

Utilization of water lily activated charcoal as a biofilter in tofu wastewater treatment

Noor Khamidah, Muhammad Imam Nugraha, Novita Kurnia Sari*

Jurusan Agroekoteknologi, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru 70714, Indonesia

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<i>Article history:</i> Received: 6 December 2022 Received in revised form: 1 February 2023 Accepted: 1 March 2023	The purpose of this study was to determine the effect of water lily activated charcoal as a biofilter in tofu wastewater treatment and to determine the effective dose of water lily activated charcoal as a biofilter in tofu wastewater treatment. The results showed that water lily activated charcoal can be used to improve the quality of tofu liquid waste; thus, it can improve the quality of tofu liquid waste which can be seen from the parameters of TSS (Total Suspended Solid). The treatment dose of 2 g of activated charcoal (A3) is the best dose to improve the quality of tofu liquid waste and has complied with the 2014 LH regulation concerning the quality standards of wastewater for the tofu industry, namely the parameters of TSS. The existence of this research can be a reference for further similar research by utilizing organic matter as an alternative in tofu wastewater treatment.
<i>Keywords:</i> Activated charcoal, biofilter, tofu liquid waste, water lily	

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu sumberdaya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan perikehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum sehingga merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan [1]. Pengelolaan air penting dilakukan agar selalu tersedia dalam kualitas yang baik dan kuantitas yang cukup.

Penurunan kualitas air dapat disebabkan oleh kegiatan manusia yang tidak bijak dalam penggunaannya dan juga industri seperti pabrik tahu yang menghasilkan limbah sehingga menimbulkan pencemaran pada air [2] [3]. Bagian terbesar yang berpotensi mencemari lingkungan jika dibuang tanpa pengolahan yang ada di dalam limbah cair tahu yaitu bahan organik, yang memiliki persentase cukup tinggi seperti protein 40-60%, karbohidrat 25-50%, dan lemak 10% [4].

Limbah cair industri tahu memiliki nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD) antara 1070-2600 mg/L, *Chemical Oxygen Demand* (COD) antara 1940-4800 mg/L, *Total Suspended Solid* (TSS) antara 2100-3800 mg/L dan pH antara 4,5-5,7 [5]. Limbah cair tahu tersebut masih berada di atas standar baku mutu yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup untuk baku mutu limbah cair bagi kegiatan pengolahan kedelai. Pencemaran yang diakibatkan oleh limbah cair tahu menyebabkan lingkungan perairan kotor dan berbau sehingga diperlukan suatu upaya pengolahan limbah cair tahu sehingga ramah lingkungan [6]. Oleh karena itu, salah satu caranya dengan memanfaatkan arang aktif dari tumbuhan sebagai biofilter dalam mengolah limbah cair tahu. Arang aktif umumnya dibuat dari tanaman seperti kayu, tempurung kelapa, cangkang, biji-bijian dan gulma air.

Tumbuhan air (terutama gulma air) dapat dimanfaatkan sebagai biofilter untuk menyerap unsur-unsur yang menyebabkan pencemaran di perairan [7]. Penggunaan gulma air sebagai biofilter air limbah adalah metode pengendalian gulma yang termasuk dalam strategi pengelolaan gulma [8]. Gulma air yang tumbuh cepat dan ketahanan sangat tinggi terhadap pH rendah hingga basa yaitu teratai. Oleh karena itu, meskipun tanaman ini merupakan gulma air, teratai memiliki keunggulan yang dapat digunakan sebagai biofilter limbah cair tahu.

