

PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR ASAM KLOORIDA (HCl) TERHADAP KAPASITAS ADSORPSI ARANG AKTIF KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma cacao. L*) PADA ZAT WARNA METHANIL YELLOW

Sitti Arung, Muh. Yudi, dan St. Chadijah
Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Samata-Gowa
Email: sity_al@yahoo.com

Abstract: Cocoa's peel is a waste which usually burned, stacked or disintegrated and can make pollution to the environment. This condition motivates the researcher to produce the value-added product from the cocoa's peel, such as activated carbon and as well as it can solve the environmental problems. This research aims to know the influence to use variation of concentration of activator HCl which produces the optimum adsorption capacity from charcoal active of cocoa's peel to the substance color of methanil yellow. Active carbon which is used in this research comes from cocoa's peel which granular types with standard -100+40 mesh. Carbon is activated by physics in furnace with 600°C heat during 2 hours and is activated by chemistry with submerged of HCl 1M, 2M, 3M, 4M and 5M during 24 hours. The result of this research shows that optimum concentration in HCl 1M with adsorption capacity from charcoal active of cocoa's peel is as large as 1,572 mg/g. Whereas knowing the influence of activator is used tabulation method by statistically, where we can get F_{Hitung} 0,003 is smaller from F_{Tabel} 10,127. It explains that H_0 is accepted to reject H_1 . Therefore, it can conclude that there is not significant influence to use variation of concentration of activator HCl to adsorption capacity of charcoal active from cocoa's peel in substance methanil yellow.

Keywords: Active carbon, adsorption, cocoa's peel, hydrochloric acid.

1. PENDAHULUAN

Setiap tiba musim panen, masalah terbesar petani di Indonesia pada umumnya adalah adanya limbah hasil pertanian yang tidak termanfaatkan, misalnya panen padi, kedelai jagung ataupun buah kakao. Untuk menanggulangi limbah ini, biasanya petani secara klasik akan membakarnya atau bahkan biasanya dibiarkan begitu saja sehingga keberadaannya dapat mencemari lingkungan dan menimbulkan bau busuk. Padahal akhir-akhir ini, berbagai penelitian tentang limbah pertanian menunjukkan potensi dari limbah ini untuk dimanfaatkan sebagai arang aktif kualitas tinggi yang dapat digunakan sebagai penyerap (Suhendra, 2010: 2).

Misalnya limbah dari hasil aktivitas perkebunan buah kakao (*Theobroma cacao L*). Menelaah lebih jauh bahwasanya Tuhan menciptakan bumi dan seluruh isinya bukan tanpa alasan, melainkan agar manusia berfikir

bahwa yang diciptakan itu memiliki manfaat yang sangat banyak. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S. Al-An'aam 6: 95:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَىٰ ۗ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ ۗ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ ۗ
فَأَنَّى تُؤْفَكُونَ ﴿٩٥﴾

Terjemahnya:

“Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT tidak akan menciptakan sesuatu yang sia-sia, bahkan limbah kakao sekalipun yang mungkin sebagian orang menganggap tidak ada manfaatnya sia. Tetapi ditangan orang-orang yang mampu berfikir hal tersebut menjadi bermanfaat. Dan hal ini juga dijelaskan dalam Q.S Surah Al-An'aaim ayat 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا مَخْرُجًا مِنْهُ حَبًّا
مُتَرَكَبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ
مُتَشَبِهٍ ۗ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Terjemahnya:

Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman (QS. Al-An'aam 6:99).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa sesungguhnya Allah SWT menciptakan bumi ini secara sempurna dan seimbang serta menciptakan sesuatu untuk dimanfaatkan sebaik-baiknya dan semaksimal mungkin sehingga tidak terbuang dengan sia-sia. Seperti halnya dengan kulit buah kakao.

