

## Preparasi Arang Aktif Trembesi Magnetit untuk Adsorpsi Senyawa Tannin dalam Limbah Cair

Shofa Istiana<sup>✉</sup>, Jumaeri, dan Agung Tri Prasetya

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang  
Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

### Info Artikel

Diterima Desember 2019

Disetujui Pebruari 2020

Dipublikasikan Mei 2020

#### Keywords:

arang aktif  
trembesi  
magnetit  
adsorpsi  
tannin

### Abstrak

Tanaman trembesi merupakan tanaman cepat tumbuh yang digunakan sebagai tanaman hias dan peneduh yang mampu dijadikan menjadi arang. Modifikasi penelitian ini yaitu penambahan senyawa magnetit pada arang aktif trembesi sehingga mempermudah untuk pemisahan dengan larutan senyawa tannin setelah proses adsorpsi. Tujuan penelitian adalah mempelajari pengaruh waktu kontak, konsentrasi awal dan pH adsorpsi senyawa tannin dalam larutan oleh arang aktif trembesi magnetit. Serta mempelajari kinetika dan isoterm adsorpsinya. Pembuatan arang aktif trembesi magnetit dilakukan secara kopresipitasi dengan menambahkan NaOH 5 M dan arang aktif trembesi ke dalam larutan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang terdiri dari  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Preparasi adsorben arang aktif trembesi magnetit dikarakterisasi dengan menggunakan XRD, FT-IR dan BET. Optimasi waktu kontak diperoleh pada waktu 50 menit, konsentrasi optimum 6,95 mg/L dan pada pH optimum 6 sebanyak 20,341 mg/g. Model kinetika adsorpsi senyawa tannin dalam larutan oleh arang aktif trembesi mengikuti model kinetika orde dua semu (Ho) dengan harga koefisien relasinya ( $R^2$ ) 0,9989,  $k_2$  0,0330 g  $\text{mg}^{-1}$  menit, dan  $q_e$  0,0754 mg  $\text{g}^{-1}$ . Model isoterm pada penelitian ini mengikuti model *Freundlich* dengan harga ( $R^2$ ) 0,8095,  $K_F$  sebesar 1,8724 L  $\text{mg}^{-1}$  dan  $n_F$  sebesar 1,955. Komposit arang aktif trembesi magnetit merupakan material yang baik untuk mengadsorpsi senyawa tannin karena dapat menyerap senyawa tannin dalam larutan dengan presentase penyerapan sebesar 81,56%. Pada limbah industri rokok, adsorben arang aktif trembesi magnetit mampu mengadsorpsi senyawa tannin dengan presentase penyerapan sebesar 56,47%.

### Abstract

The modification of this study is the use of magnetite compounds on trembesi activated charcoal, making it easier for separation with a solution of tannin compounds after the adsorption process has been carried out. The purpose of this study was to study the effect of contact time, initial concentration and pH of adsorption of tannin compounds in the solution by activated charcoal magnetite. In addition, this study also studied the adsorption kinetics and isotherms. Making activated magnetite trembesi charcoal is done by coprecipitation by adding 5 M NaOH and activated charcoal trembesi into  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  solution consisting of  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Adsorbent preparation of magnetite activated charcoal is characterized by using XRD, FT-IR and BET. Optimization of contact time was obtained at 50 minutes, optimum concentration of 6.95 mg/L and at optimum pH 6 of 20.3412 mg/g. The kinetic model of adsorption of tannin compounds in solutions by trembesi activated charcoal follows pseudo second order kinetics (Ho) with the price of the correlation coefficient ( $R^2$ ) 0.9989,  $k_2$  0.0330 g  $\text{mg}^{-1}$  minute, and  $q_e$  0.0754 mg  $\text{g}^{-1}$ . The isotherm model in this study follows the *Freundlich* model with price ( $R^2$ ) 0.8095,  $K_F$  of 1.8724 L  $\text{mg}^{-1}$  and  $n_F$  of 1.955. Trembesi magnetite activated charcoal composite is a good material for adsorbing tannin compounds because it can absorb tannin compounds in solutions with an absorption percentage of 81.56%. In cigarette industry waste, the magnetite trembesi activated charcoal adsorbent is able to adsorb tannin compounds with absorption percentage of 56.47%.