Teratai memiliki kandungan C organik yang cukup tinggi yaitu 51,56%, kandungan selulosa 18,31%, hemiselulosa 15,41% dan lignin 10,61%, sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai arang aktif [9]. Luasnya permukaan yang dimiliki arang aktif dapat digunakan dalam berbagai tujuan dalam industri sebagai penghilang warna, rasa, bau, hingga pengolahan limbah [10]. Penggunaan teratai sebagai bahan alternatif organik dalam pengolahan limbah cair tahu. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui potensi arang aktif teratai dan dosis arang aktif teratai efektif sebagai biofilter dalam pengolahan limbah cair tahu.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif satu faktor yaitu perlakuan terhadap dosis arang aktif (A) untuk 100 mL limbah cair tahu yang terdiri dari A₀ = (tanpa perlakuan), A₁ = 1 g, A₂ = 1,5 g, A₃ = 2 g. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Maret 2022. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Produksi Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian, Laboratorium Kualitas Air dan Hidro-Bioekologi Fakultas Perikanan, Laboratorium Kimia Analitik dan Lingkungan Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat.

* Corresponding author.

Email: novita.sari01112000@gmail.com

<https://doi.org/10.20527/k.v12i1.15176>



2.1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah buret, bola isap (*bulb*), cawan petri, corong buchner, *digestion vessel*, erlenmayer, gelas beker, gelas ukur, *heating block*, jerigen, kertas label, kertas saring, kulkas, *magnetic stirrer*, neraca analitik, ph meter, TDS meter, *turbidity* meter, pipet, spatula, spektrofotometer, kamera dan alat tulis.

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah arang aktif teratai, limbah cair tahu dan akuades.

2.3. Persiapan penelitian

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan arang aktif dalam penelitian ini adalah teratai, yang diambil dari Pekauman, Martapura sebanyak 10 kg. Teratai dibersihkan kemudian dipisahkan dari akarnya dan dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil kemudian dijemur selama ± 6 hari. Teratai yang telah kering kemudian di oven dengan suhu 60°C selama 24 jam. Selanjutnya dikarbonisasi menggunakan *furnace* selama 2 jam dengan suhu 300°C . Setelah proses karbonisasi menghasilkan arang teratai, arang dapat dihaluskan sesuai ukuran yang diinginkan. Arang kemudian diaktivasi secara kimia menggunakan aktivator ZnCl_2 dengan perendaman selama 24 jam. Setelah diaktivasi, arang aktif dicuci dengan akuades hingga pH netral, kemudian arang aktif teratai dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Pembuatan arang aktif selesai kemudian disimpan dalam plastik klip kedap udara.

2.4. Prosedur penelitian

Limbah cair tahu yang diambil adalah limbah cair tahu yang dihasilkan oleh industri tahu pada bak penampungan sementara. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya suatu proses pembusukan sehingga diharapkan kualitas air limbah cair tahu belum mengalami perubahan dari sifat fisik maupun kimianya. Limbah cair tahu yang diambil berasal dari pabrik tahu di daerah Martapura, Kabupaten Banjar. Limbah cair tahu yang diambil berasal dari bak penampungan limbah cair produksi tahu sebelum dibuang ke sungai, yang diambil sebanyak 2 L.

Filtrasi langsung dilakukan setelah sampel limbah cair tahu diambil dari pabrik untuk menghindari perubahan pada sifat fisik maupun kimianya yang dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik dan Lingkungan Fakultas MIPA. Sampel

limbah cair tahu sebanyak 100 mL masing-masing dicampur dengan arang aktif teratai dengan dosis 1 g, 1,5 g, dan 2 g. Limbah cair tahu dan arang aktif teratai dihomogenkan menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 500 rpm dengan waktu kontak 30 menit. Filtrasi dilakukan menggunakan buchner funnel. Setelah difilter, selanjutnya dilakukan uji kualitas fisik (warna, kekeruhan, suhu, TDS dan TSS) dan kimia (BOD, COD, pH dan amonia) limbah cair tahu sebelum dan sesudah filtrasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini terdiri atas limbah cair tahu sebelum filtrasi dengan arang aktif teratai (*before*) (A0) dan limbah cair tahu setelah dilakukan filtrasi dengan arang aktif teratai (*after*) (A1, A2, A3). Dosis arang aktif yang digunakan ada 3, yaitu A₁ (1 g), A₂ (1,5 g) dan A₃ (2 g). Hasil pengamatan uji diukur satu kali setelah proses filtrasi setiap perlakuan dilaksanakan. Hasil pengamatan untuk uji kualitas limbah cair tahu dapat dilihat pada tabel 1.

