

PEMANFAATAN BONGGOL JAGUNG SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA RHODAMIN B MENGGUNAKAN METODE AKTIVASI *MECHANOCHEMICAL*

Dinia Ifany Choirun Nisa', Anang Takwanto

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
d.ifanycn@gmail.com ; [anangtakwanto@gmail.com]

ABSTRAK

Bonggol jagung merupakan limbah organik hasil industri pertanian yang banyak dijumpai di Indonesia dan dapat dimanfaatkan sebagai adsorben limbah zat warna rhodamin B. Dalam proses pembuatan adsorben perlu dilakukan proses aktivasi dengan metode *mechanochemical*, yaitu suatu proses sederhana untuk menghasilkan serbuk yang berkaitan dengan transformasi kimia yang disebabkan oleh gerakan mekanis seperti kompresi, geser, atau gesekan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik adsorben yang teraktivasi secara *mechanochemical*, mengetahui hubungan waktu tinggal proses aktivasi secara *mechanochemical*, dan mengetahui hubungan rasio penambahan aktivator terhadap kemampuan adsorben. Variabel yang digunakan yaitu waktu tinggal proses aktivasi secara *mechanochemical* (30, 45, dan 60) menit, rasio perbandingan adsorben dengan aktivator (b/v) (1:7; 1:10; dan 1:13) dan waktu tinggal pengambilan sampel pada saat adsorpsi. Analisis yang dilakukan adalah uji konsentrasi adsorbat zat warna rhodamin B dengan cara pengamatan absorbansi menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis dan uji daya serap terhadap iodin. Hasil penelitian menunjukkan adsorben terbaik dihasilkan pada waktu tinggal *mechanochemical* 30 menit, dan perbandingan penambahan aktivator (b/v) 1:10, serta pada waktu tinggal adsorpsi 120 menit dengan nilai daya serap 96,08%.

Kata kunci: Adsorben, Bonggol Jagung, Mechanochemical, Rhodamin B

ABSTRACT

Corn cobs are organic waste from the agricultural industry that are often found in Indonesia and can be used as an adsorbent for rhodamine B dye waste. In the process of making the adsorbent, it is necessary to carry out an activation process using the *mechanochemical* method which is a simple process to produce powders that associated with chemical transformation caused by mechanical movement such as compression, shear, or friction. This research aims to determine the characteristics of the mechanochemically activated adsorbent, relationship between residence time of the mechanochemical activation process and to determine the relationship between the ratio of the addition of activator to the ability of the adsorbent. The variable that used were residence time of the mechanochemical activation process (30, 45, and 60) minutes, ratio of adsorbent to activator (w/v) (1:7; 1:10; 1:13), and residence time of sampling at the time of adsorption. The analysis carry out is to test the concentration of rhodamine B dye adsorbate by observing its absorbance using a UV-Vis spectrophotometer and iodine adsorption test. The results showed that the best adsorbent was produced at a mechanochemical residence time of 30 minutes, and the ratio of the addition of activator (w/v) 1:10, and at an adsorption residence time of 120 minutes with absorption value of 96.08%.

Keywords: Adsorbent, Corncobs, Mechanochemical, Rhodamin B

1. PENDAHULUAN

Rhodamin B merupakan zat warna yang sering digunakan di industri kertas, kosmetik, dan tekstil. Rhodamin B memiliki bentuk kristal, tidak berbau, berwarna kehijauan, berwarna merah keunguan pada konsentrasi tinggi, dan berwarna merah terang pada konsentrasi rendah. Rhodamin B sangat berbahaya bagi manusia karena dapat menyebabkan iritasi dan kanker. Dalam konsentrasi yang tinggi efek dari rhodamin B dapat menyebabkan kerusakan pada organ hati [1]. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan limbah yang mengandung zat warna khususnya rhodamin B.