Kulit buah kakao merupakan limbah perkebunan tanaman kakao yang berbentuk padat. Limbah ini diperoleh dari pemisahan biji buah kakao. Dengan

diketuainya beberapa komposisi kimia dari kulit buah kakao berdasarkan berat kering yaitu kadar abu 10,65%, protein 6,4%, lemak 1,5% dan serat kasar 27,6% serta selulosa dan lignin yang tinggi, maka akan memberikan informasi ilmiah bahwa kulit buah kakao berpotensi dapat dijadikan sebagai karbon aktif. Kulit buah kakao merupakan limbah perkebunan tanaman kakao yang berbentuk padat. Limbah ini diperoleh dari pemisahan biji buah kakao. Dengan diketahuinya beberapa komposisi kimia dari kulit buah kakao berdasarkan berat kering yaitu kadar abu 10,65%, protein 6,4%, lemak 1,5% dan serat kasar 27,6% serta selulosa dan lignin yang tinggi, maka akan memberikan informasi ilmiah bahwa kulit buah kakao berpotensi dapat dijadikan sebagai karbon aktif. Dalam proses adsorpsi biasanya dilakukan proses aktivasi, baik secara fisika maupun kimia. Aktivasi kimia dilakukan untuk memperbesar pori-pori karbon sehingga penyerapannya dapat lebih maksimal dengan menggunakan larutan pengaktivasi (aktivator).

Aktivator adalah suatu zat (larutan) yang dapat mengurangi pembentukan pengotor dan produk samping suatu bahan. Pada penelitian ini digunakan larutan aktivator asam kuat yaitu asam klorida (HCl). Tujuan penggunaannya adalah untuk menghilangkan oksida-oksida logam dalam arang yang menutupi pori karena sifat dari asam ini dapat merusak jaringan pada tumbuhan sehingga mampu memperbesar pori pada saat terjadinya adsorpsi antara adsorbat dan adsorben. Dengan adanya perbedaan konsentrasi aktivator, ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan maksimum asam dalam memperluas pori dari arang yang akan berpengaruh terhadap daya adsorpsi dari arang itu sendiri.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, aktivasi dengan asam klorida lebih dapat melarutkan pengotor sehingga pori-pori lebih banyak terbentuk dan proses penyerapan adsorbat menjadi lebih maksimal, dibandingkan dengan aktivasi H_2SO_4 yang lebih sedikit jumlah pori-porinya. Hal ini dikarenakan dinding struktur dari karbon aktif tersebut dapat dirusak oleh H_2SO_4 yang bersifat destruktif. HCl juga bereaksi dengan senyawa dasar semacam kalsium karbonat dan tembaga (II) oksida, menghasilkan klorida terlarut yang dapat dianalisa. Pengujian dari adsorben selanjutnya diterapkan terhadap zat warna *methanil yellow*. Mengingat pada saat ini perkembangan industri tekstil dan industri lainnya menyebabkan banyak limbah organik dari golongan senyawa azo yang dihasilkan, sebagai konsekuensi pemakaian senyawa golongan ini dalam industri. Dimana pembuangan limbah cair yang mengandung senyawa azo ke sungai oleh industri-industri akan mencemari lingkungan sungai, sehingga menimbulkan efek yang serius. Zat warna *methanil yellow* merupakan zat warna sintesis berwarna kuning kecoklatan, berbentuk padat dan serbuk, serta sering digunakan untuk pewarna tekstil dan cat. Pewarna ini merupakan bahan yang dilarang digunakan pada makanan. Dampak dari pemakaian *methanil yellow* sangat berbahaya jika terhirup, mengenai kulit mata dan tertelan. Akibat yang ditimbulkan dapat berupa iritasi pada saluran pernapasan, gangguan pada mata, bahaya kanker pada kandungan dan saluran kemih. Zat warna *methanil yellow* ini ternyata banyak ditemukan pada berbagai jenis makanan seperti tahu, kerupuk, mie, manisan

dan pangan jajanan yang berwarna kuning. sehingga keberadaan di lingkungan dapat mengancam kelangsungan hidup manusia. Berdasarkan uraian di atas maka peneliti tertarik dalam melakukan penelitian tentang pengaruh konsentrasi aktivator asam klorida (HCl) terhadap kapasitas adsorpsi arang aktif kulit buah kakao (*Theobroma cacao L.*) pada zat warna *methanil yellow*.

2. METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu spektrofotometer UV-VIS, klin drum, pengayakan (40 mesh), shaker waterbath, neraca analitik, tanur listrik, oven, alat-alat gelas, corong, botol semprot, batang pengaduk, spatula, pipet volume, desikator, cawan petri, cawan porselin, pipet skala, pipet volume, pipet tetes dan bulp.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit buah kakao (*Theobroma cacao, L*), zat warna *methanil yellow*, aquades, HCl p.a, NaOH p.a, kertas saring Whatman No.41, kertas pH universal, kertas saring biasa, aluminium foil, kasa hidrofil, kapas dan tisu.

