ISSN 2621-0878

Temapela

JURNAL
TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN PENGELOLAAN LABORATORIUM

Published by
UNIVERSITAS ANDALAS

Vol.3 No. 2, November 2020 **ISSN 2621-0878**

Jurnal
Teknologi Dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium (Temapela)

DAFTAR ISI

Aninda Tifani Puari	Pemanfaatan Limbah Tanaman Kegiatan Praktikum Sebagai Bahan Dasar Karbon Aktif Untuk Menurunkan Kadar Metilen Biru Pada Limbah Cair Laboratorium	73 - 79

Jurnal Teknologi dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium (Temapela) ISSN 2621-0878
Volume.3 No.2, November 2020
TERAKREDITASI RISTEKDIKTI No SK : 36/E/KPT/2019

PEMANFAATAN LIMBAH TANAMAN KEGIATAN PRAKTIKUM SEBAGAI BAHAN DASAR KARBON AKTIF UNTUK MENURUNKAN KADAR METILEN BIRU PADA LIMBAH CAIR LABORATORIUM

[1)*]**Aninda Tifani Puari**
[1]*UPT. Laboratorium Dasar dan Sentral, Universitas Andalas, Padang*
** email anindapuari@gmail.com*

Abstrak

Pembuatan karbon aktif dengan memanfaatkan produk sampingan pertanian ataupun limbah tanaman telah mendapatkan perhatian yang besar dari para peneliti dan akademisi dikarenakan nilai ekonomis dan manfaatnya terhadap lingkungan. Pada penelitian ini, limbah padatan berupa sisa tanaman dihasilkan dari kegiatan praktikum biologi dasar di UPT. Laboratorium Dasar dan Sentral (UPT. Labdas) Universitas Andalas (Unand) dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif (AK) dengan biaya rendah. Proses aktivasi dilakukan secara kimia (AK) dengan menggunakan tiga jenis aktivator yaitu zink klorida ($ZnCl_2$), asam pospat (H_3PO_4), kalium hidroksida (KOH) pada suhu 700°C. Karakteristik gugus fungsi pada limbah tanaman sebelum dan sesudah aktivasi masing-masing AC diamati menggunakan *fourier-transform infrared spectroscopy* (FT-IR) dan *scanning electron microscope* (SEM) dilakukan untuk mengamati perubahan gugus fungsi pada limbah tanaman sebelum dan sesudah aktivasi serta pori-pori yang terbentuk pada masing-masing AC. Daya serap AC dengan 3 jenis aktivator diuji pada limbah cair laboratorium sentral yang mengandung metilen biru (MB) selama 30 menit pada suhu ruang dan pH netral dengan variasi konsentrasi. Hasil SEM menunjukkan bahwa ketiga aktivator memberikan pori dengan luas permukaan yang lebih besar pada AC limbah tanaman. Daya serap MB tertinggi oleh AC pada limbah cair laboratorium mencapai 97,5%, 96,31%, dan 90,79% untuk masing-masing aktivator KOH, $ZnCl_2$, dan H_3PO_4 secara berurutan dengan kapasitas adsorpsi tertinggi dicapai oleh AC dengan aktivator KOH yakni 0,003 mg/g.

Kata Kunci : Aktivasi Kimia, Karbon Aktif, Limbah Tanaman Laboratorium, Limbah Cair Laboratorium, Metilen Biru.

Abstract

Activated carbon (AC) from agricultural waste has become one promising way to produce AC regarding to low price of the precursor and its effect to environment. In this research, the solid waste from the basic biology practical in UPT. Basic and Central Laboratory, Andalas University (Unand) was utilized as the precursor for producing low price AC. The activation was done by chemical activation using three different activating agents which were zink chloride ($ZnCl_2$), phosphoric acid (H_3PO_4), potassium hydroxide (KOH). The carbonization process was done at temperature of 700°C. The precursor and three different AC after activation were characterized using fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) to examine the functional group and scanning electron microscope (SEM) to observe the pores structure. The adsorption efficiency (AE) of each AC on methylene blue (MB) contained in laboratory wastewater was examined through adsorption process with retention time of 30 minutes at room temperature and neutral pH. SEM analysis showed that the three activating agents were resulting in higher surface area and more pores were formed. The highest AE of MB from laboratory wastewater for each AC were 97,5 %, 96,31%, and 90,79 for KOH, , $ZnCl_2$, and H_3PO_4, respectively. Meanwhile, the highest adsorption capacity was achieved by AC through KOH activation with 0,003 mg/g.

Keywords: Activated Carbon, Chemical Activation, Laboratory Solid Waste, Laboratory Wastewater, Methylene Blue.