© 2020 Universitas Negeri Semarang

<sup>✉</sup> Alamat korespondensi:

Gedung D6 Lantai 2 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

E-mail: shofaistiana5@gmail.com

## Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Perkembangan industri dan penggunaan senyawa organik sintetik baik untuk budidaya tanaman maupun untuk keperluan industri memberikan dampak negatif yaitu tercemarnya sumber daya air permukaan maupun sumber daya air tanah. Pencemar organik dari limbah industri antara lain senyawa fenol, zat warna tekstil, pestisida, poliklorobinefil (PCB), trikloroetilen (TCE), dan senyawa aromatik lain atau senyawa organik lain yang telah ada dalam badan air akibat proses alami. Beberapa cara pengolahan limbah industri telah banyak dilakukan, antara lain pertukaran ion, degradasi elektrokimia (Fan *et al.*, 2008), osmosis balik (Wang dan Zhu, 2014) dan adsorpsi (Kuntari, 2017).

Pencemar organik pada limbah industri rokok ada beberapa macam, salah satunya adalah senyawa tanin yang tergolong dalam senyawa fenol yang akan digunakan dalam penelitian ini. Salah satu solusi untuk mengurangi senyawa tannin dalam limbah industri cair rokok adalah adsorpsi, karena merupakan metode yang mudah, murah dan sederhana untuk dilakukan. Penggunaan adsorben merupakan alternatif dalam pengolahan limbah. Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang aktif trembesi magnetit. Arang aktif trembesi dapat diperoleh dari arang trembesi yang sudah tersedia di PT Djarum Oasis Kudus yang selanjutnya diaktivasi menggunakan  $H_2SO_4$ . Menurut Widhiati (2008) aktivator  $H_2SO_4$  selain berperan untuk mengaktifkan permukaan arang trembesi juga mempunyai sifat higroskopis yang dapat menyerap kandungan air yang terdapat pada arang trembesi. Magnetit diperoleh dari hasil sintesis pencampuran larutan basa (NaOH) dengan larutan yang mengandung dua kation logam yaitu  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  dan  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  dengan metode kopresipitasi. Adsorben hasil sintesis kemudian diaplikasikan pada proses adsorpsi senyawa tannin dalam limbah industri rokok.

Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan preparasi arang aktif trembesi magnetit dan mengkaji efektivitas adsorpsi senyawa tannin dari arang aktif trembesi dengan variasi waktu kontak pengadukan, konsentrasi senyawa tannin dan pH. Selain itu, arang aktif trembesi magnetit sebagai adsorben penurunan kadar tannin pada limbah cair industri rokok dengan kondisi variasi yang telah dioptimasi.

## Metode

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *orbital shaker*, ayakan 100 *mesh*, spektrofotometer UV-Vis Spectroquant Pharo 300, FT-IR *Perkin Elmer Frontier*, XRD *PANalytical seri Xpert'3 Powder* dan *surface area analyzer Quantachrome Nova 1200 E*. Bahan yang digunakan adalah arang trembesi, asam tanat, limbah cair industri rokok, aquademin. HCl, NaOH  $H_2SO_4$ ,  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  dan  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  dengan *grade pro analys* buatan *merck*.