Prosedur Kerja

Tahapan Umum Pembuatan Karbon Aktif Kulit Buah Kakao

Tahap dehidrasi yaitu kulit buah kakao dibelah dua kemudian dikeruk sampai kotoran dan lignin yang ada dalam kulit buah hilang, lalu dijemur di bawah sinar matahari hingga kering. Karbonisasi (proses pengarangan) dilakukan dengan memasukkan kulit buah kakao kering ke dalam kiln drum lalu dibakar di atas kompor. Proses pembakaran (karbonisasi) menggunakan teknik kiln drum yaitu pembakaran dengan udara terbatas.

Karbon yang diperoleh dari hasil pembakaran kemudian digerus sampai halus untuk mempermudah proses pengayakan. Kemudian proses pengayakan karbon (arang) kulit buah kakao yaitu dengan menggunakan ayakan (Grandzise) ukuran 40 mesh (butiran yang diambil adalah butiran yang lolos pada mesh 40). Aktivasi karbon aktif secara fisik dan kimia yaitu dengan cara arang yang telah diayak dimasukkan ke dalam tanur, Diaktivasi pada suhu 600°C selama 2 jam. Didinginkan lalu direndam dalam HCl dengan variasi konsentrasi 1 M, 2 M, 3 M dan 5 M selama 24 jam. Disaring dan dicuci dengan aquades sehingga filtrat bersifat netral kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama dua jam lalu dimasukkan ke dalam desikator.

Pembuatan Larutan Zat Warna Methanil Yellow

Pembuatan larutan induk zat warna methanil yellow 1000 ppm

Menimbang 1 gram zat warna *methanil yellow*, lalu melarutkan dengan aquades sampai volumenya tepat 1000 mL.

Pembuatan larutan kerja methanil yellow 100 ppm

Memasukkan Sebanyak 50 mL larutan *methanil yellow* 1000 ppm ke dalam labu ukur 500 mL dan mengencerkan dengan aquades sampai tanda batas.

Pembuatan kurva standar

Dari larutan kerja, membuat konsentrasi zat warna *methanil yellow* dengan deret standar 5,0 ppm, 10,0 ppm, 15,0 ppm, 20,0 ppm dan 25,0 ppm

Penentuan Konsentrasi Optimum Zat Warna Methanil Yellow

Memasukkan 0,5 gram karbon aktif ke dalam 100 ml larutan zat warna *methanil yellow* dengan variasi konsentrasi zat warna 0,05 ppm, 1,0 ppm, 2,5 ppm, 5,0 ppm, 10,0 ppm, 20,0 ppm, 30,0 ppm, 40,0 ppm dan 50,0 ppm kemudian larutan di *shaker waterbath* dengan kecepatan 120 rpm selama 45 menit. Selanjutnya menyaring masing-masing campuran dengan menggunakan kertas saring Whatman No.41. Mengukur absorbansi filtrat yang dihasilkan dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 430 nm.

Penentuan Konsentrasi Optimum Aktivator HCl dengan Variasi 1 M; 2 M; 3 M; 4 M; dan 5 M dengan Konsentrasi Optimum Zat Warna Methanil Yellow 5 ppm

Memasukkan masing-masing 0,5 gram karbon aktif konsentrasi 1M; 2M; 3M; 4M; dan 5M ke dalam 100 mL larutan zat warna *methanil yellow* dengan konsentrasi 5 ppm. Larutan di *shaker waterbath* dengan kecepatan 120 rpm selama 45 menit. Selanjutnya masing-masing campuran disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman No.41. Filtrat yang dihasilkan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 430 nm (Perlakuan secara duplo).