Banyak cara dalam menghilangkan zat warna dalam limbah cair industri tekstil seperti proses koagulasi/flokulasi, membran tukar kation, degradasi elektrokimia, *advance oxidation process*, *fenton-biological treatment*, dan adsorpsi [2]. Dari metode-metode tersebut metode adsorpsi dengan berbagai macam adsorben merupakan metode yang paling menguntungkan karena memiliki efektivitas yang tinggi dan biaya operasional yang rendah [3].

Untuk mendapatkan adsorben yang relatif murah dapat digunakan adsorben dari limbah, khususnya limbah pertanian atau limbah biomassa seperti bonggol jagung. Bonggol jagung mengandung selulosa yang memiliki gugus -OH [4]. Sehingga bonggol jagung memiliki potensi sebagai adsorben zat warna rhodamin B. Bonggol jagung sebagai adsorben didefinisikan sebagai bahan biologis yang digunakan dalam proses penyerapan pencemaran dari suatu cairan. Dengan aktivasi menggunakan metode *mechanochemical*, bonggol jagung dapat diubah menjadi adsorben zat warna rhodamin B. Metode *mechanochemical* sendiri adalah suatu proses sederhana untuk menghasilkan serbuk yang berkaitan dengan transformasi kimia yang disebabkan oleh gerakan mekanis seperti kompresi, geser, atau gesekan [5].

Menurut Hasna (2021) yang membandingkan adsorben teraktivasi asam fosfat dan tidak teraktivasi, menunjukkan bahwa adsorben teraktivasi asam fosfat memiliki hasil yang lebih baik dalam menyerap zat warna rhodamin B dibandingkan dengan adsorben yang tidak teraktivasi. Penelitian lain [6] menggunakan variasi penambahan aktivator menunjukkan bahwa semakin banyak aktivator yang ditambahkan dapat menyebabkan kerusakan pada adsorben karena dapat larutnya struktur dari adsorben sehingga adsorben mengalami penurunan dalam menyerap zat warna rhodamin B. Metode aktivasi *mechanochemical* yang dilakukan oleh Chen, dkk (2012), menunjukkan bahwa semakin lama proses *mechanochemical* maka akan menghasilkan adsorben yang baik dalam mengadsorpsi, namun apabila waktu yang digunakan melebihi waktu maksimum maka dapat mengakibatkan kerusakan pada adsorben sehingga menyebabkan pori-pori adsorben yang terbuka menjadi tertutup kembali [7]. Berdasarkan latar belakang tersebut, selanjutnya akan dilakukan penelitian dengan variasi waktu tinggal aktivasi metode *mechanochemical*, rasio penambahan aktivator (b/v), dan waktu tinggal pengambilan sampel pada saat adsorpsi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berupa eksperimen skala laboratorium untuk membuat adsorben zat warna rhodamin B dari bonggol jagung dengan metode aktivasi *mechanochemical*. Metode aktivasi *mechanochemical* yang dilakukan merupakan metode pembuatan adsorben dengan cara pengecilan ukuran bonggol jagung menggunakan *ball mill* dan penambahan larutan

aktivator berupa asam fosfat 2M selama waktu tertentu sesuai variasi yang digunakan yaitu 30, 45, dan 60 menit. Penambahan aktivator dilakukan secara variasi dengan perbandingan berat adsorben: volume aktivator (b/v) yaitu 1:7, 1:10, dan 1:13. Adsorpsi dilakukan selama 180 menit dengan pengambilan sampel pada menit ke 90, 120, 150, dan 180 untuk mengetahui waktu kontak adsorpsi terbaik.

2.1. Prosedur Pembuatan Adsorben dengan Metode Aktivasi *Mechanochemical*

Bahan yang digunakan adalah bonggol jagung dan asam fosfat. Pertama-tama bonggol jagung dilakukan *pretreatment* yaitu dengan dibersihkan dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3×24 jam, kemudian dikecilkan ukurannya menjadi ±30 mesh. Selanjutnya bonggol jagung dimasukkan ke dalam *ball mill* sebanyak 25 gram dan ditambahkan larutan aktivator asam fosfat 2M sesuai variasi perbandingan b/v yang digunakan (1:7, 1:10, 1:13). Kemudian *ball mill* dinyalakan untuk dilakukan proses aktivasi *mechanochemical* sesuai variasi waktu yang digunakan (30, 45, dan 60 menit). Setelah proses aktivasi, adsorben bonggol jagung kemudian dicuci dengan aquades lalu disaring dan dioven pada suhu 120°C selama 2 jam untuk proses pengeringan.