Arang trembesi dihaluskan dan diayak pada ukuran 100 *mesh* kemudian mencampurkan 10 gram arang trembesi dengan 100 mL  $H_2SO_4$  10% ke dalam gelas kimia dan diaduk menggunakan *orbital shaker* selama 1 jam untuk membuat reagen terserap seluruhnya dengan arang trembesi. Proses aktivasi dilakukan selama 24 jam lalu residu di keringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 3 jam (Hartini *et al.*, 2015)

Modifikasi arang trembesi menggunakan magnetit dilakukan dengan metode kopresipitasi yaitu mencampurkan 7,8 g  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  dan 3,9 g  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  kemudian dilarutkan dalam 400 mL aquademin dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* serta dipanaskan sampai pada suhu 90°C. Sebanyak 3,3 g arang aktif trembesi ditambahkan ke dalam larutan garam besi. Campuran lalu diaduk selama 30 menit, kemudian ditambahkan 100 mL NaOH 5M tetes demi tetes. Komposit yang terbentuk kemudian disaring dan endapan yang diperoleh dicuci dengan aquademin sampai dengan pH netral. Komposit arang aktif trembesi magnetit dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 110°C selama 3 jam sampai berat konstan (Altintig *et al.*, 2017).

Arang aktif trembesi dan arang aktif trembesi magnetit hasil sintesis kemudian dikarakterisasi menggunakan FT-IR *PerkinElmer Frontier* untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsi, XRD *PANalytical seri Xpert'3 Powder* untuk mengidentifikasi fasa kemurnian dan *surface area analyzer Quantachrome Nova 1200 E* untuk menganalisis luar permukaan.

Penentuan waktu kontak terhadap efektivitas adsorpsi. Percobaan adsorpsi dilakukan dengan menambahkan 10 mg adsorben ke dalam 25 mL larutan tannin 10 mg/L pada pH 6 dalam botol kaca. Selanjutnya, masing-masing larutan diaduk menggunakan *orbital shaker*. Variasi waktu kontak dalam penelitian ini adalah 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, dan 90 menit. Larutan kemudian disaring dan filtratnya dilakukan analisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum.

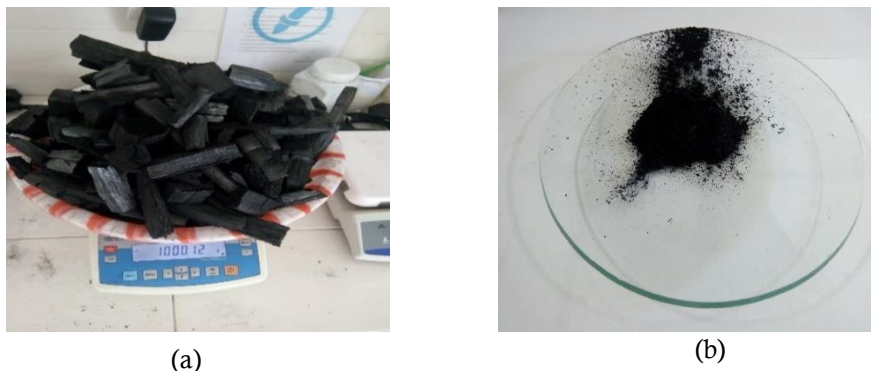
Penentuan pH larutan dilakukan dengan menambahkan 10 mg adsorben ke dalam 25 mL larutan tannin 10 mg/L pada variasi pH (4, 5, 6 dan 7) dalam botol kaca. pH diatur dengan cara menambahkan larutan HCl 0,1 M atau NaOH 0,1 M. Selanjutnya, masing-masing larutan diaduk menggunakan *orbital*

*shaker* dengan waktu kontak pengadukan optimum. Larutan kemudian dilakukan analisis dengan spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan konsentrasi larutan dilakukan dengan menambahkan adsorben sebanyak 10 mg ke dalam 25 mL larutan tannin pada pH 6 dan variasi konsentrasi 5, 10, 20 dan 25 mg/L. Selanjutnya masing-masing larutan diaduk menggunakan *orbital shaker* pada waktu kontak optimum. Setelah pengadukan selesai, larutan disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum.

