

$$I_2 = \frac{(V_1 N_1 - V_2 N_2) \times 126,9 \times fp}{w}$$

Keterangan :

V_1 = Larutan iodium yang dianalisa (mL)

V_2 = Larutan natrium tiosulfat yang diperlukan (mL)

N_1 = Normalitas larutan iodium

N_2 = Normalitas larutan natrium tiosulfat

W = Berat sampel (g)

4. Adsorpsi terhadap metilen biru

Bubuk biji alpukat dipanaskan pada suhu 115°C selama 1 jam di dalam oven dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Setelah itu, bubuk biji alpukat ditimbang sebanyak 0,5 g, dan ditambahkan larutan metilen biru 250 ppm sebanyak 50 mL. Kemudian diaduk menggunakan magnetik stirer selama 15 menit dan didiamkan selama 5 menit. Selanjutnya, larutan dipisahkan menggunakan sentrifuge selama 10 menit. Bagian larutan yang jernih dipipet. Absorbansi larutan setelah pengontakan diukur pada panjang gelombang 665,0 nm. Metilen biru yang diadsorpsi ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$X_m = \frac{C_0 - C_e}{W(g)} \times V (L)$$

Keterangan:

C_0 = Konsentrasi awal (ppm)

C_e = Konsentrasi akhir (ppm)

W = Berat adsorben (g)

V = Volume (L)

Luas permukaan adsorben ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$S = \frac{X_m \times N \times A}{BM}$$

Keterangan:

S = Luas permukaan adsorben (m^2/g)

X_m = Jumlah metilen biru yang terserap setiap gram

N = Bilangan avogadro ($6,02 \times 10^{23}$ molekul/mol)

A = Luas permukaan metilen biru ($197,197 \times 10^{-20} m^2/mol$)

BM = Berat molekul metilen biru (319,86 g/mol)

d. Penentuan Daya Adsorpsi Bubuk Biji Alpukat

1. Kadmium

Bubuk biji alpukat ditimbang sebanyak 0,1 g dan dimasukkan beaker gelas 100 mL yang berbeda. Larutan $CdCl_2 \cdot H_2O$ ditambahkan sebanyak 50 mL ke masing-masing beaker gelas dengan variasi konsentrasi 1, 3 dan 5 ppm dan diaduk menggunakan magnetik stirer selama 15 menit dan didiamkan selama 24 jam. Kemudian bagian larutan yang jernih dipipet dan dianalisis menggunakan alat spektrofotometer serapan atom.

2. Timbal

Bubuk biji alpukat ditimbang sebanyak 0,1 g dan dimasukkan ke dalam beaker gelas 100 mL yang berbeda. Larutan $Pb(NO_3)_2$ ditambahkan sebanyak 50 mL ke masing-masing beaker gelas dengan variasi konsentrasi 1, 3, 5 dan 20 ppm dan diaduk menggunakan magnetik stirer selama 15 menit dan didiamkan selama 24 jam. Kemudian bagian larutan yang jernih dipipet dan dianalisis menggunakan alat spektrofotometer serapan atom.

Tabel 1: Karakterisasi bubuk biji alpukat

No	Parameter	Konsentrasi Aktivator (HCl)		
		2,5%	5,0%	7,5%
1	Kadar air (%)	12,34	12,28	19,20
2	Kadar abu (%)	0,06	0,02	0,04
3	Daya adsorpsi iodium (mg/g)	771,59	841,08	823,06
4	Luas permukaan (m ² /g)	84,57	86,94	86,61

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakterisasi bubuk biji alpukat

Hasil karakterisasi bubuk biji alpukat yang telah diaktivasi dengan variasi konsentrasi larutan HCl 2,5 ; 5,0 dan 7,5% dapat dilihat pada Tabel 1. Konsentrasi optimum diperoleh pada konsentrasi larutan HCl 5,0%, berdasarkan hasil dari karakterisasi diperoleh kandungan air 12,28%; kandungan abu 0,02%; daya adsorpsi terhadap iodium 823,71 mg/g dan luas permukaan 86,94 m²/g.