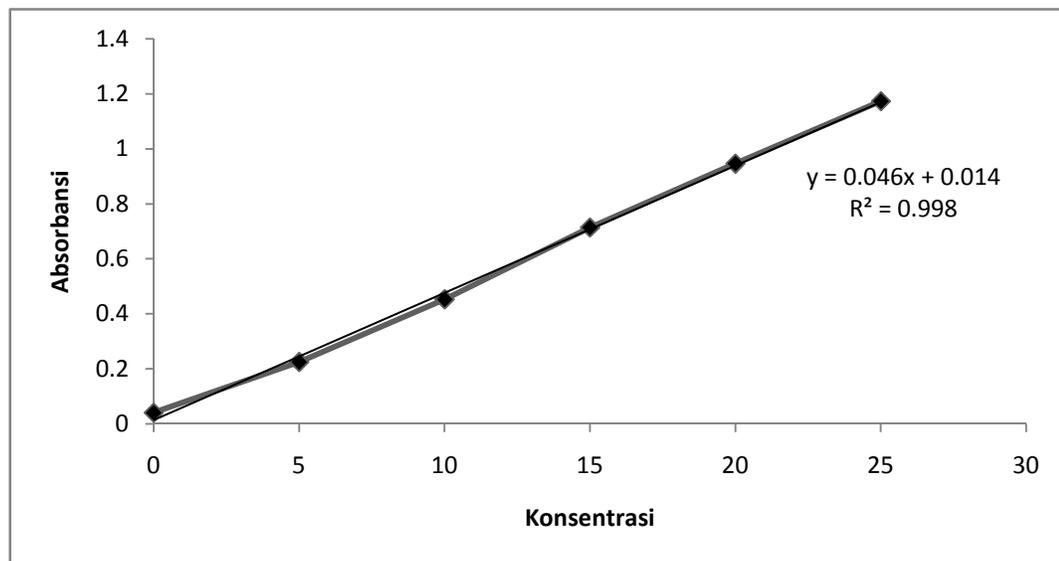
Penentuan Isoterm Adsorpsi

Erlenmeyer yang berisi bobot optimum adsorben dilarutkan dalam 100 mL larutan zat warna *methanil yellow* dengan konsentrasi dan waktu optimum pada adsorben kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman No. 41. Filtrat yang dihasilkan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang maksimum. Kemudian diukur kapasitas adsorpsi (W) dan dihitung dengan model isoterm Langmuir dan Freundlich.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data hasil pengukuran absorbansi larutan standar *methanil yellow* pada panjang gelombang 430

Kode standar	Konsentrasi <i>methanil yellow</i> (ppm)	Absorbansi
Blanko	0,0	0,0403
Standar 1	5,0	0,2247
Standar 2	10,0	0,4527
Standar 3	15,0	0,7137
Standar 4	20,0	0,9461
Standar 5	25,0	1,1731



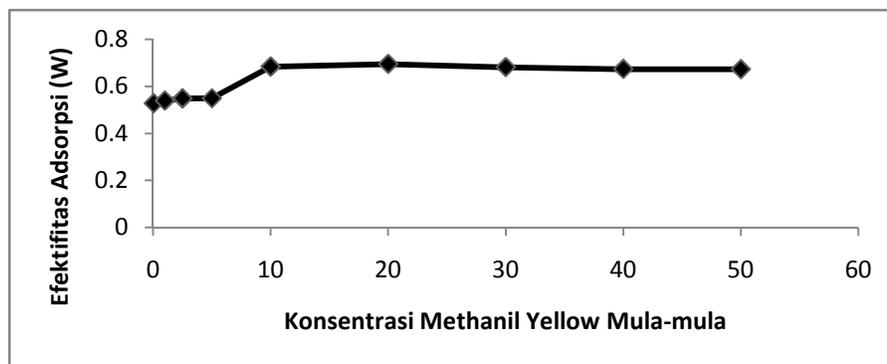
Gambar 1. Grafik hubungan antara konsentrasi dengan daya adsorpsi larutan standar zat warna methanil yellow.

Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Zat Warna *Methanil Yellow*

Tabel 2. Data hasil pengukuran variasi konsentrasi optimum zat warna *methanil yellow*.