### Hasil dan Pembahasan

Arang trembesi yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari PT. *Djarum Oasis* Kudus yang kemudian diaktivasi menggunakan asam sulfat. Hasil aktivasi arang trembesi dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** (a) Arang trembesi, (b) Arang aktif trembesi

Gambar 1(a) menunjukkan arang trembesi sebelum diayak dan diaktivasi menggunakan asam sulfat. Arang trembesi diayak menggunakan ayakan 100 *mesh* agar diperoleh ukuran partikel yang seragam. Arang trembesi yang sudah lolos ayakan 100 *mesh* kemudian diaktivasi secara kimia menggunakan asam sulfat yang bertujuan untuk melarutkan dan menghilangkan oksida-oksida logam yang terjerap dan menutupi permukaan arang trembesi sehingga pori dan permukaan bidang kontak menjadi lebih besar (Ngapa, 2017). Permukaan bidang yang besar mampu meningkatkan kinerja arang trembesi sebagai adsorben yang ditunjukkan pada Gambar 1(b).

Arang trembesi yang sudah diaktivasi menggunakan asam sulfat kemudian di modifikasi menggunakan magnetit. Hasil modifikasi arang aktif trembesi magnetit dapat dilihat pada Gambar 2.

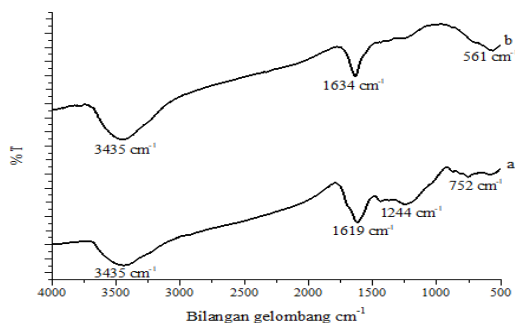


**Gambar 2.** Arang aktif trembesi magnetit

Gambar 2 menunjukkan hasil pembuatan arang aktif trembesi magnetit. Pembuatan arang aktif trembesi magnetit dilakukan menggunakan metode kopresipitasi pada suhu 90°C, yaitu melalui pencampuran Fe<sup>3+</sup> dan Fe<sup>2+</sup> dengan penambahan larutan basa (NaOH 5M). Pemanasan pada suhu menyebabkan proses pelepasan air atau hidrasi pada hidroksida besi sehingga terbentuk oksida besinya. Pembuatan komposit magnetit pada arang aktif diawali dengan penjerapan ion-ion Fe<sup>3+</sup> dan Fe<sup>2+</sup> oleh arang aktif. Ion-ion tersebut membentuk endapan hidroksida besi atau Fe(OH)<sub>2</sub> dan Fe(OH)<sub>3</sub> lalu membentuk magnetit atau oksida besi karena proses hidrasi pada pemanasan 90°C sehingga terbentuk oksida besi yang terkomposit pada struktur arang aktif.



Karakterisasi dengan FT-IR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam arang aktif trembesi dan arang aktif trembesi magnetit. Hasil pengamatan dengan spektrofotometer inframerah menunjukkan puncak-puncak yang spesifik pada arang aktif trembesi dan arang aktif trembesi magnetit disajikan pada Gambar 3.