2.2. Prosedur Adsorpsi

Proses Adsorpsi dilakukan dengan menimbang 300 mg adsorben bonggol jagung yang sudah di aktivasi dan dimasukkan ke dalam 50 ml larutan rhodamin B 10 ppm. Kemudian adsorpsi dilakukan dengan pengadukan konstan selama 180 menit, dengan pengambilan sampel berupa adsorbat pada waktu 90, 120, 150, dan 180 menit. Adsorbat selanjutnya akan dianalisis konsentrasi dan daya serap.

2.3. Prosedur Analisis Kadar Air

Dalam analisis kadar air, adsorben bonggol jagung ditimbang sebanyak 1 gram di dalam cawan porselen. Selanjutnya adsorben bonggol jagung tersebut dioven dengan suhu 105°C selama 3 jam lalu di dinginkan di desikator selama 15 menit dan ditimbang hingga berat adsorben konstan. Dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(m_2 - m_3)}{(m_2 - m_1)} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

m1 = berat cawan kosong (gram)

m2 = berat cawan + isi sebelum di oven (gram)

m3 = berat cawan + isi sesudah di oven (gram)

2.4. Prosedur Uji Daya Serap Iodin

Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan 0,5 gram adsorben ke dalam erlenmeyer, dan menambahkan 25 ml larutan iodium 0,1 N. Kemudian dikocok dan disaring dan diambil 10 ml untuk di titrasi dengan larutan Natrium Thiosulfat 0,1 N yang akan berubah menjadi warna kuning cerah. Selanjutnya larutan ditambahkan dengan indikator amilum 1% sebanyak 3-4 tetes yang menghasilkan warna biru. Larutan di titrasi kembali dengan menggunakan larutan Natrium Thiosulfat 0,1 N hingga berubah menjadi bening. Dilakukan langkah yang sama untuk blanko sebagai pembanding. Kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{Daya serap} = \frac{A - \frac{B \times N (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{N (\text{iodin})} \times 126,93 \text{ fp}}{\alpha} \quad (2)$$

Keterangan:

- A = volume larutan iodin (ml)
- B = volume Na₂S₂O₃ yang terpakai (ml)
- Fp = faktor pengenceran
- α = bobot sampel (g)
- N Na₂S₂O₃ = konsentrasi Na₂S₂O₃ (0,1 N)
- N iodin = konsentrasi iodin (0,1 N)
- BA Iod = berat atom ion (126,9)

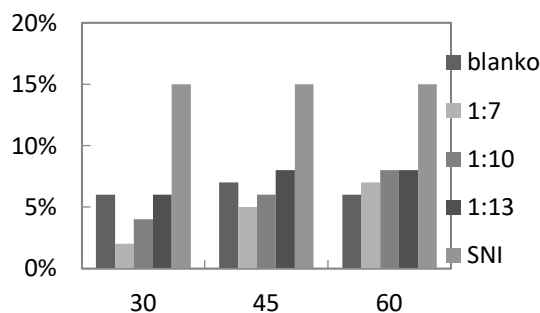
2.5. Prosedur Analisis Konsentrasi dan Daya Serap Kadar Rhodamin B menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Dalam melakukan analisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dilakukan pembuatan larutan induk dengan konsentrasi 1-10 ppm untuk mencari panjang gelombang maksimum. Selanjutnya membuat kurva kalibrasi menggunakan data panjang gelombang maksimum sehingga diperoleh nilai absorbansi. Dengan data tersebut maka dapat dilakukan analisis konsentrasi dan daya serap.