I. Pendahuluan

Laboratorium pendidikan dan penelitian berperan penting dalam mendukung terlaksananya Tri Dharma Perguruan Tinggi di tingkat Universitas. UPT. Laboratorium Dasar dan Sentral (UPT. Labdas) Universitas Andalas (Unand) merupakan salah satu unit pelaksana teknis di Unand yang memberikan pelayanan di laboratorium dasar yakni (biologi dasar, fisika dasar, dan kimia dasar) dan sentral (kegiatan penelitian). Limbah dari sisa kegiatan praktikum dan penelitian di UPT. Labdas tidak hanya limbah cair yang mengandung logam berat dan senyawa organik yang berbahaya namun juga berupa limbah padatan.

Salah satu pelayanan kegiatan praktikum dasar di UPT. Labdas, yaitu kegiatan praktikum biologi dasar menggunakan berbagai macam tanaman sebagai objek praktikum. Setiap akhir semester, kegiatan praktikum biologi dasar akan menghasilkan limbah padatan berupa sampah tanaman yang jumlahnya terus bertambah. Namun, belum ada pengolahan dan pemanfaatan limbah tanaman sisa kegiatan praktikum biologi dasar di UPT. Labdas sebagai salah satu solusi untuk mengurangi jumlah limbah padatan tanaman. Disisi lain, kegiatan pelayanan penelitian di laboratorium sentral menghasilkan limbah cair yang mengandung logam berat dan senyawa organik.

Salah satu senyawa organik yang dominan terkandung dalam limbah cair laboratorium sentral adalah

Received 27 Oktober 2020; Revised 22 Desember 2020; Accepted 19 Mei 2021

metilen biru (MB). Pembuangan limbah yang mengandung MB tanpa pengolahan akan memberikan masalah yang besar kepada lingkungan. MB dapat menyebabkan cedera pada manusia dan hewan berupa luka bakar mata melalui kontak langsung. Selain itu, jika terhirup atau tertelan MB dapat berakibat mual, muntah, kebingungan mental dan lain-lain (Hameed et al., 2007). Berbagai metoda terus dikembangkan untuk menurunkan kadar metilen biru dari limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan seperti penyerapan (adsorpsi) dengan karbon aktif (AC) (Etim et al., 2016), elektro-koagulasi (Mahmoud et al., 2013), zeolite bahan alam (Amelia & Maryudi, 2019) dan ozonisasi (D. Rodriguez-Lopez et al., 2013). Akan tetapi, proses penurunan MB pada limbah cair dengan metode tersebut memiliki kekurangan yaitu konsumsi energi yang tinggi dan biaya material yang mahal (Khodaie et al., 2013).

Tingginya harga AC komersil menginisiasi pemanfaatan limbah tanaman sebagai AC saat ini (Khodaie et al., 2013). Berbagai penelitian tentang limbah pertanian (Berhe et al., 2015; Khodaie et al., 2013; Ooi et al., 2017) menunjukkan adanya potensi dari limbah tanaman kegiatan praktikum laboratorium biologi dasar untuk dimanfaatkan sebagai AC yang dapat digunakan sebagai penyerap (adsorben) zat-zat kontaminan yang terlarut pada larutan, termasuk MB. AC merupakan karbon dengan luas permukaan dan volume pori tinggi (González-García, 2018), yang dapat diproduksi dari berbagai limbah tanaman yang mempunyai kandungan karbon tinggi seperti tempurung kelapa (Etim et al., 2016), kulit singkong (Pathak et al., 2015), kulit kemiri (Ferrero, 2007), kulit jagung (Khodaie et al., 2013), daun kopi (Blinová et al., 2017).

Proses aktivasi arang dari bahan dasar organik yang umum digunakan yaitu aktivasi fisika (AF) dan aktivasi kimia (AK). AF terdiri dari 2 langkah yakni proses karbonisasi dalam keadaan bebas oksigen dan yang kemudian dilanjutkan dengan proses aktivasi menggunakan gas pengaktivasi seperti CO_2 dan H_2O (Zhou et al., 2018). Pada AK, kedua proses yakni aktivasi dan karbonisasi terjadi bersamaan pada temperatur yang lebih rendah dan waktu yang lebih singkat dibandingkan AF. Oleh karena itu, AK lebih hemat waktu dan energi (Bhatnagar et al., 2013). Selain itu, AK menghasilkan AC dengan spesifikasi luas area yang lebih tinggi sehingga menghasilkan penyerapan yang lebih baik dibanding karbon aktif yang melalui proses AF (Moreno-Castilla et al., 2001). Pada AK, penambahan zat aktivator menyebabkan reaksi yang mengarah pada perkembangan porositas antara precursor yakni limbah tanaman dengan zat aktivator yang digunakan dalam proses aktivasi secara kimia. Aktivator yang digunakan tergolong dalam tiga sifat yaitu asam, basa dan garam, dimana beberapa jenis aktivator yang telah umu digunakan adalah $ZnCl_2$, KOH, NaOH, $AlCl_3$, H_3PO_4, $CaCl_2$ (Örkün et al., 2012).

