik 26,64% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang sebesar 1,35 juta ton. Saat ini, bagian buah durian yang paling sering dimakan adalah salut buah atau dagingnya (Soraya, 2020). Durian terdiri dari tiga bagian dari segi struktur dagingnya 20%–30%; bijinya 5%–15%; dan kulitnya 60%–75%. Persentase kulit durian yang tinggi belum termanfaatkan sepenuhnya dan menjadi limbah yang mencemari lingkungan (Sistanto et al., 2017).

Kulit durian mengandung karbon yang tinggi, dengan proporsi 50-60% unsur selulosa, 5% lignin, dan 5% pati. Kadar selulosa yang tinggi ini membuatnya cocok untuk digunakan sebagai bahan pembuatan karbon aktif untuk adsorben. Metode aktivasi karbon aktif, salah satunya dapat menggunakan larutan basa yaitu NaOH (Wulandari et al., 2015). Namun, kelemahan penggunaan karbon aktif sebagai adsorben adalah sulitnya proses filtrasi, pemisahan dan perolehan kembali karbon aktif. Permasalahan ini dapat diatasi dengan modifikasi karbon aktif menggunakan nanopartikel Fe_3O_4 . Kombinasi bahan magnetik dan karbon aktif tidak hanya mempertahankan sifat kimia dan fisik asli tetapi juga memiliki karakteristik pemisahan magnetik. Diantara metode persiapan yang umum digunakan, yaitu metode kopresipitasi kimia, metode ini banyak digunakan karena kemudahannya, stabilitas bahan yang baik setelah pembentukan, dan pemisahan magnetik yang jelas (Wu et al., 2023).

Sistem biner adalah kombinasi dari dua pewarna. Ini adalah sistem di mana *Congo Red* dan *Methylene Blue* digunakan bersama untuk menghasilkan reaksi atau pengamatan proses adsorpsi dalam eksperimen atau penggunaan. Karbon aktif dapat mengurangi kadar zat warna yang dihasilkan oleh industri tekstil. *Methylene blue* dan *Congo red* adalah zat warna limbah industri yang sering digunakan dalam industri tekstil. Limbah zat warna jika tidak diolah dengan benar dapat mencemari lingkungan. Beberapa zat warna dapat terurai menjadi zat beracun, menghalangi sinar matahari masuk ke badan air dan memperlambat proses fotosintesis pada tumbuhan air (Rha Hayu et al., 2022). Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka perlu dilakukan penelitian menggunakan adsorben karbon aktif kulit durian dan ditambahkan sifat magnetik menggunakan nanopartikel Fe_3O_4 sebagai adsorben zat warna *Methylene blue* dan *Congo red*. Parameter adsorpsi yang dipelajari adalah massa adsorben dan waktu kontak.

2. METODOLOGI

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah limbah kulit durian, NaOH (Merck), aquades, limbah artifisial *Methylene Blue* (Merck), *Congo Red* (Merck), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (SAP), $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (SAP). Adapun alat yang digunakan yaitu *hot plate*, *magnetic stirrer*, neraca analitik, oven, ayakan 100 mesh, furnace, pH meter, kertas saring, desikator, Spektrofotometer UV-VIS.

2.2 Preparasi Kulit Durian dan Pembuatan Karbon Aktif

Kulit durian dibersihkan dengan air mengalir, kemudian potong kulit durian menjadi 3 cm dan dijemur di bawah sinar matahari selama 24 jam. Pembuatan karbon aktif dilakukan pada suhu 320°C selama 2 jam dalam furnace. Setelah proses furnace diamatkan dalam desikator ± 15 menit kemudian karbon dihaluskan menggunakan belender lalu di ayak menggunakan ayakan 100 mesh. Sebanyak 25 gram karbon diaktifasi dengan 250 ml NaOH 0,5 M dengan cara diaduk selama 4 jam kemudian direndam selama 24 jam. Setelah itu, karbon aktif disaring dan dibilas menggunakan aquades hingga pH netral. Selanjutnya karbon aktif dikeringkan dalam oven pada suhu 120°C selama 30 menit (Rha Hayu et al., 2022).

2.3 Pembuatan Magnetik Karbon Aktif (Fe_3O_4)

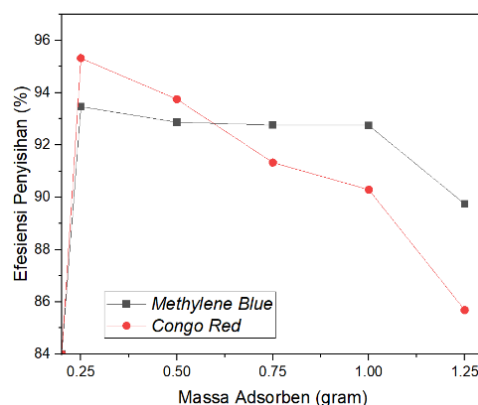
Karbon aktif kulit durian kemudian dicampurkan dengan total berat 10 gram dengan perbandingan 1:2 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang sudah dilarutkan dalam aquades sebanyak 400 ml. Setelah itu campuran dipanaskan hingga 60°C dengan pengadukan terus menerus untuk memastikan bahwa Fe^{2+} dan Fe^{3+} bisa menyebar kedalam karbon aktif dan didinginkan hingga 40°C , kemudian larutan NaOH 5M ditambahkan tetes demi tetes ke dalam campuran sampai pH mencapai kisaran 10 – 11 dan kemudian suspensi diaduk selama 4 jam dan kemudian dibiarkan mengendap semalaman. Setelah direndam partikel padat diisolasi menggunakan magnet dan dicuci dengan air murni untuk dinetralkan kemudian impuritas dihilangkan dengan aseton dan etanol. Tahap akhir magnetik karbon aktif kulit durian dikeringkan pada suhu 60°C selama 48 jam. (Yağmur & Kaya, 2021).