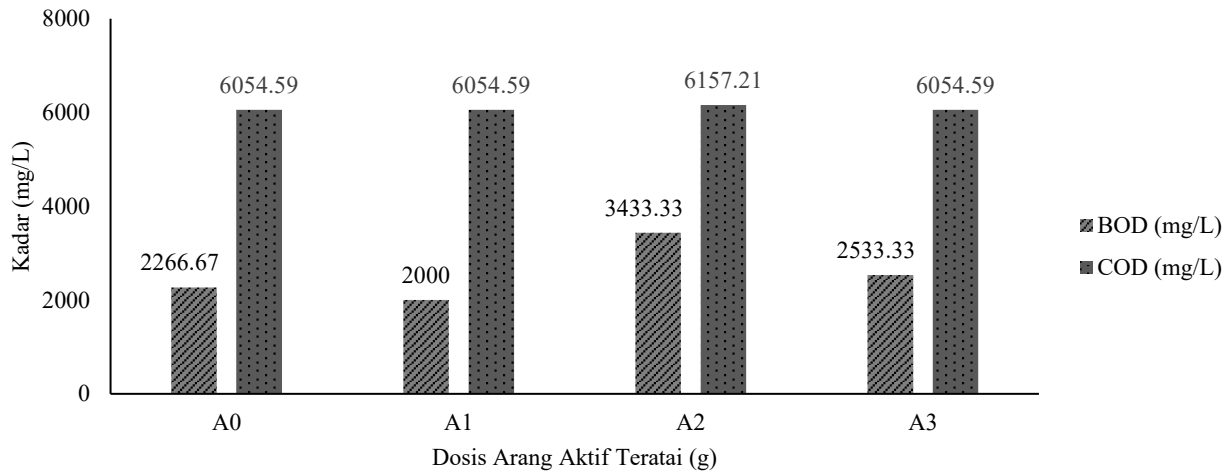
Nilai BOD dalam limbah dipengaruhi oleh kecepatan aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan organik, jumlah dan keadaan mikroorganisme serta suplai oksigen terlarut baik dari udara dan fotosintesis tanaman. Pada gambar 1 terjadi peningkatan nilai BOD pada perlakuan A₂ dan A₃ diduga disebabkan karena arang aktif ikut terlarut dalam hasil filtrasi. arang aktif yang digunakan pada penelitian ini berbentuk serbuk sehingga sangat halus. Kertas saring yang digunakan juga memiliki diameter pori-pori yang kurang rapat sehingga masih ada arang aktif yang lolos saat filtrasi. Kadar BOD belum memenuhi standar yaitu maksimal 150 mg/L [11].

Pada parameter COD perlakuan A₁ dan A₃ tidak terjadi perubahan nilai COD dari perlakuan limbah cair tahu tanpa perlakuan (A₀). Peningkatan nilai COD pada perlakuan A₂ diduga karena arang aktif ikut terlarut saat proses filtrasi yang menyebabkan adanya endapan arang aktif pada hasil filtrasi. Arang aktif yang digunakan pada penelitian ini berbentuk serbuk yang berukuran sangat halus, serta kertas saring yang digunakan memiliki diameter pori-pori yang kurang rapat sehingga memungkinkan arang aktif lolos saat filtrasi. Kadar COD belum memenuhi standar yaitu maksimal 300 mg/L [11].