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan metode aktifasi yang efektif untuk memanfaatkan limbah tanaman kegiatan praktikum dasar sebagai bahan dasar AC dan keefektifan AC tersebut untuk mengurangi kadar MB sebagai metode pengolahan limbah di laboratorium sentral secara adsorpsi. Adsorpsi metilen biru yang terkandung pada limbah cair penelitian di laboratorium sentral UPT. Labdas menggunakan 3 jenis AC berbeda sebagai adsorben. Limbah padatan praktikum biologi dasar yang didominasi oleh daun tanaman jagung, kulit ubi dan jeruk diolah menjadi bahan AC yang murah dan mudah didapatkan. Pembuatan AC dari limbah tanaman praktikum melalui proses AK dengan menggunakan 3 jenis aktivator yang umum digunakan yakni zink klorida ($ZnCl_2$), asam pospat (H_3PO_4), dan kalium hidroksida (KOH).

Karbon aktif dari 3 aktivator berbeda dikarakterisasi dengan spektrum IR dan SEM untuk mengetahui gugus fungsi yang berperan dan morfologi permukaan AC dari masing-masing aktivator. Adsorpsi MB dengan tiga jenis AC yang berbeda dilakukan dengan variasi waktu kontak dan variasi konsentrasi AC dengan konsentrasi metilen biru. Daya serap ketiga jenis AC terhadap terhadap MB berdasarkan persen pengurangan kadar MB pada limbah cair kegiatan penelitian di laboratorium sentral.

II. Metodologi Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *furnace* (*carbolite cwf 1100*), oven listrik, neraca analitis, spatula. sentrifus, spektrofotometer UV-VIS, kertas pH, desikator, corong, erlenmeyer, lumpang alu, gelas kimia, batang pengaduk, pipet ukur, pipet tetes, pipet volumetri, FT-IR, SEM.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan baku berupa daun tanaman jagung, kulit jeruk dan kulit ubi kayu (limbah tanaman praktikum biologi dasar UPT. Labdas), Kalium Bromide (KBr) (*Merck*), H3PO4 (*Merck*), $ZnCl_2$ (*Merck*), dan KOH (*Merck*), aquades, kertas aluminium, kertas saring, gel silika, larutan standar metilen biru (*Merck*) dengan variasi 5 konsentrasi, limbah cair UPT. Labdas.

2.2 Prosedur Penelitian

- Persiapan larutan standar dan kurva kalibrasi metilen biru (MB);

  Larutan standar MB disiapkan dalam empat konsentrasi yakni 0.2×10^{-5}, 0.4×10^{-5}, 0.6×10^{-5}, dan 0.8×10^{-5} ppm, masing-masing dibuat dengan melarutkan MB menggunakan larutan aquades. Sebelum menentukan kurva larutan standar, sebelumnya larutan standar MB diukur dengan panjang gelombang 600 – 700 nm pada

spektrofotometer Visible (VIS) untuk menentukan panjang gelombang maksimum.

- Pre-aktivasi;

  Pada tahapan pre-aktivasi, limbah tanaman dikumpulkan setelah kegiatan praktikum berjalan selama satu semester. Kemudian, sampel dipotong-potong sepanjang 2 cm sebelum kemudian dibilas dengan aquades. Limbah tanaman yang telah bersih dijemur dibawah sinar matahari hingga kering pada suhu ruang.

- Prosedur Pengaktifan Karbon (Tahap Aktifasi)

  Bahan baku dalam keadaan kering ditimbang 20 g kemudian ditempatkan di gelas kimia untuk direndam di dalam tiga larutan aktivator yang berbeda. Masing-masing ditambahkan larutan KOH (25%), H_3PO_4 (65% *by weight*), dan $ZnCl_2$ (20%) dengan perbandingan 1: 1 dan waktu rendaman yaitu 1 jam. Setelah itu melalui proses pengeringan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam sebelum didapatkan sampel sampah tanaman kering untuk diproses melalui tahapan karbonisasi.

- Tahap Karbonisasi

  Sampel dalam keadaan kering dikarbonisasi di dalam f*urnace* ± 1 jam dengan suhu pembakaran ditentukan 700°C dengan kenaikan suhu 20°C per menit. Setelah proses pendinginan, sampel ditumbuk halus. Sampel AC yang sudah berbentuk bubuk dicuci dengan aquades sampai pH netral (6-7), kemudian disaring dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105℃ selama 24 jam. Tiga jenis AC yang telah kering disimpan di dalam desikator dengan gel silika.

- Pengamatan gugus fungsi dan morfologi permukaan AC

  Instrumen FT-IR (Perkin Elmer) digunakan untuk pengamatan gugus fungsi AC. Analisis dilakukan dengan di laboratorium sentral Universitas Negeri Padang (UNP). Masing-masing sampel AC ditambahkan KBR sebelum analisis. Sampel AC yang dianalisa adalah sampel sebelum dan sesudah proses aktivasi dengan ketiga aktivator.

  Instrumen SEM (Hitachi S-3400 N) digunakan untuk mengamati morfologi AC. Pengamatan dilakukan pada masing-masing AC dengan aktivator berbeda di laboratorium Teknik Mesin, Unand. Masing-masing sampel AC dilapisi dengan emas sebelum analisis.