Hasil karakterisasi bubuk biji alpukat memperlihatkan bahwa konsentrasi aktivator mempengaruhi kualitas dari adsorben yang dihasilkan. Karakterisasi bubuk biji alpukat yaitu penentuan kandungan air, kandungan abu, daya adsorpsi terhadap iodium dan luas permukaan. Kandungan air dan kandungan abu terbaik dapat dilihat dari hasil yang terkecil pada variasi konsentrasi larutan HCl 2,5; 5,0 dan 7,5%, karena jika kandungan air dan kandungan abu besar menunjukkan bahwa kemampuan bubuk biji alpukat untuk mengadsorpsi uap air di udara sangat besar, pori-pori yang terdapat pada permukaan bubuk biji alpukat masih tertutup oleh mineral-mineral dan luas permukaan kecil sehingga mengakibatkan daya adsorpsinya menurun (Azmi, 2015). Pada penelitian ini, bubuk biji alpukat yang mempunyai

hasil kandungan air dan kandungan abu terbaik adalah bubuk biji alpukat yang diaktivasi menggunakan larutan HCl 5,0% dengan kandungan air 12,28% dan kandungan abu 0,02%. Kandungan air pada penelitian ini tidak berbeda jauh dengan kandungan air yang diperoleh oleh Liberty dkk. (2012) yaitu 12,86%, sedangkan untuk kandungan abu mempunyai hasil yang berbeda dengan yang dilakukan oleh Bhaumik, dkk. yaitu 0,22%.

Hasil karakterisasi kandungan air dan kandungan abu didukung oleh besarnya daya adsorpsi bubuk biji alpukat yang diaktivasi dengan larutan HCl 5,0% terhadap iodium yaitu 823,71 mg/g dan luas permukaan yaitu 86,94 m²/g. Daya adsorpsi bubuk biji alpukat terhadap iodium menunjukkan kemampuan bubuk biji alpukat untuk mengadsorpsi larutan berwarna dengan ukuran molekul lebih kecil dari 10 Å (Rumidatul, 2006). Hasil daya adsorpsi bubuk biji alpukat ini juga dapat digunakan untuk mengetahui adanya struktur mikropori yang terdapat pada bubuk biji alpukat. Semakin besar daya adsorpsi bubuk biji alpukat terhadap iodium maka semakin banyak pula struktur mikropori yang terdapat pada bubuk biji alpukat tersebut, sedangkan daya adsorpsi terhadap metilen biru digunakan untuk menentukan luas permukaan dan menentukan kemampuan dari bubuk biji alpukat

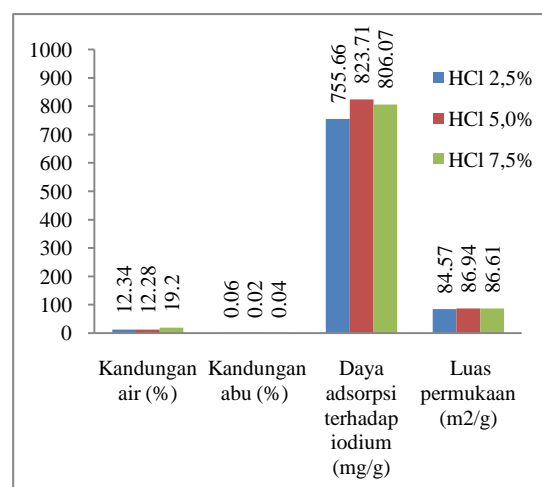
dalam mengadsorpsi larutan berwarna dengan ukuran molekul kurang dari 15 Å. Semakin besar daya adsorpsi bubuk biji alpukat terhadap metilen biru maka luas permukaan akan semakin besar dan menunjukkan banyaknya jumlah ukuran partikel 15 Å. Luas permukaan bubuk biji alpukat yang diperoleh dalam penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan luas permukaan biji pepaya yang diaktivasi dengan H₂SO₄ yaitu 38,64 m²/g (Singh dkk., 2014). Hasil karakterisasi bubuk biji alpukat dapat dilihat pada Gambar 1.

