

## ADSORBSI ZAT PEWARNA TEKSTIL *MALACHITE GREEN* MENGUNAKAN ADSORBEN KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma cacao*) TERAKTIVASI $\text{HNO}_3$

Patria Sukmawati<sup>1</sup>, Budi Utami<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan Pendidikan MIPA

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami No. 36-A Ketingan Surakarta

E-mail : sukawatipatria@yahoo.co.id

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) Bahwa limbah kulit kakao dapat digunakan sebagai adsorben zat warna tekstil *Malachite green*. (2) Sifat adsorpsi zat warna tekstil *Malachite green* oleh adsorben dari kulit kakao. (3) Waktu kontak optimum adsorben kulit kakao terhadap zat warna *Malachite green*. (4) Massa optimum adsorben kulit kakao terhadap zat warna *Malachite green*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Sampel yang digunakan adalah kulit kakao yang didapatkan dari desa Gondang, Kecamatan Purwantoro, Kabupaten Wonogiri. Adsorben yang digunakan adalah kulit kakao dengan ukuran 100 mesh yang diaktivasi dengan larutan  $\text{HNO}_3$  0,6 M. Penentuan kondisi optimum dilakukan dengan variasi massa yang digunakan 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25 dan 0,30 gram. Variasi waktu yang digunakan 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit, serta variasi konsentrasi yang digunakan 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 ppm. Volume larutan zat warna yang digunakan untuk masing-masing variasi adalah 25 ml. Teknik pengumpulan data menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa: (1) Kulit kakao (*Theobroma cacao*) dapat digunakan sebagai adsorben zat warna tekstil *Malachite green*. (2) massa optimum yang dibutuhkan adsorben kulit kakao untuk menyerap zat warna tekstil *Malachite green* adalah 0,25 gram, (3) waktu kontak optimum yang dibutuhkan adsorben kulit kakao untuk menyerap zat warna tekstil *Malachite green* adalah 40 menit. (4) Adsorpsi zat warna tekstil *Malachite green* oleh adsorben kulit kakao adalah adsorpsi kimia.

Kata kunci: Adsorben, Kulit Kakao, *Malachite green*

### I. Pendahuluan

Industri batik merupakan salah satu jenis industri yang banyak menggunakan zat warna sintesis sebagai pewarna produksinya. Pada umumnya limbah zat warna mengandung senyawa yang bersifat karsinogen dan non-biodegradable (Prabaningrum dan Muharini, 2008: 398). Berbagai produk yang dihasilkan dari industri batik diantaranya adalah kain *finished* atau kain grey yang telah melalui proses pemasakan, pemutihan, pencelupan (*dyeing*), pewarnaan (*colouring*) dan pencapan (*printing*). Proses pencelupan kain pada zat warna dalam industri tekstil menghasilkan limbah cair yang masih banyak mengandung zat warna dan zat penunjang proses pencelupan. Hal ini karena tidak terserapnya seluruh warna ke dalam kain [1].

Alam mempunyai kemampuan dalam menetralkan pencemaran yang terjadi apabila jumlahnya kecil, akan tetapi apabila dalam jumlah yang cukup besar akan menimbulkan dampak negatif terhadap alam karena dapat mengakibatkan terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan sehingga dapat dikatakan telah mencemari lingkungan. Hal ini dapat dicegah dengan mengolah limbah yang dihasilkan industri sebelum dibuang ke badan air. Limbah yang dibuang ke sungai harus memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan, karena sungai merupakan salah satu sumber air bersih bagi masyarakat, sehingga diharapkan tidak tercemar dan bisa digunakan untuk keperluan lainnya. Salah satu masalah yang paling mengganggu dari limbah industri tekstil adalah kandungan zat warna yang mengandung benzene. Dalam industri tekstil, zat warna merupakan salah satu bahan baku utama, sekitar 10-15 % dari zat warna yang sudah digunakan tidak dapat

dipakai ulang dan harus dibuang. Selain mencemari lingkungan, zat warna tersebut juga dapat membahayakan keanekaragaman hayati dan mengganggu kesehatan, misalnya iritasi kulit, iritasi mata dan kanker. Bahkan zat warna juga dapat menyebabkan terjadinya mutasi [2].