No	Konsentrasi awal MY (Co) mg/L	Absorbansi	Konsentrasi MY sisa (Ce), mg/L	Konsentrasi MY yang terserap (Co-Ce), mg/L	Efektivitas MY teradsorpsi mg/g
1	0,05	0,5273	0,001	0,049	0,0098
2	1	0,5386	0,0225	0,9775	0,1955
3	2,5	0,5481	0,1690	2,331	0,4662
4	5	0,5486	0,059	4,9410	0,9882
5	10	0,6831	0,099	9,901	1,9802
6	20	0,6944	7,0065	12,9935	2,5987
7	30	0,6811	17,2175	12,7825	2,5565
8	40	0,6733	27,2565	12,7435	2,5487
9	50	0,6722	37,304	12,696	2,5392

Tabel di atas menunjukkan kemampuan karbon aktif kulit buah kakao dalam megadsorpsi zat warna *methanil yellow* terhadap variasi konsentrasi *methanil yellow* yang digunakan mengalami perubahan. Konsentrasi optimum penyerapan zat warna berdasarkan absorbansinya, paling tinggi ditunjukkan pada konsentrasi 20 ppm. Daya adsorpsi minimum karbon aktif kulit buah kakao ditunjukkan pada konsentrasi 0,05 ppm, sehingga konsentrasi zat warna *methanil yellow* yang digunakan sebagai konsentrasi optimum adalah 20 mg/L. Berikut ini adalah grafik hubungan antara konsentrasi dan absorbansi untuk penentuan konsentrasi optimum penyerapan zat warna *methanil yellow*.



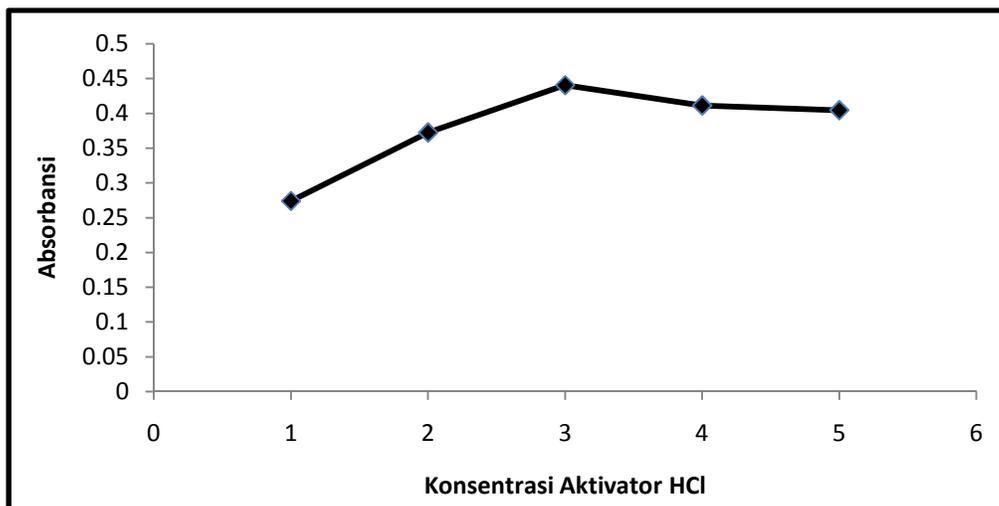
Gambar 2. Grafik untuk penentuan kondisi optimum penyerapan zat warna *methanil yellow*

Penentuan Pengaruh Konsentrasi Aktivator HCl

Tabel 3. Data hasil pengukuran pengaruh konsentrasi aktivator HCl dalam menyerap zat warna *methanil yellow* dengan konsentrasi zat warna yaitu 20 ppm

No.	Konsentrasi HCl	Absorbansi	λ (nm)
1.	1 M	0,2742	430
2.	2 M	0,37265	430
3.	3 M	0,4406	430
4.	4 M	0,4115	430
5.	5 M	0,4047	430

Tabel di atas menunjukkan bahwa kemampuan karbon aktif kulit buah kakao dalam mengadsorpsi zat warna *methanil yellow* terhadap variasi konsentrasi aktivator HCl yang digunakan terjadi perubahan. Berikut ini, hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi aktivator HCl.