2. Penentuan gugus fungsi bubuk biji alpukat

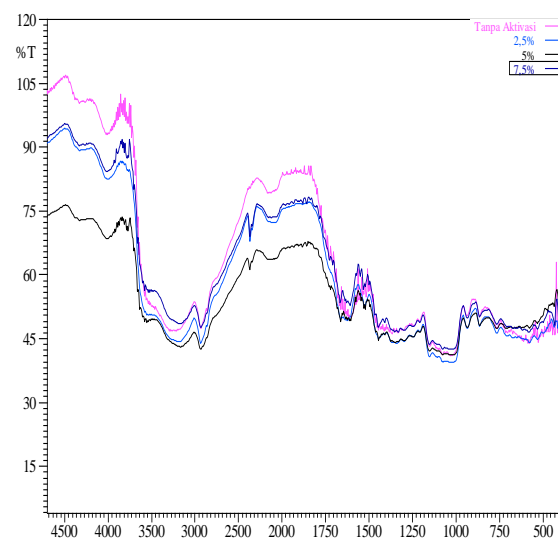
Gugus fungsi bubuk biji alpukat ditentukan menggunakan FTIR. Analisis gugus fungsi dilakukan pada bilangan gelombang 450 – 4500 cm⁻¹. Spektrum bubuk biji alpukat sebelum dan setelah aktivasi tidak menunjukkan adanya perubahan, melainkan hanya terjadi pergeseran bilangan gelombang dan perbedaan transmitansi. Berdasarkan spektrum FTIR dapat dilihat bahwa gugus fungsi yang terdapat pada bubuk biji alpukat yaitu C=O; C=C; C-H dan OH. Spektrum FTIR bubuk biji alpukat tanpa aktivasi dan yang diaktivasi dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada bubuk biji alpukat tanpa aktivasi dan yang diaktivasi masing-masing gugus diidentifikasi pada bilangan gelombang yang tidak berbeda jauh. Pada bilangan gelombang 3045,73; 2926,14; 1593,27; 1149,62 dan 1054,14 cm⁻¹ dapat diidentifikasi adanya OH, CH, C=C, C-O, dan C-N dalam bubuk biji alpukat tanpa aktivasi. Gugus hidroksil yang diidentifikasi pada bilangan gelombang 3045,73 cm⁻¹

dapat berasal dari alkohol atau asam karboksilat.



Gambar 1. Hasil karakterisasi bubuk biji alpukat



Gambar 2. Spektrum FTIR bubuk biji alpukat

Hasil ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Lubis (2008) yang menyatakan bahwa biji alpukat mengandung lemak sebesar 22%, dimana pada struktur lemak itu sendiri terdapat gugus karboksilat. Selain itu, menurut Zuhrotun dalam Liberty dkk. (2012) biji alpukat mengandung etanol

sehingga pada spektrum FTIR dapat diidentifikasi gugus hidroksil.

Vibrasi ikatan C–H, C=C, C–O dan C–N bubuk biji alpukat yang diaktivasi dapat diidentifikasi pada bilangan gelombang 2911,67 – 2927,10; 1588,45 – 1604,84; 1116,83 – 1147,69 dan 1054,14 – 1074,40 cm^{-1} . Pada bilangan gelombang 1588,45 – 1604,84 cm^{-1} menunjukkan adanya ikatan C=C yang kemungkinan berasal dari lignin (Al-Prol dkk., 2014). Gugus C–O yang diidentifikasi pada bilangan gelombang 1116,83 – 1147,69 cm^{-1} kemungkinan berasal dari alkohol atau asam karboksilat. Pada bilangan gelombang 450 – 1030 cm^{-1} merupakan daerah sidik jari (*finger prints*) dari ikatan simetri yang ada di dalam bubuk biji alpukat.