*Malachite green* merupakan zat warna dasar untuk celup. Bahan dasar celup merupakan garam dari warna dasar organik yang mengandung amino dan imino kelompok dan juga dikombinasikan dengan warna asam, seperti asam klorida. *Malachite green* mempunyai warna yang paling cemerlang dibandingkan bahan celup sintetis lainnya. Bahan celup dasar adalah kationik yang mempunyai muatan positif dan digunakan untuk kain anionik yang bermuatan negatif seperti wol, sutra, dan nilon. Pewarna kimia ini terutama digunakan untuk pewarna sutra, kulit dan kertas. *Malachite green* mempunyai kegunaan yang luas dalam bidang medis sebagai antiseptik lokal. Ini efektif untuk membunuh parasit dan bakteri gram positif. Akumulasi zat warna *Malachite green* dalam tubuh makhluk hidup dapat mempengaruhi sistem kekebalan tubuh, sistem reproduksi dan bersifat karsinogenik serta gemotoksik. Meskipun penggunaan pewarna ini telah dilarang di beberapa Negara dan dilarang oleh US Food and Drug Administration, namun masih digunakan di banyak belahan dunia. Hal ini karena harganya murah, mudah ditemukan, dan efek yang dihasilkan menarik. Kadar *Malachite green* yang diperbolehkan diperairan adalah 0,01 ppm [3]. Hasil tes laboratorium menunjukkan bahwa tikus yang memakan malachite green pada konsentrasi 100 ppb selama lebih dari 2 tahun menunjukkan adanya tanda-tanda tumor [4].

Saat ini kelestarian lingkungan menjadi sorotan kalangan luas, terutama masalah yang berkaitan dengan limbah industri. Industri di Indonesia berkembang dengan pesat terutama industri tekstil. Industri tekstil menghasilkan limbah yang berbahaya. Namun teknologi pengolahan limbah yang tersedia memakan biaya yang cukup tinggi, dengan hasil yang belum memadai, bahkan menghasilkan produk samping yang berbahaya. Salah satu penanganan limbah dalam lingkungan air adalah dengan mengadsorpsi limbah kedalam suatu media. Hal ini dilakukan dengan

memasukkan adsorben dalam air, sehingga limbah yang terdapat dalam air akan diserap ke permukaan maupun ke dalam adsorben.

Penelitian penggunaan bahan alam sebagai adsorben limbah cair sudah banyak dilakukan untuk membantu menangani limbah yang dihasilkan oleh industri. Dengan karbon aktif dari kulit biji mete dapat menyerap limbah zat warna tekstil *Malachite green* [5]. Kemampuan karbon aktif dari kulit biji mete untuk menyerap limbah zat warna tekstil dari biji mete adalah 99,42 %. Dalam penelitian ini digunakan adsorben kulit kakao yang diaktivasi menggunakan larutan  $\text{HNO}_3$  0,6 M untuk mengadsorpsi zat warna tekstil *Malachite green*.

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu produk hasil pertanian yang sangat penting dalam suatu wilayah. Bagian buah kakao yang mempunyai nilai ekonomis adalah bijinya, sedangkan kulitnya yang merupakan limbah pengolahan biji kakao tidak dimanfaatkan. Kulit kakao dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan karena penggunaannya sangat terbatas dan terkadang dibuang begitu saja tanpa penggunaan lebih lanjut [6]. Sampai saat ini pemanfaatan kulit kakao di perkebunan-perkebunan besar adalah sebagai pupuk tanaman dengan cara ditimbun di sela-sela tanaman kakao. Kulit buah kakao beratnya mencapai 75 % seluruh berat buah, sehingga dapat dikatakan bahwa limbah utama pengolahan buah kakao adalah kulit [7]. Kasus penanganan limbah pertanian dan perkebunan sampai saat ini masih merupakan kendala dalam program penanganan limbah di tingkat petani. Masalah ini di antaranya adalah keterbatasan waktu, tenaga kerja, maupun keterbatasan areal pembuangan. Di samping itu limbah pertanian dan perkebunan belum banyak dimanfaatkan walaupun dalam beberapa kondisi memiliki potensi sebagai bahan pakan ternak maupun bahan baku pembuatan kompos, sehingga perlu dilakukan pengamatan dalam mendukung program pemanfaatan limbah potensial terutama limbah potensial yang dihasilkan oleh tanaman kakao yaitu limbah kulit kakao [8].