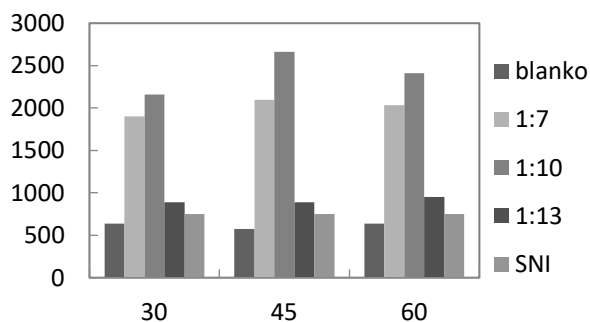
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Adsorben

Uji karakteristik adsorben dilakukan dengan uji kadar air dan uji daya serap terhadap iodin. Hasil uji karakteristik ditampilkan dalam diagram batang pada gambar sebagai berikut:



Gambar 1. Hubungan waktu *mechanochemical* dan rasio penambahan aktivator (b/v) terhadap kadar air



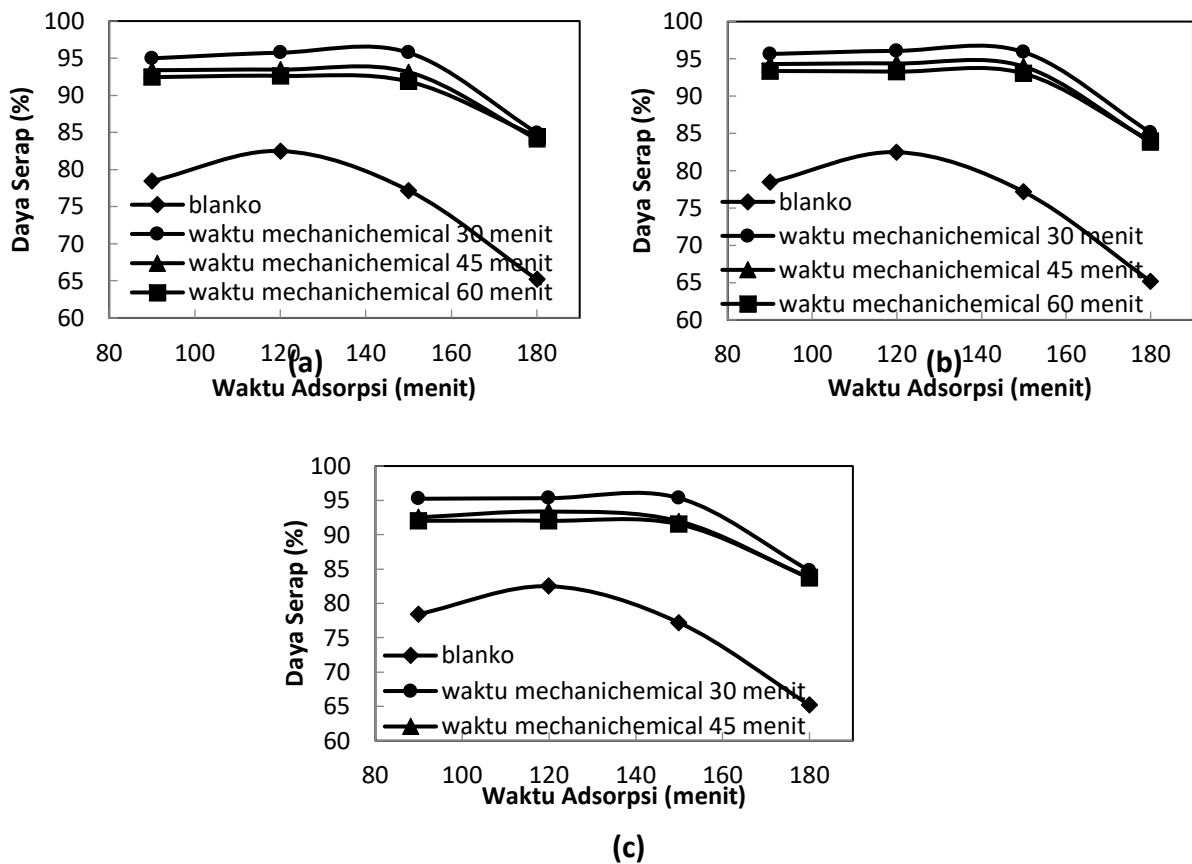
Gambar 2. Hubungan waktu *mechanochemical* dan rasio penambahan aktivator (b/v) terhadap daya serap iodin