2.4 Proses Adsorpsi

Magnetik karbon aktif kulit durian di timbang dengan variasi massa adsorben sebanyak 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,25 gram lalu ditambahkan kedalam larutan *Methylene Blue* dan *Congo Red* (1:1) yang sudah tercampur dengan konsentrasi 100 ppm sebanyak 100 ml. Pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 150 rpm selama 100 menit. Setelah itu larutan disaring dengan kertas saring. Air sampel yang terpisah dari adsorben diambil dan dimasukkan kedalam botol sampel, selanjutnya dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-VIS, panjang gelombang *Methylene Blue* 665 nm dan *Congo Red* 501 nm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Massa adsorben termasuk faktor yang dapat menentukan efisiensi penyisihan zat warna *Methylene Blue* dan *Congo Red*. Penentuan massa adsorben dilakukan pada 5 variasi massa yang berbeda yaitu pada massa 0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,25 gram. Hasil pengujian pengaruh massa adsorben dan waktu kontak 100 menit pada efektivitas proses adsorpsi komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4 @ \text{AC}$ - kulit durian dalam menyisihkan zat warna *Methylene Blue* dan *Congo Red* dalam sistem biner dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.4 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Efisiensi Penyisihan Kadar *Methylene Blue* dan *Congo Red*

Pengaruh massa terhadap efisiensi penyisihan zat warna *Methylene Blue* dan *Congo Red* terjadi cenderung menurun seiring bertambahnya massa adsorben. Massa adsorben optimum adalah 0.25 gram dengan penyisihan tertinggi metilen biru 93,46% dan kongo merah 95,32%. Pada grafik yang dihasilkan, menurunnya kapasitas adsorpsi untuk massa adsorben yang lebih besar dikarenakan jumlah yang teradsorpsi telah melebihi jumlah maksimal senyawa yang dapat teradsorpsi oleh adsorben atau dengan kata lain adsorben telah mengalami kejenuhan, fase ini menyebabkan adsorben tidak mampu mengadsorpsi zat warna metilen biru lagi dan akan terdesorpsi kedalam larutan. Hasil ini juga diperkuat oleh hasil penelitian Riwayati et al., (2019) bahwa dengan semakin bertambahnya massa adsorben yang digunakan maka kemampuan adsorpsi semakin kecil. Hal ini disebabkan adsorbat yang digunakan terbatas yang menyebabkan massa adsorben saling tumpang tindih atau berebutan, sehingga adsorbat terbatas gerakannya untuk merebutkan permukaan. Persen adsorpsi akan meningkat seiring bertambahnya jumlah adsorbent, tetapi satuan efisiensi penyisihan adsorpsi menurun. Hal ini dapat disebabkan oleh karena terjadinya tumpang tindih atau penggumpalan luas permukaan adsorbent yang tersedia untuk metil biru. Selain itu terjadi peningkatan panjang jalur difusi (Lata dkk., 2007)

4. KESIMPULAN

Magnetik karbon aktif kulit durian ($\text{Fe}_3\text{O}_4@AC$ - kulit durian) dengan variasi massa adsorben untuk menurunkan parameter zat warna dalam sistem biner. Massa adsorben optimum adalah 0.25 gram dengan penyisihan tertinggi metilen biru 93,46% dan kongo merah 95,32%, semakin rendah massa karbon aktif, maka semakin tinggi efisiensi penyisihan yang dicapai.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Rha Hayu, L. D., Nasra, E., Azhar, M., & Etika, S. B. (2022). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Karbon Aktif dari Kulit Durian (*Durio zibethinus* Murr.). *Jurnal Periodic Jurusan Kimia UNP*, 11(1), 8. <https://doi.org/10.24036/p.v11i1.113349>
- Riwayati, I., Fikriyyah, N., & Suwardiyono, S. (2019). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Abu Alang - Alang (*Imperata Cylindrica*) Teraktivasi Asam Sulfat. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 4(2), 6–11. <https://doi.org/10.31942/inteka.v4i2.3016>
- Sistanto, S., Sulistyowati, E., & Yuwana, Y. (2017). Pemanfaatan Limbah Biji Durian (*Durio zibethinus* Murr) sebagai Bahan Penstabil Es Krim Susu Sapi Perah. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 12(1), 9–23. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.12.1.9-23>
- Soraya, L. (2020). Pemanfaatan Limbah Biji Durian Sebagai Plastik Biodegradable Dengan Variasi Suhu Gelatinasi Dan Penambahan CaCO_3 . *Jurnal Atmosphere*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.36040/atmosphere.v1i1.2955>
- Wu, Z., Zhang, H., Ali, E., Shahab, A., Huang, H., Ullah, H., & Zeng, H. (2023). Synthesis of novel magnetic activated carbon for effective Cr(VI) removal via synergistic adsorption and chemical reduction. *Environmental Technology and Innovation*, 30, 103092. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103092>
- Wulandari, F., Budi, E., Fisika, J., & Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F. (2015). Pengaruh Konsentrasi Larutan NaOH Pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa Untuk Adsorpsi Logam Cu^{2+} . *Spektra: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 16(2), 60–64. <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/spektra/article/view/5829>
- Yağmur, H. K., & Kaya, İ. (2021). Synthesis and characterization of magnetic ZnCl_2 -activated carbon produced from coconut shell for the adsorption of methylene blue. *Journal of Molecular Structure*, 1232. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.130071>