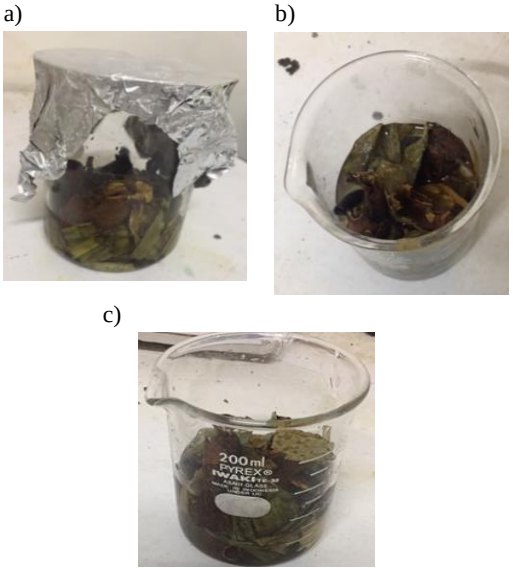
- Adsorpsi Karbon Aktif (AC) terhadap MB

  AC dengan 3 aktivator yang berbeda di timbang masing-masing sebanyak 0.01, 0.02, 0.05 dan 0.1 g, dimasukkan ke dalam erlenmeyer.

  Ke dalam masing-masing erlenmeyer ditambahkan 100 mL larutan limbah MB. Selama 30 menit larutan limbah MB dan AC dibiarkan bereaksi pada suhu ruang, pH netral dan pengadukan 100 rpm. Setelah 30 menit, larutan disaring menggunakan kertas saring. Larutan yang telah disaring beserta larutan awal limbah MB ditentukan konsentrasi MB nya dengan menggunakan spektrofotometer VIS pada panjang gelombang (λ) 664 nm.

III. Hasil dan Pembahasan

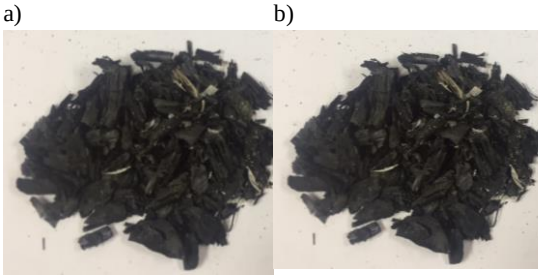
Preparasi karbon aktif (AC) dari limbah tanaman, hasil kegiatan praktikum biologi dasar dilakukan di UPT. Labdas. Pada tahapan pre-aktivasi, sampel dibilas dengan aquades yang bertujuan untuk menghilangkan zat pengotor berupa pasir pada bahan baku AC. Sampel yang telah bersih dan dikeringkan (gambar 1) kemudian di potong dengan ukuran ± 2 cm sebelum melalui tahapan perendaman dengan aktivator. Hal tersebut bertujuan untuk memperluas permukaan bahan baku AC sehingga laju reaksi proses aktivasi lebih cepat. Perendaman dengan aktivator bertujuan untuk mengimpreganasi limbah tanaman sebagai bahan baku AC. Zat aktivator berperan untuk menghilangkan zat-zat pengotor (mineral-mineral logam) yang terkandung pada bahan dasar karbon aktif. Selain itu, aktivator akan mengikat karbon yang terkandung pada senyawa tanaman sehingga jumlah karbon yang didapatkan setelah proses karbonisasi (*yield*) lebih besar dibandingkan proses tanpa zat aktivator (Anisuzzaman et al., 2015).



Gambar 1. Proses perendaman dengan 3 larutan aktivasi a.) H_3PO_4 , b.) $ZnCl_2$, dan c.) KOH.

Setelah melalui proses perendaman, limbah tanaman dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C untuk menghilangkan kadar air sebelum dilanjutkan dengan proses karbonisasi menggunakan *furnace*. Pada proses karbonisasi dengan menggunakan *furnace*, munculnya asap putih saat proses pada suhu pemanasan 200°C menandakan bahwa proses karbonisasi unsur karbon yang terkandung limbah tanaman mulai terbentuk.

a) b)



c)

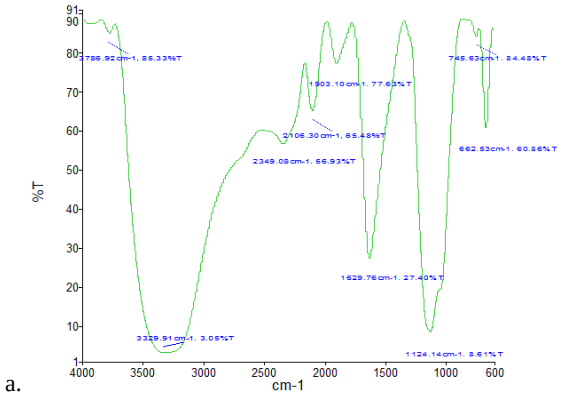
Gambar 2. Karbon aktif berbahan dasar limbah tanaman dengan aktivator a.) H_3PO_4 , b.) $ZnCl_2$, dan c.) KOH