Berdasarkan gambar 1 diperoleh hasil bahwa kadar air adsorben bonggol jagung teraktivasi asam fosfat secara *mechanochemical* maupun blanko tanpa penambahan larutan aktivator sekitar 2-8%, dimana angka tersebut telah memenuhi standar SNI yang bernilai maksimal 15% [8]. Uji kadar air dilakukan untuk mengetahui sifat higroskopis dari adsorben, biasanya adsorben memiliki sifat afinitas yang sangat besar sehingga hal ini yang mengakibatkan adsorben dapat melakukan penyerapan [9]. Faktor yang mempengaruhi kadar air dari adsorben yaitu suhu, lama pengovenan, sifat higroskopis, dan porositas dari adsorben tersebut [9].

Gambar 2 menunjukkan hasil uji daya serap terhadap iodin. Dari hasil penelitian diperoleh adsorben yang teraktivasi asam fosfat secara *mechanochemical* sudah memenuhi standar SNI, namun adsorben blanko tanpa penambahan larutan aktivator belum memenuhi standar SNI yang bernilai minimal 750 mg/g [8]. Daya serap iodin ditetapkan dengan tujuan untuk menunjukkan kemampuan adsorben dalam menyerap adsorbat dan merupakan parameter utama dalam menentukan kualitas adsorben. Besarnya daya serap adsorben terhadap iodin menggambarkan semakin banyaknya struktur mikropori yang terbentuk dan memberikan gambaran terhadap besarnya diameter mikropori yang dapat dimasuki oleh molekul yang ukurannya tidak lebih besar dari 10 Å [10]. Daya serap terhadap iodin dipengaruhi oleh lama waktu *mechanochemical* dan volume aktivator yang di tambahkan. Dimana semakin lama waktu *mechanochemical* dan semakin banyak larutan aktivator yang ditambahkan dapat menyebabkan kerusakan partikel struktur pori dari adsorben lebih lanjut dikarenakan gerakan gesekan dan reaksi kimia yang terjadi selama proses aktivasi [7].

3.2. Hubungan Waktu Tinggal *Mechanochemical* terhadap Kemampuan Adsorben dalam Menyerap Zat Warna Rhodamin B

Hasil penelitian pengaruh waktu tinggal proses aktivasi metode *mechanochemical* terhadap kemampuan adsorben dalam menyerap zat warna rhodamin B di tampilkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar berikut:



Gambar 3. Hubungan waktu tinggal *mechanochemical* terhadap daya serap pada rasio penambahan aktivator (b/v) (a) 1:7, (b) 1:10, dan (c) 1:3