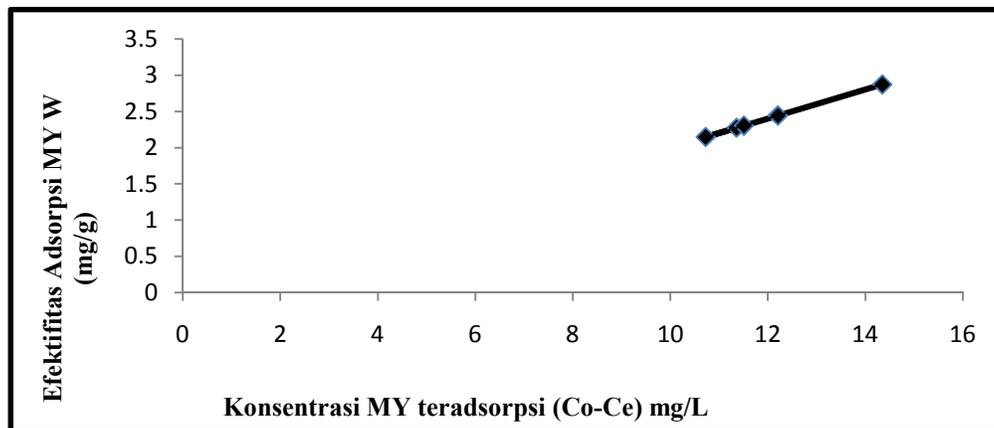
Gambar 3. Grafik antara absorbansi dengan konsentrasi aktivator HCl

Penentuan kapasitas adsorpsi karbon aktif kulit buah kakao terhadap zat warna *methanil yellow* yang dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi aktivator HCl yang digunakan, dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 430 nm. Data hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada lampiran. Berdasarkan pengolahan data pada lampiran 8, maka rata-rata *methanil yellow* yang teradsorpsi pada karbon aktif kulit buah kakao dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Rata-rata zat warna *methanil yellow* yang teradsorpsi oleh karbon aktif kulit buah kakao pada berbagai variasi konsentrasi aktivator dengan konsentrasi zat warna *methanil yellow* yang digunakan yaitu 20 ppm.

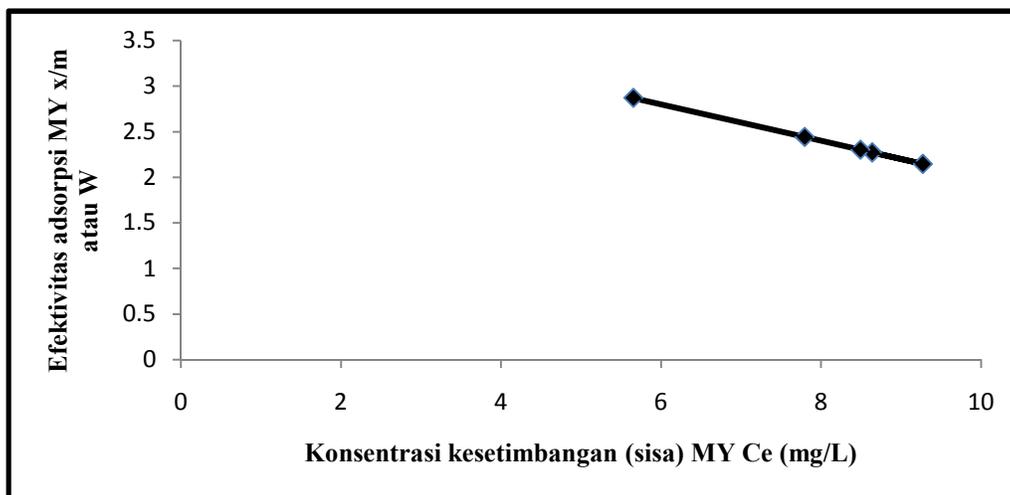
No.	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Co-Ce (mg/L)	Kapasitas adsorpsi atau W (mg/g)
1.	20	5,6565	14,3435	2,8687
2.	20	7,7967	12,2033	2,44066
3.	20	9,2739	10,7261	2,14522
4.	20	8,6413	11,3587	2,27174
5.	20	8,4935	11,5065	2,3013

Pada tabel di atas menunjukkan bahwa konsentrasi *methanil yellow* yang terserap oleh karbon aktif kulit buah kakao pada variasi konsentrasi aktivator, terjadi perubahan. Pada tabel tersebut, tampak bahwa daya adsorpsi karbon aktif kulit buah kakao yang paling tinggi adalah 2,8687 mg/g pada konsentrasi aktivator HCl 1 M, sedangkan daya adsorpsi karbon aktif kulit buah kakao yang paling rendah adalah 2,14522 mg/g pada konsentrasi aktivator HCl 3 M. Hal ini juga dapat dilihat pada gambar 8 yang menunjukkan hubungan antara variasi konsentrasi *methanil yellow* dengan daya adsorpsi oleh karbon aktif kulit buah kakao.