Gambar 2 menunjukkan AC dengan masing-masing aktivator setelah dikarbonisasi. Setelah proses karbonisasi selesai, dilakukan pembilasan menggunakan aquades yang bertujuan untuk menghilangkan ion-ion Cl^- dan OH^- yang masih terkandung pada karbon aktif. Pembilasan dilakukan sampai pH netral (6 atau 7). Pada proses pembilasan, AC yang diaktivasi dengan KOH dan $ZnCl_2$ mencapai pH netral dengan satu kali pencucian menggunakan air pada suhu 80° C. Hal tersebut tidak berlaku pada pembilasan AC yang diaktivasi dengan H_3PO_4. AC yang dihasilkan dengan aktivator tersebut memiliki pH awal <1 yang menandakan kondisi asam. Proses pencucian hingga mencapai pH netral yakni pH 6-7 memerlukan proses pemanasan larutan AC yang direndam dengan aquabides dan pencucian dengan aquabides pada suhu ruang berulang kali. Oleh karena itu, pencucian AC yang diaktivasi dengan H_3PO_4 menggunakan volume air berlebih dan energi konsumsi untuk proses pemanasan dibanding dua aktivator lainnya

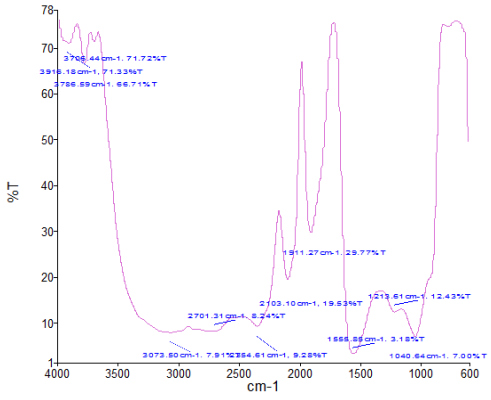
Karakterisasi Karbon Aktif (Spektrum IR dan Morfologi SEM)

- **Spektrum IR**

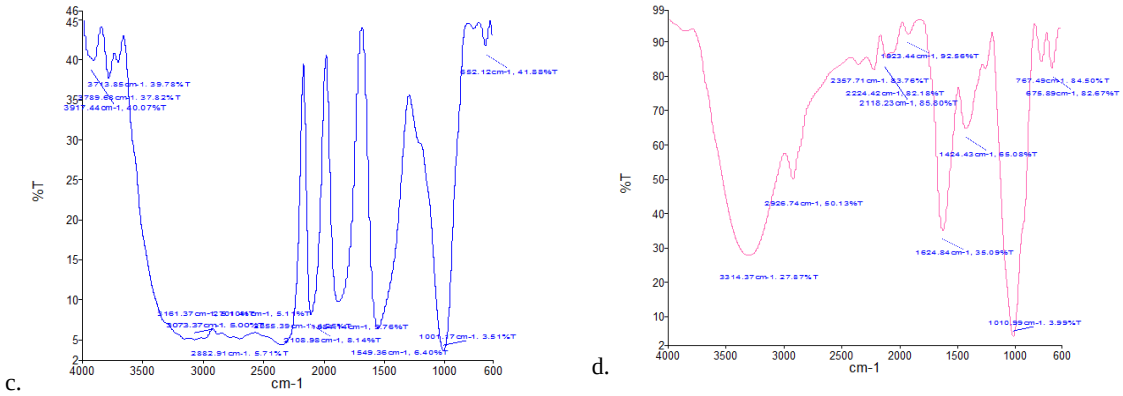
Gugus fungsi dan luas permukaan pori pada AC merupakan faktor yang berpengaruh pada efektifitas penyerapan senyawa organic sebagai kontaminan target, yakni metilen biru (MB). Pada penelitian ini, gugus fungsi ketiga jenis AC dengan aktivator berbeda dibandingkan dengan gugus fungsi sampel awal limbah tanaman yang telah dikeringkan untuk melihat efek zat aktivator terhadap gugus fungsi pada AC. Gambar 3 (a, b dan c) memperlihatkan gugus fungsi pada ketiga jenis AC pada suhu aktivasi 700 °C dan limbah tanaman praktikum (gambar 3d).



a.



b.



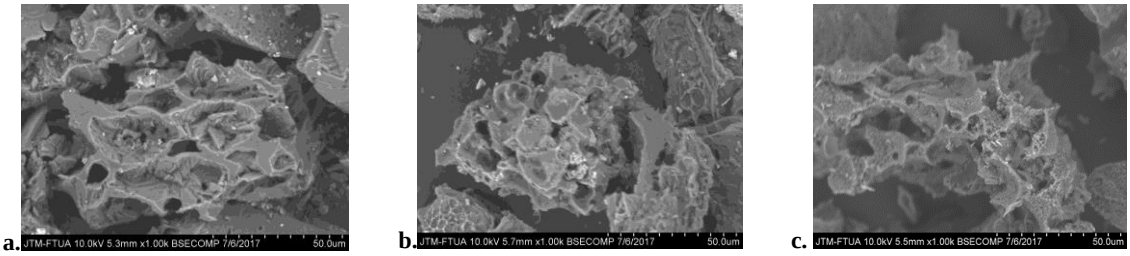
c. d.