Kulit buah kakao mempunyai potensi menjadi biosorben karena mengandung selulosa sebesar 23-54 % [9]. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan dan memaksimalkan potensi limbah kulit kakao untuk mengadsorpsi zat warna tekstil yang

dapat mencemari lingkungan. Limbah kulit kakao akan diolah menjadi biomassa yang dapat menyerap zat warna tekstil dengan aktivasi asam nitrat. Dengan demikian kulit kakao tidak hanya akan menjadi limbah atau sebagai pakan ternak dan pupuk kompos. Hipotesis dari penelitian ini adalah kulit buah kakao yang mengandung selulosa dapat digunakan sebagai biosorben zat warna.

## II. Pembahasan

### 2.1 Preparasi Sampel

Pembuatan adsorben kulit kakao dilakukan dengan mengeringkan kulit kakao yang sudah dicuci bersih dan dipotong kecil-kecil menggunakan oven. Kulit kakao kering kemudian digiling dan diayak dengan ukuran 100 mesh. Selanjutnya serbuk kulit kakao diaktivasi dengan direndam menggunakan HNO<sub>3</sub> 0,6 M. Langkah selanjutnya adsorben kulit kakao dinetralisasi dengan menggunakan aquades hingga pH 7 kemudian dikeringkan dengan oven selama 24 jam.

### 2.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Malachite green

Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, panjang gelombang maksimum *Malachite green* yang diperoleh adalah 617 nm. Sedangkan menurut teori panjang gelombang maksimum *Malachite green* adalah 618 nm [10].

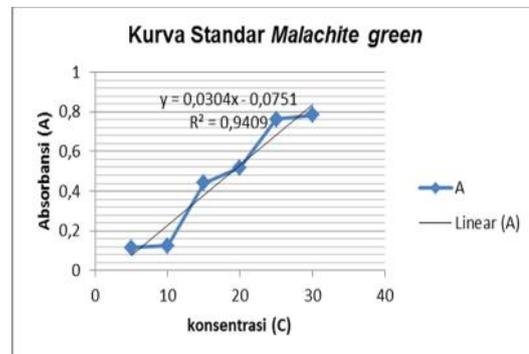
### 2.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi Standar

Data adsorbansi dari pembuatan kurva standar *Malachite green* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data adsorbansi kurva standar *Malachite Green*

C (ppm)	A
5	0,116
10	0,124
15	0,442
20	0,518
25	0,763
30	0,783

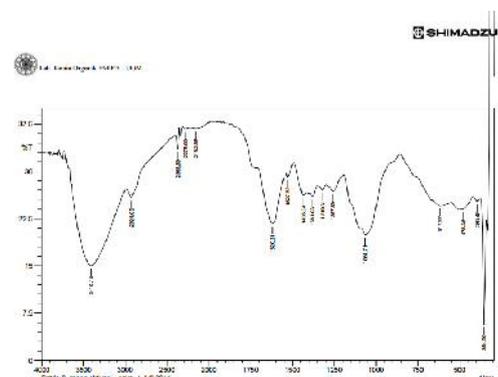
Grafik larutan standar *Malachite green* diperoleh dari pengukuran dengan spektrofotometer UV-Vis tersedia pada Gambar 1.