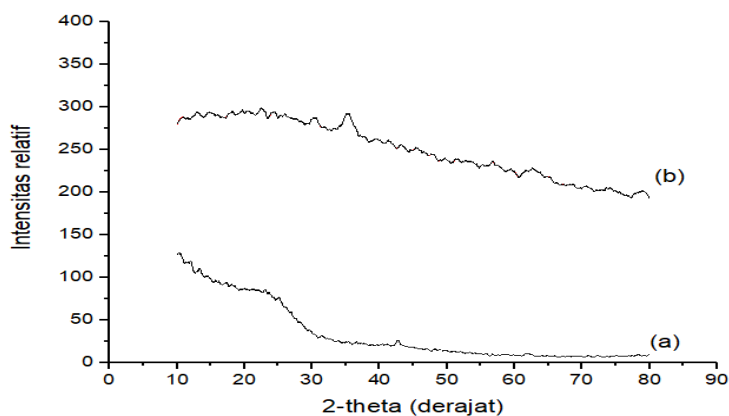


**Gambar 3.** Spektrogram FT-IR (a) arang aktif trembesi (b) arang aktif trembesi magnetit

Gambar 3(a) menunjukkan dimana terdapat pita serapan pada bilangan gelombang  $752\text{ cm}^{-1}$  merupakan vibrasi peregangan ikatan C-H. Menurut Sahira *et al.*, (2013) pada bilangan gelombang antara  $860\text{-}600\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan bahwa dalam spektra FT-IR terindikasi adanya ikatan C-H. Pada bilangan gelombang  $1244\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi peregangan ikatan C-O-C. Menurut Guo *et al.*, (2005) pada bilangan gelombang  $1247\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan vibrasi peregangan ikatan C-O-C. pada pita serapan lainnya pada bilangan gelombang  $1619\text{ cm}^{-1}$  dan  $3436\text{ cm}^{-1}$  merupakan struktur arang aktif yang berasal dari kelompok karboksilat (Martinez *et al.*, 2005) dan vibrasi peregangan O-H dari gugus hidroksil (Niu *et al.*, 2017).

Hasil karakterisasi FT-IR untuk arang aktif trembesi magnetit dapat dilihat pada Gambar 3(b) yang menunjukkan magnetit yang terdapat pita serapan pada bilangan gelombang  $561\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan pergeseran vibrasi peregangan dari ikatan Fe-O tetrahedral yang terhubung dengan adsorben arang aktif (Altintig *et al.*, 2017). Menurut Lu *et al.* (2010) analisis inframerah untuk magnetit dicirikan dengan adanya pita serapan yang lebar di sekitar bilangan gelombang  $590\text{-}570\text{ cm}^{-1}$  sedangkan menurut Meng *et al.* (2005) senyawa magnetit ditandai dengan adanya pita serapan pada bilangan gelombang  $565$  dan  $421\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan vibrasi peregangan ikatan  $\text{Fe}^{2+}\text{-O}^{2-}$  dan vibrasi peregangan ikatan  $\text{Fe}^{3+}\text{-O}^{2-}$ . Pita serapan lainnya terjadi pada bilangan gelombang  $1635\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan vibrasi peregangan dari gugus hidroksil yang terdapat pada permukaan magnetit (Patchareon *et al.*, 2012). Sedangkan pada bilangan gelombang  $3435\text{ cm}^{-1}$  merupakan gugus aktif O-H dari air yang merupakan gugus hidroksil (Raj *et al.*, 2015).

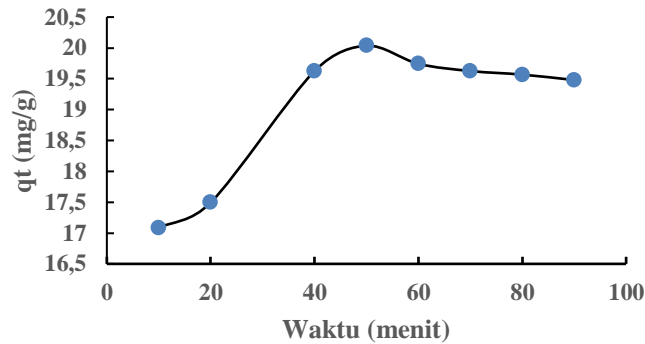
Karakterisasi menggunakan XRD dalam penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi fasa oksida besi yang terbentuk pada adsorben. Hasil karakterisasi di sajikan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Difraktogram XRD (a) arang aktif trembesi (b) arang aktif trembesi magnetit

Gambar 4 menyajikan difraktogram XRD dari arang aktif trembesi dan arang aktif trembesi-magnetit. Difraktogram tersebut menunjukkan puncak tertinggi senyawa arang aktif trembesi-magnetit hasil preparasi muncul pada  $2\theta = 35,3^\circ$  setelah magnetisasi dari arang aktif trembesi yang diidentifikasi sebagai puncak  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Menurut Ai *et al* (2011) puncak tertinggi pada  $2\theta = 35,3^\circ$ .