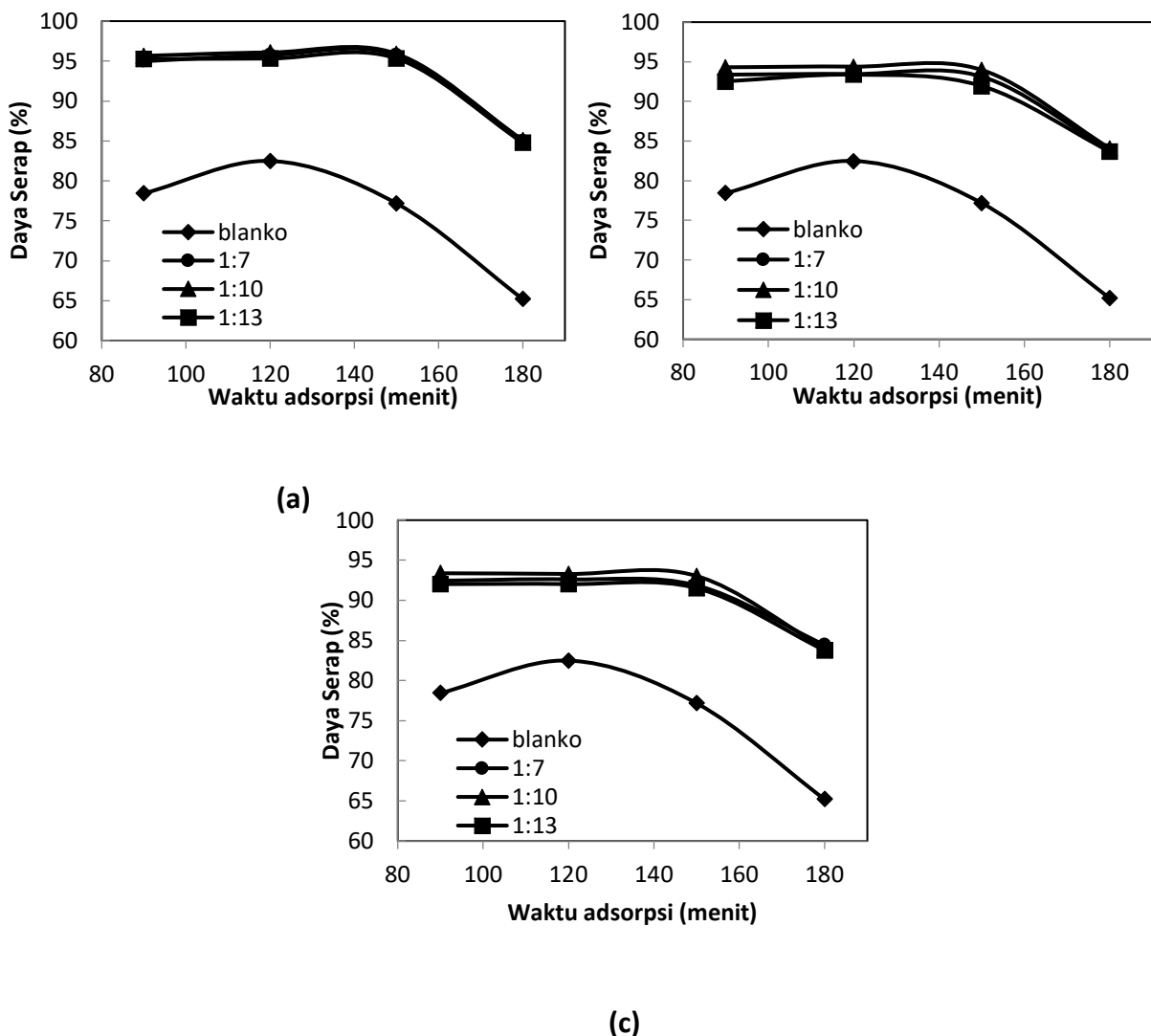
Berdasarkan gambar 3, persen daya serap terbaik terjadi pada waktu *mechanochemical* 30 menit di setiap rasio penambahan aktivator yang digunakan. Pada waktu 45 menit dan 60 menit daya serap mengalami penurunan hal ini dapat terjadi karena aktivasi *mechanochemical* sudah mencapai titik jenuh setelah waktu 30 menit sehingga kinerja adsorben dalam menyerap zat warna rhodamin B mengalami penurunan. Hal ini dapat disebabkan karena apabila proses *mechanochemical* telah mencapai titik jenuh maka dapat menyebabkan kerusakan lebih lanjut dari partikel adsorben dan mampu menyebabkan larutnya struktur adsorben karena gerakan gesekan dan juga reaksi kimia yang terjadi [7].

Waktu kontak adsorben dengan adsorbat zat warna rhodamin B merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Berdasarkan penelitian ini waktu kontak terbaik adsorpsi terjadi pada waktu 120, dimana setelah waktu tersebut daya serap cenderung sama atau menurun. Hal ini dikarenakan adsorben sudah mencapai titik jenuhnya dimana pori-pori pada permukaan adsorben tidak mampu lagi mengikat molekul-molekul zat warna yang masih tersisa pada larutan adsorbat [11]. Penurunan daya serap diakibatkan adsorben telah mengalami desorpsi yaitu peristiwa terlepasnya kembali molekul, ion, atau partikel yang terserap oleh suatu adsorben sehingga menyebabkan penurunan penyerapan [12].