Gambar 3. Spektrum IR karbon aktif dengan aktivator a.) H_3PO_4 , b.) $ZnCl_2$, c.) KOH dan d.) sampel awal

Puncak spektrum IR limbah tanaman (gambar 3d) terlihat puncak pada rentang 680-610 cm^{-1} dan 800-700 cm^{-1} yang menandakan adanya gugus C-H dan C-X dimana X adalah grup halogen (Coates, 2000). Puncak pada rentang 680 - 610 tersebut terlihat spektrum IR AC yang diaktivasi H_3PO_4 (gambar 3a), namun tidak terlihat pada spektrum IR AC yang diaktivasi dengan $ZnCl_2$ (gambar 3b) dan KOH (gambar 3c). Puncak rentang 800-700 cm^{-1} hanya terlihat pada spektrum IR H_3PO_4. Selain itu, puncak pada rentang 3400-2850 cm^{-1} yang menandakan adanya vibrasi gugus O-H dari phenol dan C-H dari alkana yang terdapat pada spektrum IR limbah tanaman, hanya terdapat pada AC dengan aktivator H_3PO_4. Gambar 3b dan 3c untuk aktivator $ZnCl_2$ dan KOH tidak menunjukkan spektrum yang sama pada rentang tersebut. Hal ini mengindikasikan, bahwa proses aktivasi dan karbonisasi dalam pembuatan karbon aktif menyebabkan beberapa gugus fungsi bahan dasar hilang, dan munculnya gugus fungsi yang baru terutama pada AC yang diaktivasi dengan $ZnCl_2$ dan KOH.

- **SEM**

Karakterisasi karbon aktif menggunakan SEM bertujuan untuk mengamati pori-pori dari masing-masing AC. Pengamatan por-pori AC dilakukan dengan perbesaran 1000x.



a. b. c.

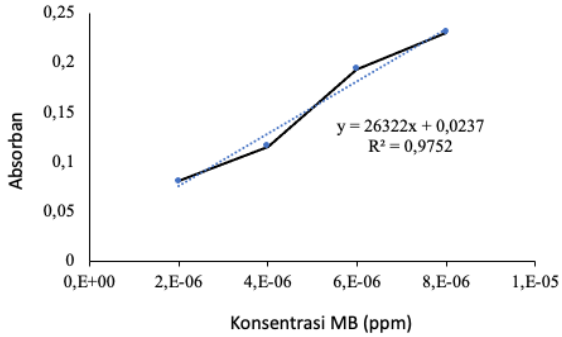
Gambar 4. Hasil SEM pengamatan pori-pori karbon aktif dengan aktivator a.) H_3PO_4 , b.) $ZnCl_2$, dan c.) KOH

Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran SEM ketiga jenis AC. Terlihat bahwa ketiga AC memiliki pori-pori dengan luas permukaan yang hamper sama. AC dengan masing-masing aktivator (H_3PO_4, $ZnCl_2$, dan KOH). Pada proses aktivasi, karbon bereaksi dengan aktivator sehingga akan membentuk ikatan yang menghasilkan pori-pori baru dengan luas permukaan yang lebih besar. *Amorphous* karbon yang menghalangi pori bereaksi pada tahap oksidasi awal dan sebagai hasilnya *closed pore* akan terbuka dan tercipta pori-pori yang baru. Terbentuknya pori-pori dengan luas permukaan yang lebih besar tersebut, menandakan bahwa AC yang dipreparasi dari limbah tanaman dengan ketiga aktivator berbeda, berpotensi secara kualitatif sebagai adsorben dalam penyerapan polutan yang terkandung pada limbah cair.

Adsorpsi Karbon Aktif Terhadap Metilen Biru (MB) Limbah Cair

Investigasi potensi AC dari limbah tanaman sebagai adsorben MB pada limbah cair dilakukan secara skala laboratorium. Konsentrasi MB pada limbah cair ditentukan dengan kurva larutan standar MB terhadap absorbansi yang diukur menggunakan spektrofotometer *Visible* di laboratorium sentral Unand. Kurva kalibrasi larutan MB ditampilkan pada gambar 5. Terlihat bahwa kurva standar larutan MB memiliki R^2 sesuai syarat yaitu diatas 0.95 (SNI, 2009). Berdasarkan persamaan kurva

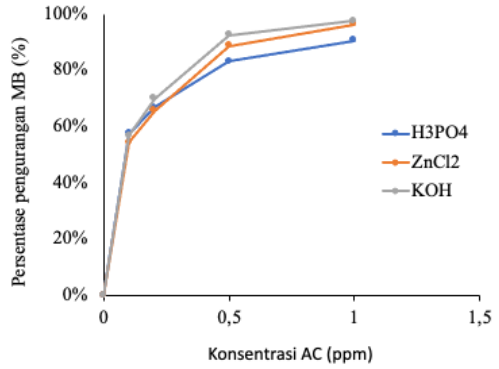
yang didapat, konsentrasi MB pada limbah cair lab sentral yakni 0,53 x 10^{-5} ppm.