Gambar 4. Grafik hubungan antara variasi konsentrasi (mg/L) aktivator HCl dengan daya adsorpsi methanil yellow (mg/g) oleh karbon aktif kulit buah kakao, pada konsentrasi zat warna 20 mg/L

Efektivitas adsorpsi karbon aktif kulit buah kakao terhadap variasi konsentrasi aktivator HCl pada keadaan kesetimbangan (sisa) dapat dilihat pada tabel. Dari tabel tersebut, nampak bahwa zat warna *methanil yellow* yang tersisa terajdi perubahan yang signifikan. Dimana pada tabel menunjukkan bahwa jumlah *methanil yellow* yang tersisa oleh karbon aktif kulit buah kakao yang tertinggi adalah 9,2739 mg/g, sedangkan daya adsorpsi karbon aktif kulit buah kakao yang paling rendah adalah 5,6565 mg/g. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 9 yang menunjukkan grafik antara x/m atau W (efektifitas adsorpsi) dengan konsentrasi kesetimbangan (sisa) zat warna methanil yellow mg/L atau C_e .

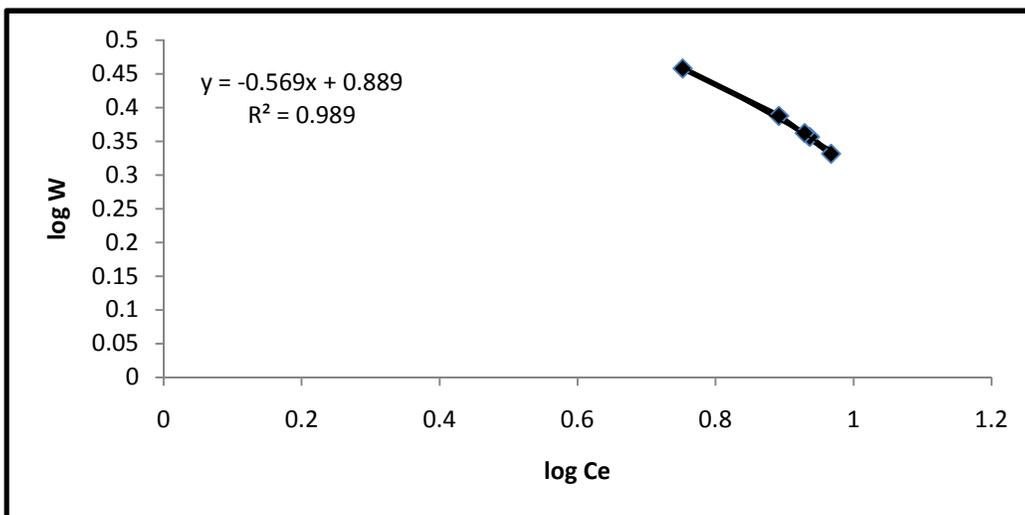


Gambar 5. Grafik hubungan efektifitas Adsorpsi karbon aktif kulit buah kakao terhadap zat warna methanil yellow (x/m) dengan konsentrasi sisa zat warna methanil yellow. ($C_o = 20$ mg/L).