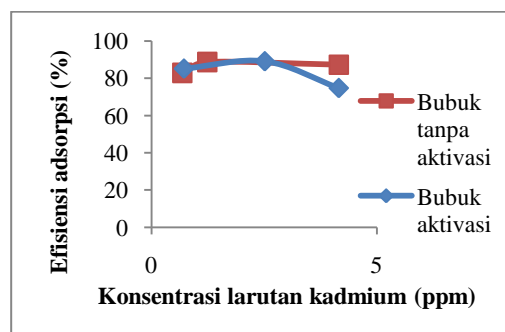
3. Efisiensi dan kapasitas adsorpsi bubuk biji alpukat terhadap ion kadmium (II) dan timbal (II)

Efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat tanpa aktivasi terhadap kadmium (II) optimum pada konsentrasi 2,4793 ppm dengan kapasitas adsorpsi sebesar 1,09 mg/g, sedangkan untuk bubuk biji alpukat yang diaktivasi optimum pada konsentrasi 2,5164 ppm dengan kapasitas adsorpsi sebesar 1,12 mg/g.

Efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat tanpa aktivasi terhadap variasi konsentrasi larutan timbal (II) optimum pada konsentrasi 6,9467 ppm adalah dengan kapasitas adsorpsi sebesar 2,85 mg/g, sedangkan untuk bubuk biji alpukat yang diaktivasi optimum pada konsentrasi 4,8343 ppm dengan kapasitas adsorpsi sebesar 2,34 mg/g.

Efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat terhadap ion kadmium (II) berdasarkan variasi konsentrasi dapat

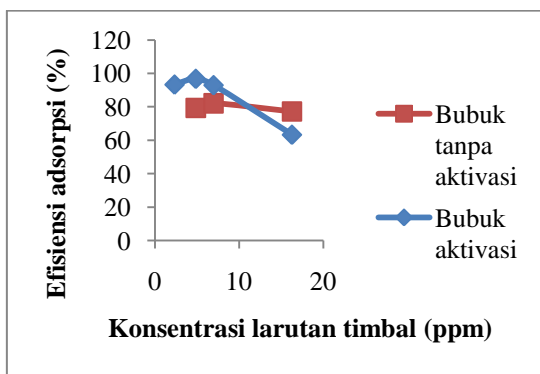
dilihat pada Gambar 3. Peningkatan efisiensi adsorpsi ini disebabkan oleh bubuk biji alpukat yang diaktivasi mempunyai pori-pori yang terbuka dan luas permukaan yang besar sehingga ion kadmium (II) dalam larutan berinteraksi dengan situs aktif permukaan yang terdapat pada bubuk biji alpukat (Al-Prol dkk., 2014). Selain itu, disebabkan oleh semakin banyaknya tumbukan yang terjadi antara bubuk biji alpukat dengan ion logam. Pada penelitian ini, kapasitas adsorpsi meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan kadmium (II) yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi ion kadmium (II) semakin besar dengan meningkatnya konsentrasi.



Gambar 3. Efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat terhadap ion kadmium (II) berdasarkan variasi konsentrasi

Hal yang sama juga terjadi pada adsorpsi ion timbal (II) menggunakan bubuk biji alpukat tanpa aktivasi maupun yang diaktivasi. Efisiensi adsorpsi optimum bubuk biji alpukat tanpa aktivasi adalah 82,11% pada konsentrasi 6,9467 ppm dengan kapasitas adsorpsi yaitu 2,85 mg/g; sedangkan pada bubuk biji alpukat yang diaktivasi adalah 96,81% pada

konsentrasi 4,8343 ppm, dengan kapasitas adsorpsi sebesar 2,34 mg/g. Efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat tanpa aktivasi dan yang diaktivasi terhadap ion timbal (II) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat terhadap ion timbal (II) berdasarkan variasi konsentrasi