Gambar 5. Adsorban metilen blue pada limbah cair setelah proses adsorpsi karbon aktif

Proses adsorpsi MB dengan AC dari tiga aktivator dilakukan dengan menambahkan AC ke dalam larutan limbah cair pada suhu ruang, pH netral dan waktu retensi yang sama yaitu 30 menit. Kedalam 100 mL limbah cair MB, ditambahkan AC dengan variasi konsentrasi.

Gambar 6 memperlihatkan kurva persentase pengurangan konsentrasi MB oleh ketiga AC pada konsenntrasi penambahan AC yang berbeda. Persentase pengurangan MB dengan ketiga jenis AC naik secara bertahap seiring dengan bertambahnya konsentrasi AC yang ditambahkan ke dalam larutan limbah cair MB. Persentase pengurangan MB tertinggi pada setiap AC didapatkan pada penambahan konsentrasi tertinggi pada penelitian ini yakni 1 ppm dengan persen pengurangan 90,63% untuk H_3PO_4, 96,35% untuk $ZnCl_2$, dan 97,5 % untuk KOH.



Gambar 6. Grafik persen adsorpsi (%) MB terhadap konsentrasi AC (ppm)

AC dengan aktivator KOH memberikan persentase pengurangan tertinggi yakni 97,5%. Akan tetapi, persentase pengurangan MB tersebut tidak memiliki perbedaan yang signifikan (kurang dari 10%) dengan persentase penyerapan MB oleh dua jenis AC lainnya dengan aktivator H_3PO_4, dan $ZnCl_2$.

Hal yang menarik terlihat penyerapan AC dengan KOH pada konsentrasi penambahan 0,5 ppm yang memberikan persen pengurangan 92,5 %. Nilai tersebut lebih tinggi jika dibandingkan persentase penyerapan yang dihasilkan oleh penambahan AC H_3PO_4 pada konsentrasi 1 ppm yakni 90,63%. Hal tersebut memperlihatkan bahwa AC dengan KOH lebih efektif dalam penyerapan MB dengan kapasitas penyerapan 0,003 mg/g dibandingkan dengan AC H_3PO_4 dengan kapasitas 0,0015 mg/g. Selain itu, AC H_3PO_4 memiliki kekurangan dalam jumlah pemakaian air dalam proses netralisasi AC sebagai salah satu step preparasi. Berlebihnya volume air yang dikonsumsi untuk pembilasan AC hingga mencapai pH netral membuat AC H_3PO_4 menjadi aktivator yang kurang direkomendasikan dalam proses persiapan AC dari limbah tanaman kegiatan praktikum biologi dasar.

AC dari $ZnCl_2$ memberikan persentasi yang lebih tinggi dibandingkan H_3PO_4 namun lebih rendah dibandingkan KOH. Walaupun efektifitas penyerapan MB oleh $ZnCl_2$ tidak terpaut jauh dengan KOH yakni 0,0028 mg/g, akan tetapi, toksisitas $ZnCl_2$ terhadap lingkungan (Yakout & Sharaf El-Deen, 2016) menjadikan aktivator tersebut kurang direkomendasikan dibandingkan dengan KOH.

IV. Kesimpulan

Dari hasil yang didapatkan, AC dari limbah tanaman kegiatan praktikum dapat berpotensi sebagai salah satu solusi pengurangan MB pada limbah cair yang terkandung pada limbah laboratorium sentral Unand. Ketiga jenis aktivator yang digunakan yaitu H_3PO_4, $ZnCl_2$, KOH mampu mengaktivasi pori-pori pada karbon aktif berbahan dasar limbah tanaman laboratorium menjadi AC yang dapat mengadsorpsi MB. Dari hasil eksperimen skala laboratorium, proses adsorpsi MB oleh AC pada parameter operasional suhu ruang, pH netral dan waktu retensi 30 menit, memerlihatkan bahwa aktivasi KOH lebih direkomendasikan dibandingkan $ZnCl_2$ dan H_3PO_4. Adsorpsi MB dengan AC KOH pada konsentrasi penambahan AC 0,5 ppm emmberikan efektifitas penyerapan tertinggi yakni 0,003 mg/g.

Daftar Pustaka

Amelia, S., & Maryudi, M. (2019). Application of Natural Zeolite in Methylene Blue Wastewater Treatment Process by Adsorption Method. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, *8*(2), 144–147. https://doi.org/10.15294/jbat.v8i2.22480

Anisuzzaman, S. M., Joseph, C. G., Daud, W. M. A. B. W., Krishnaiah, D., & Yee, H. S. (2015). Preparation and characterization of activated carbon from Typha orientalis leaves. *International Journal of Industrial Chemistry*, *6*(1), 9–21. https://doi.org/10.1007/s40090-014-0027-3

Berhe, S., Ayele, D., Tadesse, A., & Mulu, A. (2015).