Perbandingan adsorben tanpa aktivasi (blanko) dengan adsorben teraktivasi asam fosfat secara *mechanochemical* menunjukkan bahwa adsorben yang teraktivasi lebih baik dibandingkan dengan adsorben tanpa aktivasi (blanko). Hal ini sama seperti yang dijelaskan oleh Hasna (2021)[13]. Aktivasi dengan menggunakan asam fosfat bertujuan untuk menambah gugus -OH sehingga adsorben akan menjadi lebih polar, dengan begitu adsorben dapat menyerap zat yang bersifat cenderung polar seperti zat warna rhodamin B[11].

3.3. Hubungan Rasio Penambahan Aktivator (b/v) pada Aktivasi Secara *Mechanochemical* terhadap Kemampuan Adsorben dalam Menyerap Zat Warna Rhodamin B

Hasil penelitian pengaruh penambahan aktivator dibanding massa adsorben (b/v) pada aktivasi metode *mechanochemical* terhadap kemampuan adsorben dalam menyerap zat warna rhodamin B di tampilkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar berikut:



Gambar 4. Hubungan rasio penambahan aktivator (b/v) terhadap daya serap pada waktu *mechanochemical* (a) 30 menit, (b) 45 menit, dan (c) 60 menit

Berdasarkan gambar 4 dapat diketahui bahwa semakin banyak rasio penambahan aktivator maka daya serap adsorben akan semakin baik, namun kemudian mengalami penurunan. Pada gambar terlihat bahwa pada perbandingan 1:7 pada waktu aktivasi *mechanochemical* 30 menit dan waktu kontak adsorpsi 120 menit menghasilkan daya serap sebesar 95,74% mengalami kenaikan pada perbandingan 1:10 dengan waktu aktivasi dan waktu kontak adsorpsi yang sama hingga 96,08%. Kemudian pada perbandingan 1:13 dengan waktu aktivasi dan waktu adsorpsi yang sama adsorben mengalami penurunan daya serap menjadi 95,32%. Peristiwa tersebut telah sesuai dengan literatur bahwa semakin banyak volume aktivator yang ditambahkan dapat menyebabkan tereliminasi sifat aktif dari adsorben karena kerusakan yang disebabkan oleh pelarutan dan lepasnya pori pada adsorben sehingga adsorben mengalami penurunan kemampuan dalam menyerap zat warna rhodamin B [7]. Hasil daya serap adsorben terbaik diperoleh pada rasio penambahan aktivator(b/v) 1:10 pada waktu *mechanochemical* 30 menit dan waktu kontak adsorpsi selama 120 menit dengan nilai daya serap 96,08%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa karakteristik adsorben teraktivasi asam fosfat secara *mechanochemical* telah memenuhi standar SNI, namun adsorben blanko tanpa penambahan larutan aktivator belum memenuhi standar SNI. Hubungan waktu tinggal *mechanochemical* terhadap kemampuan adsorben dalam menyerap rhodamin B menunjukkan semakin lama waktu *mechanochemical* maka semakin baik adsorben dalam melakukan penyerapan. Namun apabila aktivasi *mechanochemical* melebihi waktu terbaik dapat menyebabkan kerusakan lebih lanjut sehingga menyebabkan larutnya struktur pori dari adsorben karena gerakan gesekan dan reaksi kimia yang terjadi. Diperoleh waktu tinggal *mechanochemical* terbaik pada waktu 30 menit dengan daya serap adsorben sebesar 96,08%. Semakin banyak rasio penambahan aktivator, maka semakin baik adsorben dalam mengadsorpsi. Namun apabila rasio yang ditambahkan terlalu banyak dapat menyebabkan tereliminasi sifat aktif dari adsorben karena kerusakan yang disebabkan oleh pelarutan dan lepasnya pori pada adsorben. Rasio penambahan aktivator terbaik pada saat proses aktivasi secara *mechanochemical* diperoleh pada rasio 1:10.