Pada parameter TSS, kadar TSS setelah filtrasi dengan arang aktif mengalami penurunan menjadi 165 mg/L pada perlakuan A₁, 136 mg/L pada A₂ dan 56 mg/L pada A₃. Hal ini disebabkan karena arang aktif yang bekerja sebagai adsorben mampu menyerap zat organik maupun anorganik [12]. Padatan tersuspensi memiliki diameter $> 1 \mu\text{m}$ yang dapat ditahan oleh kertas saring dengan ukuran pori $0,45 \mu\text{m}$ [13]. Ukuran partikel TSS yang cukup besar dan tidak larut tersebut mampu tertahan di pori-pori arang aktif dan kertas saring sehingga kadar TSS

Tabel 1. Hasil pengamatan uji kualitas limbah cair tahu

Parameter	A0	A1	A2	A3	Standar Baku Mutu Air Limbah
TSS (ppm)*	379	165	136	56	200
Warna (Pt.Co)	3270	1990	2600	1760	50
TDS (ppm)	1179	1174	1071	1086	1000
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)*	28,2	27,4	27,5	28,7	Suhu udara ± 3
Kekeruhan (NTU)	261	98	104	116	25
pH	7,37	8,15	8,06	7,99	6
Amonia (mg/L)	1,2	0,36	1,44	0,64	20



Gambar 1. Hasil pengamatan uji kualitas kimia limbah cair tahu parameter BOD dan COD

menurun. Hasil TSS limbah cair tahu setelah filtrasi menggunakan arang aktif teratai telah memenuhi standar tentang baku mutu air limbah untuk produksi kedelai yaitu maksimal sebesar 200 mg/L [11].

Nilai pH pada penelitian ini menunjukkan bahwa limbah cair tahu yang sebelum dan sesudah filtrasi dengan arang aktif tidak terlalu basa (>9). Nilai pH terlalu basa menyebabkan air hasil filtrasi tidak bisa digunakan untuk keperluan MCK karena membuat kulit menjadi kering dan kasar. Nilai pH sebelum filtrasi pada perlakuan A₀ sebesar 7,37, pada A₁ sebesar 8,15, pada A₂ sebesar 8,06 dan pada perlakuan A₃ sebesar 7,99. Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh fluktuasi kandungan O₂ maupun CO₂ [14]. Arang aktif merupakan adsorben yang memiliki diameter pori-pori yang sangat kecil untuk dapat menyerap gas, sehingga sebagian gas CO₂ yang melewati arang aktif akan terikat dan mengalami gaya tarik-menarik dengan pori-pori arang aktif [15]. Nilai pH limbah cair tahu sebelum dan setelah filtrasi menggunakan arang aktif teratai telah memenuhi standar tentang baku mutu air limbah untuk produksi kedelai yaitu 6-9 [11].

Pada parameter amonia, kadar amonia dalam limbah cair tahu sebelum filtrasi dengan arang aktif teratai A₀ yaitu sebesar 1,2 mg/L, pada A₁ sebesar 0,36 mg/L, pada A₂ sebesar 1,44 mg/L dan pada perlakuan A₃ sebesar 0,64 mg/L. Karbon aktif dapat menyerap gas dan senyawa kimia dengan daya serap yang cukup tinggi [16]. Arang aktif berfungsi untuk menghilangkan polutan seperti seng, timbal, kuprum, krom, besi dan uap amonia. Peningkatan kadar amonia pada perlakuan A₂ diduga disebabkan oleh bahan organik yang belum terurai sehingga masih dalam bentuk senyawa tidak stabil (amonia). Sebelum limbah cair tahu dibuang ke lingkungan, amonia harus dioksidasi menjadi senyawa nitrat (NO₃⁻) yang merupakan bentuk senyawa nitrogen yang lebih stabil. Kadar amonia limbah cair tahu sebelum dan sesudah filtrasi menggunakan arang aktif teratai telah memenuhi standar tentang baku mutu air limbah untuk produksi kedelai yaitu maksimal sebesar 20 mg/L [11].

Suhu limbah cair tahu sebelum filtrasi dengan arang aktif teratai A₀ yaitu sebesar 28,2°C. Setelah dilakukan filtrasi, suhu tidak mengalami perubahan yang signifikan. Naik turunnya suhu pada saat uji diduga dipengaruhi karena adanya kontak dengan udara luar saat proses filtrasi. Hal ini menunjukkan bahwa suhu limbah cair tahu sebelum dan sesudah filtrasi arang aktif teratai dalam penelitian ini telah memenuhi standar yaitu ± 3 dari suhu udara 28°C [17].