Adsorption Efficiency of Coffee Husk for Removal of Lead (II) from Industrial Effluents : Equilibrium and kinetic study. *International Journal of Scientific and Research Publications*, *5*(9), 1–8.

Bhatnagar, A., Hogland, W., Marques, M., & Sillanpää, M. (2013). An overview of the modification methods of activated carbon for its water treatment applications. *Chemical Engineering Journal*, *219*, 499–511. https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.12.038

Blinová, L., Sirotiak, M., Bartošová, A., & Soldán, M. (2017). Review: Utilization of Waste From Coffee Production. *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology*, *25*(40), 91–101. https://doi.org/10.1515/rput-2017-0011

Coates, J. (2000). Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach. In Encyclopedia of Analytical Chemistry. In *Soil Science* (Vol. 112, Issue 1, pp. 10815–10837). John Wiley & Sons Ltd. https://doi.org/10.1097/00010694-197107000-00005

D. Rodriguez-Lopez, A., Garcia-Garrido, J., Perez-Ramiro, C., & M. Garcia-Castello, E. (2013). Discoloration on Methylene Blue Solutions by Direct and Catalytic Ozonation. *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, *01*(05), 33–38. https://doi.org/10.4236/msce.2013.15007

Etim, U. J., Umoren, S. A., & Eduok, U. M. (2016). Coconut coir dust as a low cost adsorbent for the removal of cationic dye from aqueous solution. *Journal of Saudi Chemical Society*, *20*, S67–S76. https://doi.org/10.1016/j.jscs.2012.09.014

Ferrero, F. (2007). Dye removal by low cost adsorbents: Hazelnut shells in comparison with wood sawdust. *Journal of Hazardous Materials*, *142*(1–2), 144–152. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.07.072

González-García, P. (2018). Activated carbon from lignocellulosics precursors: A review of the synthesis methods, characterization techniques and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *82*, 1393–1414. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.117

Hameed, B. H., Din, A. T. M., & Ahmad, A. L. (2007). Adsorption of methylene blue onto bamboo-based activated carbon: Kinetics and equilibrium studies. *Journal of Hazardous Materials*, *141*(3), 819–825. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.07.049

Khodaie, M., Ghasemi, N., Moradi, B., & Rahimi, M. (2013). Removal of methylene blue from wastewater by adsorption onto znclactivated corn husk carbon equilibrium studies. *Journal of Chemistry*, *2013*. https://doi.org/10.1155/2013/383985

Mahmoud, M. S., Farah, J. Y., & Farrag, T. E. (2013). Enhanced removal of Methylene Blue by electrocoagulation using iron electrodes. *Egyptian Journal of Petroleum*, *22*(1), 211–216. https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2012.09.013

Moreno-Castilla, C., Carrasco-Marín, F., López-Ramón, M. V., & Alvarez-Merino, M. A. (2001). Chemical and physical activation of olive-mill waste water to produce activated carbons. *Carbon*, *39*(9), 1415–1420. https://doi.org/10.1016/S0008-6223(00)00268-2

Ooi, C. H., Cheah, W. K., Sim, Y. L., Pung, S. Y., & Yeoh, F. Y. (2017). Conversion and characterization of activated carbon fiber derived from palm empty fruit bunch waste and its kinetic study on urea adsorption. *Journal of Environmental Management*, *197*, 199–205. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.083

Örkün, Y., Karatepe, N., & Yavuz, R. (2012). Influence of temperature and impregnation ratio of H3PO 4 on the production of activated carbon from hazelnut shell. *Acta Physica Polonica A*, *121*(1), 277–280. https://doi.org/10.12693/APhysPolA.121.277

Pathak, P. D., Mandavgane, S. A., & Kulkarni, B. D. (2015). *Fruit peel waste as a novel low-cost bio adsorbent Bitter gourd peel Banana peel Cassava peel Citrus peel Carrot peel Grapefruit peel Garlic peel Green Pea peels Guava peel Kohlrabi peel Mango peel Onion peel Pineapple peel Pomegranate peel Potato peel 1*. *1*, 3–6.

SNI. (2009). *Standar Nasional Indonesia Air dan air limbah-Bagian 8: Cara uji timbal (Pb) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala Badan Standardisasi Nasional*.

Yakout, S. M., & Sharaf El-Deen, G. (2016). Characterization of activated carbon prepared by phosphoric acid activation of olive stones. *Arabian Journal of Chemistry*, *9*, S1155–S1162. https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.12.002

Zhou, J., Luo, A., & Zhao, Y. (2018). Preparation and characterisation of activated carbon from waste tea by physical activation using steam. *Journal of the Air and Waste Management Association*, *68*(12), 1269–1277. https://doi.org/10.1080/10962247.2018.1460282

ISSN 2621-0878