Saran untuk penelitian ini yaitu diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel konsentrasi dari aktivator yang digunakan untuk aktivasi secara *Mechanochemical*. Serta dapat dilakukan uji SEM untuk mengetahui karakteristik adsorben yang dihasilkan.

REFERENSI

- [1] M. Musafira, N. M. Adam, and D. J. Puspitasari, "Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca*) sebagai Biosorben Zat Warna Rhodamin B," *KOVALEN J. Ris. Kim.*, vol. 5, no. 3, hal. 308–314, 2019.
- [2] V. C. Dewi, "Pemanfaatan Ampas Teh Sebagai Adsorben Rhodamin B," Surabaya: Universitas Airlangga, 2014.
- [3] S. Syafalni, I. Abustan, I. Dahlan, C. K. Wah, and G. Umar, "Treatment of Dye Wastewater Using Granular Activated Carbon and Zeolite Filter," *Mod. Appl. Sci.*, vol.

- 6, no. 2, hal. 37–51, 2012.
- [4] I. Munawaroh, "Pemanfaatan Bonggol Jagung sebagai Adsorben Rhodamin B dan *Metanil Yellow*," Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2012.
- [5] S. P. Aledya, A. Fadli, M. Program, S. Sarjana, and T. Kimia, "Sintesis Serbuk Hidroksiapatit Menggunakan Metode *Mechanochemical*," *Jom. FTEKNIK*, vol. 6, hal. 2–5, 2019.
- [6] Agus Mangiring Siburian, Agnes Sartika Doharma Pardede, and Setiaty Pandia, "Pemanfaatan Adsorben dari Biji Asam Jawa untuk Menurunkan Bilangan Peroksida pada CPO (*Crude Palm Oil*)," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 3, no. 4, hal. 12–17, 2015.
- [7] C. X. Chen, B. Huang, T. Li, and G. F. Wu, "Preparation of Phosphoric Acid Activated Carbon from Sugarcane Bagasse by Mechanochemical Processing," *BioResources*, vol. 7, no. 4, hal. 5109–5116, 2012.
- [8] SNI No. 06-3730-1995, "Syarat Mutu Karbon Aktif."
- [9] L. E. Laos and A. Selan, "Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif," *J. Ilmu Pendidik. Fis.*, vol. 4, no. 2, hal. 11, 2016.
- [10] F. Indariani, F. T. Wulandari, M. S.Hut., D. S. Rini, and M. S. S.Hut., "Karakteristik Arang Aktif Tongkol Jagung (*Zea mays Linn*) dengan Penambahan Asam Fosfat (H₃PO₄) pada Beberapa Variasi Suhu Aktivasi," *Synthesis (Stuttg.)*, hal. 1–14, 2018.
- [11] E. Sahara, P. S. Gayatri, and P. Suarya, "Adsorpsi Zat Warna Rhodamin-B dalam Larutan oleh Arang Aktif Batang Tanaman Gunitir Teraktivasi Asam Fosfat," *Cakra Kim. (Indonesian E-Journal Appl. Chem.)*, vol. 6, no. 1, hal. 37–45, 2018.
- [12] S. , Riqotul Fuadah and M. Rahmayanti, "Adsorpsi-Desorpsi Zat Warna *Naftol Blue Black* Menggunakan Adsorben Humin Hasil Isolasi Tanah Gambut Riau, Sumatera," *Anal. Anal. Environ. Chem.*, vol. 4, no. 02, hal. 59–67, 2019.
- [13] Nadya Hasna, "Pemanfaatan Daun Ketapang (*Terminalia sp.*) sebagai Bioadsorben Zat Warna Sintesis Rhodamin B Teraktivasi Asam Fosfat (H₃PO₄)," Surabaya: Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, 2021.