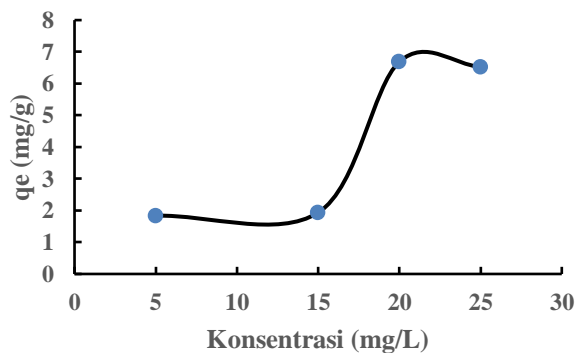
Penentuan waktu kontak bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai penyerapan optimum pada larutan tannin dari adsorben arang aktif trembesi magnetit. Pada penelitian ini dilakukan variasi waktu yaitu 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 dan 90 menit. Hasil menunjukkan bahwa waktu kontak optimum diperoleh pada waktu 50 menit. Hubungan jumlah senyawa tannin teradsorpsi dengan waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Kurva hubungan antara jumlah senyawa tannin teradsorpsi dengan waktu kontak

Efisiensi dan kapasitas adsorpsi meningkat dengan bertambahnya waktu adsorpsi. Pada waktu kontak 10 sampai 50 menit, jumlah senyawa tannin yang terserap mengalami kenaikan yang signifikan. Konsentrasi larutan tannin menurun dari 8,91 mg/L menjadi 0,9 mg/L atau sebesar 90%. Hal ini dimungkinkan karena jumlah situs aktif yang tersedia pada permukaan arang aktif trembesi-magnetit masih banyak yang belum yang terisi atau keadaannya belum jenuh. Pada waktu kontak 50 sampai 90 menit, jumlah senyawa tannin yang terserap tidak mengalami kenaikan yang signifikan atau berjalan semakin lambat. Peristiwa melambatnya laju reaksi ini terjadi karena dengan bertambahnya waktu kontak dengan pada proses adsorpsi menyebabkan jumlah situs aktif yang tersedia semakin berkurang sehingga semakin berkurang pula interaksi antara senyawa tannin dengan arang aktif trembesi-magnetit atau kesetimbangan telah tercapai. Waktu kesetimbangan untuk adsorpsi senyawa tannin oleh arang aktif trembesi-magnetit telah diidentifikasi sebagai 50 menit.

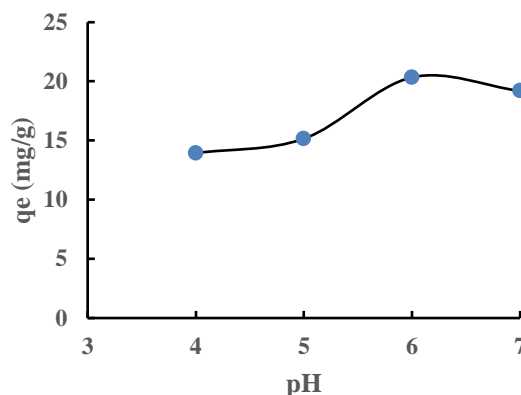
Penentuan konsentrasi optimum dilakukan dengan mengukur absorbansi larutan pada berbagai variasi konsentrasi dengan waktu kontak pengadukan optimum. Data yang diperoleh dapat digunakan untuk menentukan isotherm adsorpsi yang terjadi antara adsorben dan adsorbat. Pada penentuan konsentrasi optimum digunakan konsentrasi yaitu 5, 15, 20 dan 25 mg/L. Hasil pengukuran yang didapat kemudian diplotkan dalam grafik hubungan antara konsentrasi (mg/L) dengan jumlah senyawa tannin teradsorpsi (mg/g) dan disajikan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Kurva hubungan antara variasi konsentrasi dan jumlah senyawa tannin teradsorpsi

Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui bahwa jumlah senyawa tannin yang terserap paling banyak terjadi pada konsentrasi akhir adsorbat 2,67 mg/L yang larutan awalnya adalah 20 mg/L, sehingga konsentrasi optimum adsorpsi senyawa tannin oleh arang aktif trembesi magnetit adalah 20 mg/L.