Secara umum efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat tanpa aktivasi lebih rendah dibandingkan dengan bubuk biji alpukat yang diaktivasi. Hal ini menunjukkan bahwa aktivator dapat bekerja secara optimum untuk membuka situs aktif permukaan dan memperluas permukaan bubuk biji alpukat sehingga kapasitas adsorpsinya meningkat. Namun, pada konsentrasi larutan kadmium (II) 4,1568 ppm dan timbal (II) 16,2485 ppm efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat tanpa aktivasi lebih tinggi dibandingkan dengan bubuk biji alpukat yang diaktivasi. Hal ini disebabkan oleh bubuk biji alpukat tanpa aktivasi masih banyak mengandung senyawa organik yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion kadmium (II), sehingga efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat tanpa aktivasi tersebut lebih besar. Berdasarkan hasil Skrining

fitokimia yang dilakukan oleh Zuhrotun dalam Liberty dkk. (2012) terhadap ekstrak etanol biji alpukat menunjukkan bahwa biji alpukat mengandung tanin. Tanin merupakan senyawa organik yang sangat kompleks, terdiri dari senyawa fenolik yang sukar dipisahkan dan sukar mengkristal dan mengendapkan protein (Agustin dkk., 2008) serta pengkhelatan logam (Hegerman, 2002). Selain itu, semakin tinggi konsentrasi larutan ion kadmium (II) dan ion timbal (II) maka ion kadmium (II) dan ion timbal (II) yang ada di dalam larutan akan semakin banyak pula sehingga situs aktif permukaan aktif bubuk biji alpukat jenuh sehingga menyebabkan efisiensi adsorpsi pada bubuk yang diaktivasi menjadi rendah (Al-Prol dkk., 2014). Berbeda dengan efisiensi adsorpsi yang dihasilkan oleh adsorben yang dibuat dengan bahan baku biji pepaya, semakin tinggi konsentrasi larutan timbal (II) yang digunakan efisiensi adsorpsi semakin besar. Hal ini dapat dilihat pada rentang konsentrasi 25 – 200 ppm dengan efisiensi adsorpsi 10 – 93% (Singh dkk., 2014).

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tingginya efisiensi adsorpsi bubuk biji alpukat tanpa aktivasi dibandingkan dengan yang diaktivasi, kemungkinan disebabkan karena adanya tanin dalam bubuk biji alpukat tanpa aktivasi yang berinteraksi dengan ion kadmium (II) dan timbal (II) membentuk khelat. Mekanisme adsorpsi yang mungkin terjadi dalam penelitian ini tidak hanya secara fisika yaitu penempelan ion kadmium (II) dan ion timbal (II) pada permukaan bubuk alpukat tetapi juga terjadi secara kimia yaitu dengan terbentuknya khelat antara ion logam dengan gugus fungsi yang ada pada bubuk biji alpukat seperti OH, CH, C=C, C-O, dan C-N.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa biji alpukat yang digunakan sebagai adsorben dalam bentuk bubuk berasal dari tanaman alpukat jenis *Persea americana* Mill. Hasil karakterisasi terbaik ditunjukkan oleh bubuk biji alpukat yang diaktivasi menggunakan larutan HCl 5,0% dengan kandungan air, kandungan abu, adsorpsi iodium dan luas permukaan masing-masing sebesar 12,28%, 0,02%, 823,71 mg/g, 86,93 m²/g. Efisiensi adsorpsi optimum bubuk biji alpukat terhadap ion kadmium (II) dan timbal (II) sebesar 89,05% dan 96,81%, sedangkan kapasitas adsorpsi yang dihasilkan adalah 1,12 dan 2,34 mg/g. Hasil efisiensi dan kapasitas bubuk biji alpukat dipengaruhi oleh gugus fungsi OH, CH, C=C, C-O, dan C-N pada bubuk biji alpukat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dra. Hj. Itnawita, M.Si dan Ibu Ganis Fia Kartika, M.Si yang telah sabar membimbing dan memberikan saran demi kesempurnaan penulisan karya ilmiah ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada staf Laboratorium Jurusan Kimia dan Biologi FMIPA Universitas Riau serta Laboratorium Pengujian Air Unit Pelaksanaan Teknis Pengujian Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau.