Hasil TDS mempengaruhi penampakan visual dari limbah cair tahu. Perlakuan A₂ memiliki nilai TDS terendah yaitu 1071 mg/L. Peningkatan nilai TDS pada perlakuan A₃ diduga disebabkan karena kecilnya partikel yang terlarut dalam limbah cair tahu sehingga masih ada yang lolos saat filtrasi. TDS berupa senyawa kimia dan bahan organik lain berupa bahan terlarut dengan diameter $< 10^{-6}$ dan koloid diameter 10^{-6} - 10^{-3} yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter 0,45 μ m [18]. Kertas saring yang digunakan juga memiliki diameter pori yang kurang rapat sehingga padatan terlarut tidak mampu tersaring dengan baik. Oleh karena itu, pada limbah cair tanpa perlakuan dan sesudah perlakuan nilai TDS hanya mengalami sedikit penurunan. Kadar TDS limbah cair tahu sesudah perlakuan dengan arang aktif teratai belum memenuhi standar Permenkes (2017) yaitu maksimal 1000 mg/L [17].

Kadar kekeruhan mengalami sedikit kenaikan dari setiap perlakuan arang aktif. Zat organik dan anorganik yang terlarut maupun tidak larut atau mikroorganisme dapat menyebabkan kekeruhan [13]. Peningkatan kadar kekeruhan diduga disebabkan karena adanya arang aktif yang ikut terlarut saat proses filtrasi, karena arang aktif yang digunakan berbentuk serbuk sehingga berukuran sangat kecil. Arang aktif yang terlarut saat filtrasi menyebabkan endapan pada hasil filtrasi. Endapan tersebut terbaca sebagai bahan yang membuat kekeruhan pada limbah cair tahu menjadi meningkat. Terjadinya penurunan tingkat kekeruhan pada limbah cair tahu tanpa perlakuan dan setelah perlakuan (A₁) diduga karena arang aktif memiliki pori-pori luas sehingga kemampuan mengikat senyawa yang menyebabkan kekeruhan seperti bahan organik dan partikel-partikel kecil yang tersuspensi dapat diserap oleh karbon aktif tersebut. Adsorben terbaik yang memiliki daya serap besar dan dapat dimanfaatkan secara optimal adalah arang aktif [19]. Kadar kekeruhan belum memenuhi standar yaitu maksimal 25 NTU [17].

Kadar warna A₂ lebih tinggi daripada A₃ diduga disebabkan oleh arang aktif teratai ikut terlarut saat filtrasi karena ukurannya sangat kecil sehingga menyebabkan warna pada limbah cair tahu mengalami kenaikan. Peningkatan kadar warna diduga karena daya adsorpsi dari arang aktif sudah tidak mampu menyerap bahan organik dan anorganik serta bahan-bahan lain yang menyebabkan warna dalam air karena berukuran sangat kecil. Pemilihan kertas saring perlu diperhatikan terkait jenis dan bahan kertas saring dan diameter pori kertas saring untuk parameter yang diuji. Biasanya ukuran standar pori kertas saring adalah 0,45 μ m. Penggunaan kertas

saring yang kurang tepat dapat menyebabkan kurang akuratnya hasil uji. Kadar warna limbah cair tahu sesudah perlakuan arang aktif teratai belum memenuhi standar yaitu sebesar 50 Pt.Co [17]. Secara visual kadar kekeruhan dan warna dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil filtrasi limbah cair tahu dengan arang aktif teratai