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah pH karena pH dapat mempengaruhi situs aktif dari permukaan adsorben yang berperan aktif dalam penyerapan tannin. Optimasi pH optimum disajikan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Kurva hubungan variasi pH dan jumlah senyawa tannin teradsorpsi

Nilai pH memiliki peran penting dalam adsorben dan adsorbat. Karena pH molekul terlarut mempengaruhi derajat pengion dan beban ion, yang menyebabkan perubahan afinitas listrik pada permukaan adsorben. Tannin adalah asam yang dapat terionisasi dalam larutan berair. Optimasi pH dilakukan untuk mempelajari pengaruh muatan situs aktif. Pada penelitian ini menggunakan variasi pH 4, 5, 6 dan 7. Optimasi pH dilakukan dengan waktu kontak dan konsentrasi yang sama. Selain itu, pH larutan juga dapat menyebabkan panjang gelombang berubah-ubah karena pH tertentu tannin memiliki panjang gelombang maksimum tertentu sehingga berpengaruh terhadap pengukuran absorbansi pada variasi pH.

Pada Gambar 7 memperlihatkan pengaruh pH terhadap penjerapan arang aktif trembesi-magnetit dengan adsorbat senyawa tannin. Kapasitas penjerapan arang aktif trembesi-magnetit mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya pH (4 sampai 7). Hal ini karena sifat kimia tannin didalam air bersifat koloid dan asam lemah sehingga adsorpsi tannin lebih baik pada pH kearah netral sesuai dengan faktor yang mempengaruhi adsorpsi yaitu pH operasi adsorpsi yang optimal sesuai dengan sifat dari adsorbat yang akan diserap. Asam organik lebih mudah diadsorpsi pada pH rendah, sedangkan adsorpsi basa organik terjadi dengan mudah pada pH tinggi (Ghazi *et al.*, 2015). Pada pH rendah (3 sampai 5) lebih banyak mengandung proton ( $H^+$ ) yang tersedia, sehingga mengurangi daya tarik elektrostatis antara anion senyawa tannin bermuatan positif dan situs adsorpsi bermuatan positif dan karena itu terjadi tolakan antara permukaan bermuatan positif (protonasi yang berlebihan pada permukaan arang) dan molekul senyawa tannin kationik yang menyebabkan persaingan sehingga mengalami penurunan adsorpsi senyawa Tannin (Gercel *et al.*, 2007). Dengan demikian dapat disimpulkan pH optimum terjadi pada pH 6 dengan presentase adsorpsi sebesar 81,56%.

**Tabel 1.** Penurunan kadar senyawa tannin pada limbah industri rokok

Limbah industri rokok	$C_e$ (mg/L)	% Senyawa tannin teradsorpsi
Sebelum adsorpsi	1,2053	56,47%
Setelah adsorpsi	3,8415	

Tabel 1 menunjukkan hasil penurunan kadar senyawa tannin dengan adsorben arang aktif trembesi magnetit, waktu kontak selama 50 menit pada konsentrasi 6,95 mg/L dan pH larutan 6 mampu menurunkan konsentrasi limbah tannin pada industri rokok sebesar 56,47%. Persentase senyawa tannin yang terserap pada limbah rokok lebih kecil dibandingkan dengan presentase senyawa tannin terserap pada larutan tannin dengan kondisi optimum yaitu sebesar 81,56%. Hal ini disebabkan kemungkinan adanya senyawa lain dalam limbah rokok yang terserap oleh arang aktif trembesi magnetit atau dengan kata lain terjadi kompetisi antara senyawa tannin dengan senyawa lain.

## Simpulan

Komposit arang aktif trembesi magnetit berhasil di sintesis dengan metode kopresipitasi. Hal ini dibuktikan dengan hasil karakterisasi FT-IR, XRD, dan SAA yang diperoleh. Tannin dalam larutan dapat diadsorpsi menggunakan komposit arang aktif trembesi magnetit hasil sintesis. Hasil optimum adsorpsi terjadi pada waktu kontak 50 menit, konsentrasi 6,95 mg/L dan pH larutan 6. Dengan menggunakan kondisi optimum tersebut mampu menurunkan konsentrasi senyawa tannin dalam limbah industri rokok dengan efisien penurunan sebesar 56,47%.