Isoterm Adsorpsi

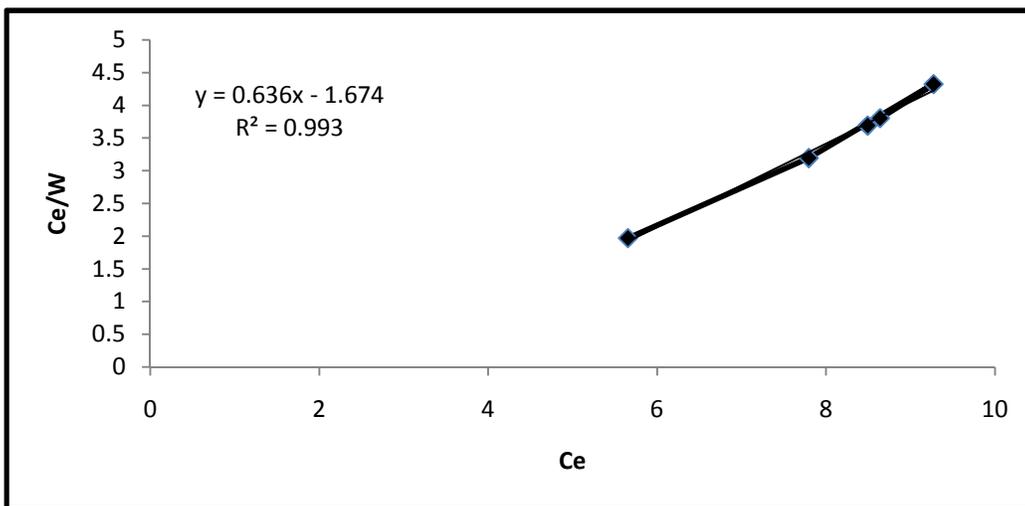
Dari data absorbansi karbon aktif kulit buah kakao terhadap zat warna *methanil yellow* yang diaktivasi secara fisika pada suhu 600°C dan secara kimia menggunakan zat aktivator HCl yaitu 1M, 2M, 3M, 4M dan 5M, ditunjukkan pada lampiran. Data tersebut digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi *methanil yellow* oleh karbon aktif kulit buah kakao, menggunakan metode yang sesuai dengan grafik isoterm Langmuir atau Freundlich, dengan cara membuat grafik yang menunjukkan kurva linear hubungan antara konsentrasi kesetimbangan (sisa), C_e (ppm) dengan C_e/W (g/L) untuk pola isoterm Langmuir, serta kurva linear hubungan antara $\log C_e$ dengan $\log W$ untuk pola isoterm adsorpsi Freundlich seperti pada gambar.

Penentuan Model Isoterm Freundlich



Gambar 6. Grafik isoterm Langmuir untuk adsorpsi karbon aktif kulit buah kakao terhadap zat warna *methanil yellow*.

Penentuan Isoterm Langmuir



Gambar 7. Grafik Isoterm Freundlich untuk adsorpsi karbon aktif kulit buah kakao terhadap zat warna *methanil yellow*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Tidak ada pengaruh yang signifikan variasi konsentrasi aktivator HCl terhadap kapasitas adsorpsi arang aktif kulit buah kakao pada zat warna *metanil yellow*.
- Konsentrasi optimum aktivator (HCl 1M) menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum arang aktif dari kulit buah kakao pada zat warna *metanil yellow* sebesar 1,572 mg/g.

Saran

Untuk mengembangkan penelitian selanjutnya, maka disarankan agar:

- Melakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan variasi waktu perendaman pada tahap aktivasi kimia.
- Melakukan penelitian, dengan menggunakan konsentrasi aktivator HCl dibawah 1M.
- Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan aktivator basa.
- Perlu melakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan ukuran mesh yang lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Jufri, A. I., 2009, "Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) Terhadap Zat Warna Rhodamin B", *Skripsi Sarjana*, Makassar: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNM Makassar.
- Sitohang,dkk., 2009, "Pemanfaatan Limbah Sekam Padi menjadi Arang Aktif sebagai Adsorben",*Jurnal PKM*, **online**, Institut Pertanian Bogor, Bogor, <http://repository.IPB.Ac.id>, diakses 23 Januari 2013.
- Atkins PW., 1999, *Kimia Fisika Jilid II*. Kartohadiprodjo II, Penerjemah; Rohhadyan T, editor. Oxford: Oxford University Press. Terjemahan dari: *Physical Chemistry*.
- Suhendra, D., 2010, "Pembuatan Arang Aktif dari Batang Jagung Menggunakan Aktivator Asam Sulfat pada Penyerapan Ion Tembaga (Cu)", **online**, <http://www.wordpress.com>, diakses 23 Maret 2013.
- Hapid, D., 2013, "Kapasitas Adsorpsi Pasir Silika Terhadap Zat Warna Rhodamin B.", *Skripsi Sarjana*, Makassar: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNM Makassar.
- Fitriawati, E., *Kapasitas Adsorpsi Khitosan Terhadap Rhodamin B*, **online**, <http://www.wordpress.com>, diakses 23 Februari 2013.
- Fessenden RJ dan Fessenden JS, 1986, *Kimia Organik Jilid 1 Edisi ke-3*. Penerjemah; Pudjaatmaka AH. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: *Organic Chemistry*.
- Hendayana, 1990, *Kimia Analitik Instrumen*. Bandung: Fakultas MIPA IKIP.