DAFTAR PUSTAKA

Agustin, R., Desmiaty, Y., Dewi, M. A. dan Ratih, H. 2008. Penentuan Jumlah Tanin Total pada Daun Jati Belanda (*Guazuma ulmifolia* Lamk) dan Daun Sambang Darah

(*Excoecaria bicolor* Hassk) Secara Kalorimeter dengan Pereaksi Biru Prusia. *Ortocarpus*. **8**: 106 – 109.

Alejandra, A. P. E. C., Elizalde, G. M. P., Mattusch, J., and Wennrich, R. 2007. Characterization of Adsorbent Materials Prepared from Avocado Kernel Seeds: Natural, Activated and Carbonized Forms. *Journal Analytical Application Pyrolysis*.

Alfiany, H., Bahri, S. dan Nurakhirawati. 2013. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam. *Jurnal Natural Science*. **2** (3): 75-86

Alonso, C. R., Gonzales, Y. Q., Martinez, B. D., Pena, D. A. F., Santos, L. M. dan Vanconcellos, V. R. 2011. Activated Carbon from Avocado Stone to Eliminate Cadmium and Mercury from Contaminated Water. *Proceedings of ICERI*.

Al-Prol, A. E., Amer, A., El-Desoky, H. S., El-Naga, E. H. A., El-Moselhy, K. M., Ghoneim, M. M. and Mohamedein, L. I. 2014. Removal of Cadmium from Aqueous Solution Using Marine Green Algae, *Ulva lactuca*. *Egyptian Journal of Aquatic Research*. **40**: 235–242.

Arnold, S., Hotman, S., Rumontam, dan Sangkot, S. 2013. *Deskripsi Alpukat Varietas Idola*. UPT. PSBTPH, Dinas Pertanian Provinsi Sumatera Utara.



- Azmi, U. 2015. Potensi Arang Aktif Dari Tulang Kambing Sebagai Adsorben Ion Tembaga, Timbal, Nitrat dan Sianida dalam Larutan. *Skripsi*, Universitas Riau.
- Bhaumik, M., Choi, H. J., McCrindle, R. I., Seopela. M. P. 2014. Highly Effective Removal of Toxic Cr(VI) from Wastewater Using Sulfuric Acid-Modified Avocado Seed. *I & EC Research Industrial and Engineering Chemistry Research*.
- Droste, R.L. 1974. *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. John Wiley & Sons, Inc, United State of America.
- Hagerman, A. E. 2002. *Tannin Handbook*. Department of Chemistry and Bio chemistry, Miami University.
- Liberty, P. M., Paendong, J. J. E. dan Sangi, M. S. 2012. Penentuan Kandungan Tanin dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea Americana* Mill). *Jurnal MIPA UNSRAT ONLINE*. **1(1)**: 5 – 10.
- Lubis, L. M. 2008. Ekstraksi Pati dari Biji Buah Alpukat: *Karya Ilmiah*. Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Monica, F. 2006. Pengaruh Pemberian Air Seduhan Serbuk Biji Alpukat (*Persea americana* Mill) Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar yang Diberi Beban Glukosa. *Skripsi*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rumidatul, A. 2006. Effectivity of Activated Charcoal As Adsorbent for Wastewater Treatment. *Thesis*, Institut Pertanian Bogor.
- Singh, D. K., Shishir, S. dan Sunil, K. Y. 2014. Chemical Carbonization of Papaya Seed Originated Charcoals for Sorption of Pb(II) from Aqueous Solution. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. **2**: 9 – 19.
- Zuhrotun dalam Liberty, P. M., Jessy, J. E., Meiske, S. S. dan Paendong. 2012. Penentuan Kandungan Tanin dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstraks Biji Buah Alpukat (*Persea Americana* Mill). *Jurnal MIPA UNSRAT*. **1(5)**: 5 – 10.