## Daftar Pustaka

- Ai, L., C. Zhang, F. Liao, Y. Wang, M. Li, L. Meng, & J. Jiang. 2011. Removal of Methylene Blue from Aqueous solution with Magnetite Loaded Multi-Wall Carbon Nanotube: Kinetic, Isotherm and Mechanism Analysis. *J Hazard Mater*, 24 (4): 282-290
- Altıntig, E., H. Altundag, M. Tuzen, & A. Sari. 2017. Effective Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions Using Magnetic Loaded Activated Carbon as Novel Adsorbent. *Chemical Engineering Research and Design*, 122:151-163
- Ghazi, I., B. Wicaksono, & Abdullah. 2013. Penghilangan Warna Coklat Larutan Gula Stevia Menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(4): 198-204
- Guo, J., W.S. Xu, Y.L. Chen, & A.C. Lua. 2005. Adsorption of NH<sub>3</sub> onto Activated Carbon Prepared from Palm Shells Impregnated with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. *Journal of Colloid and Interface Science*, 281: 285-290.
- Hartini., Y. Hidayat, & Mudjijono. 2015. Study Karakter Pori Terhadap komposit  $\gamma$ -Alumina-Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong (*Manihot esculenta* Cranz). *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 11(1): 47-57
- Kuntari., N.S. Bila, & M. Yuwono. 2017. Kajian Pengaruh Waktu dan pH optimum dalam Adsorpsi Methyl Violet dan Methylene Blue Menggunakan Abu Daun Bambu. *Journal Cis-Trans*, 1(2): 14-15
- Lu, W., Y. Shen, A. Xie, & W. Zhang. 2010. Green Synthesis and Characterization of Superparamagnetic Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 322: 1828-1833.
- Martinez, M., N. Miralles, S. Hidalgo, N. Fiol, I. Villaescusa, & J. Poch. 2006. Removal of Lead (II) and Cadmium (II) from Aqueous Solutions using Grape Stalk Waste. *Journal of Hazardous Materials*, 133: 203-211
- Meng, J.H., G.Q. Yang, L.M. Yan, & X.Y. Wang. 2005. Synthesis and Characterization of Magnetic Nanometer Pigment Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. *Dyes and Pigments*, 66: 109-113
- Ngapa, Y.D. 2017. Kajian Pengaruh Asam-Basa pada Aktivasi Zeolit dan Karakterisasinya sebagai Adsorben Pewarna Biru Metilena. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 2 (2):90-96
- Niu, R., H. Li, Y. Ma, L. He, & J. Li. 2017. An Insight into the Improved Capacitive Deionization Performance of Activated Carbon Treated by Sulfuric Acid. *Electrochimica Acta*, 176: 755-762.
- Petcharoen, K. & A. Sirivat. 2012. Synthesis and Characterization of Magnetite Nanoparticles via the Chemical Co-Precipitation Method. *Materials Science and Engineering B*, 177: 421-427
- Raj, K.G., & P.A. Joy. 2015. Coconut Shell Based Activated Carbon-Iron Oxide Magnetic Nanocomposites for Fast and Efficient Removal of Oil Spills. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 666: 1-8
- Sahira, J., A. Mandhira, P.B. Prasad, & P.R. Ram. 2013. Effects of Activating Agents on the Activated Carbons Prepared from Lapsi Seed Stone. *Chemical Science*, 3 (5): 19-24
- Widhiati, I.A.G., O. Ratnayani, & Y. Angelina. 2008. Karakterisasi Keasaman Luas Permukaan Tempurung Kelapa Hijau (*cocos nucifera*) dan Pemanfaatannya Sebagai Biosorben Ion Cd<sup>2+</sup>. *Jurnal Kimia*, 4 (1):7-14