4. Kesimpulan

Arang aktif teratai dapat digunakan sebagai biofilter dalam pengolahan limbah cair tahu sehingga dapat meningkatkan kualitas limbah cair tahu yang dapat dilihat dari parameter TSS (*Total Suspended Solid*). Perlakuan dosis 2 g arang aktif (A_3) merupakan dosis terbaik untuk meningkatkan kualitas limbah cair tahu dan telah memenuhi Permen LH tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi industri tahu yaitu pada parameter TSS. Adanya penelitian ini dapat menjadi referensi penelitian selanjutnya yang sejenis dengan memanfaatkan bahan organik sebagai salah satu alternatif dalam pengolahan limbah cair.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Lambung Mangkurat, Fakultas Pertanian atas kesempatannya untuk menempuh studi di tempat yang luar biasa, dan khususnya teman-teman Agroekoteknologi Angkatan 2018

yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

Referensi

- [1] Asmadi, Heru, Subaris, Kasjono, Khayan, Teknologi pengolahan air minum, Gosyen Publishing, Yogyakarta, 2011.
- [2] F.E. Sari, Pengaruh konsentrasi katalis (lempung teraktivasi) dan waktu reaksi dari dnyak biji kapuk (*Ceiba pentandra*), Universitas Muhammadiyah Surakarta, (2019).
- [3] L. Widodo, Potensi penerapan konsep produksi bersih pada industri keramik di Probolinggo, *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18 (2017) 192-199.
- [4] N. Hikmah, Pengaruh pemberian limbah tahu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.), *Jurnal Agrotropika Hayati*, 3 (2016) 46-52.
- [5] Nuriswanto, Rekayasa pengolahan air limbah industri kecil tempe, *Balai Informasi dan Penelitian Industri Pangan*, 3 (1995) 21-29.
- [6] M.R. Cahyani, I.A. Zuhaela, T.E. Saraswati, S.B. Rahardjo, E. Pramono, S. Wahyuningsih, W.W. Lestari, D.M. Widjonarko, Pengolahan limbah tahu dan potensinya, *Proceeding of Chemistry Conferences*, Surakarta, 2021.
- [7] Y. Oki, Utilization of aquatic plant for thei improvement of polluted water in impact of agricultural production on environment, *Proceeding of the International Seminar*, Chiang Mai, 1987.
- [8] Y. Oki, Integrated management of aquatic weed in japan, *Proceeding of the International Symposium on Biology Control and Integrated Management of Paddy and Aquatic Weeds in Asia*, Tokyo, 1992.
- [9] N. Khamidah, A.R.B. Darmawan, N. Annisa, Pengolahan air gambut menggunakan teknologi biofilter dari arang aktif gulma air di pondok pesantren Al Mursyidul Amin Kec. Gambut Kab. Banjar, *Laporan Kemajuan Penelitian*, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, 2020.
- [10] R. Idrus, B. L. Lapanporo, Y. S. Putra, Pengaruh suhu aktivasi terhadap kualitas karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa, *Prisma Fisika*, 1 (2013) 50-55.
- [11] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tentang baku mutu air limbah, Indonesia, 2014.
- [12] Mifbakhuddin, Pengaruh ketebalan karbon aktif sebagai media filter terhadap penurunan kesadahan air sumur artetis, *Eksplanasi*, 5 (2010) 1-11.
- [13] H. Effendi, Telaah kualitas air, Kanisius, Yogyakarta, 2003.
- [14] Sary, Bahan kuliah manajemen kualitas air, Politehnik Vedca, Cianjur, 2006.
- [15] S. Wardhana, Dampak pencemaran lingkungan, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2001.
- [16] S. Murti, Pembuatan karbon aktif dari tongkol jagung untuk adsorpsi molekul Amonia dan ion krom, Universitas Indonesia, Depok, 2008.
- [17] Peraturan Menteri Kesehatan nomor 32 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum, Indonesia, 2017.
- [18] C.S. Rao, *Environmental pollution control engineering*, Wiley Eastern Ltd Publisher, New Jersey, 1992.
- [19] A. Prabowo, Pembuatan karbon aktif dari tongkol jagung serta aplikasinya untuk adsorpsi Cu, Pb, dan Amonia, Universitas Indonesia, Depok, 2009.