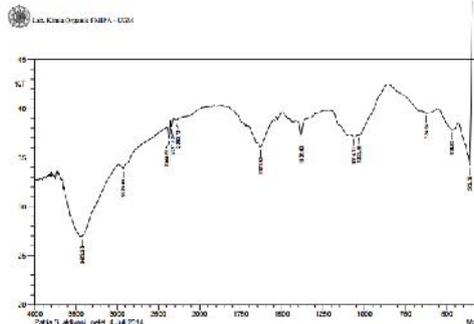
Gambar 1. Kurva Standar *Malachite Green*

### 2.4 Data spektra FTIR adsorben kulit kakao tanpa aktivasi dan adsorben kulit kakao teraktivasi HNO<sub>3</sub> 0,6 M

Dalam penelitian ini digunakan analisis FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada adsorben kulit kakao. Dari hasil analisis spektra FTIR yang dihasilkan dapat diketahui bahwa dalam adsorben kulit kakao tanpa aktivasi terdapat gugus fungsi hidroksil (- OH) pada frekuensi 3410,15 cm<sup>-1</sup> dan setelah adsorben kulit kakao diaktivasi menggunakan HNO<sub>3</sub> 0,6 M, gugus hidroksil masih ada, ditunjukkan pada frekuensi 3425,58 cm<sup>-1</sup>. Karena adanya gugus hidroksil (- OH) berada pada rentang frekuensi 3500-3200 cm<sup>-1</sup>. Sehingga antara adsorben dari kulit kakao dengan zat warna tekstil *Malachite green* dapat terjadi gaya tarik ke arah permukaan adsorben kulit kakao yang menyebabkan zat warna tekstil *Malachite Green* dapat terjepit



Gambar 2. spektra FTIR adsorben kulit kakao tanpa aktivasi.

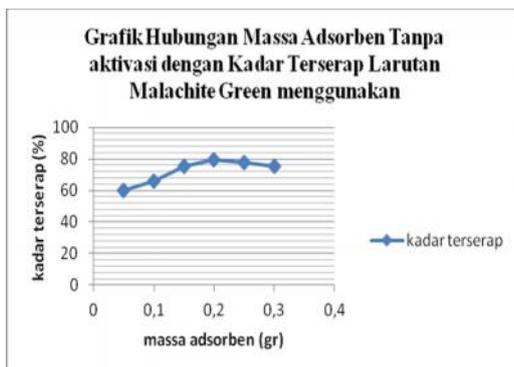


Gambar 3. spektra FTIR adsorben kulit kakao teraktivasi HNO<sub>3</sub> 0,6 M

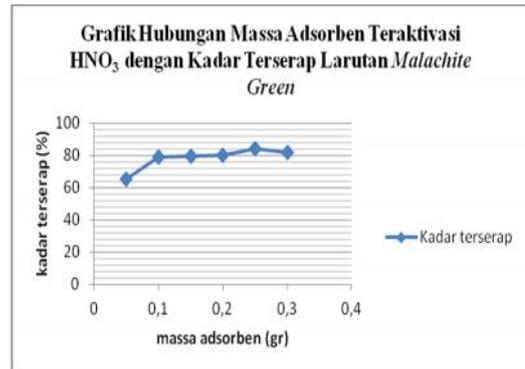
### 2.5 Penentuan Massa Optimum

Penentuan massa optimum dilakukan dengan mengontakkan larutan *Malachite green* 30 ppm dengan berbagai variasi massa adsorben yaitu 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; dan 0,3 gram pada waktu kontak 40 menit. Kemudian disaring, filtratnya diukur absorbansi pada panjang gelombang 617 nm.

Berikut ini grafik hubungan massa adsorben tanpa aktivasi dengan kadar terserap larutan *Malachite green* seperti ditunjukkan Gambar 4.



Gambar 4. grafik hubungan Massa adsorben tanpa aktivasi dengan Kadar Larutan *Malachite Green* yang terserap. Berikut ini grafik hubungan massa terhadap konsentrasi larutan *Malachite green* yang terserap seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Massa dengan Kadar Larutan *Malachite Green* yang terserap.

Massa optimum pada adsorben kulit kakao teraktivasi HNO<sub>3</sub> lebih tinggi dibandingkan massa optimum pada adsorben kulit kakao tanpa aktivasi, yaitu sebesar 0,20 gram dengan kemampuan menyerap sebesar 79,26 %. Pada massa 0,25 gram kemampuan menyerap adsorben tanpa aktivasi menurun menjadi 77,89 %. Hal tersebut menunjukkan bahwa adsorben kulit kakao teraktivasi HNO<sub>3</sub> lebih efektif daripada tanpa aktivasi untuk menyerap zat warna tekstil *Malachite green*.

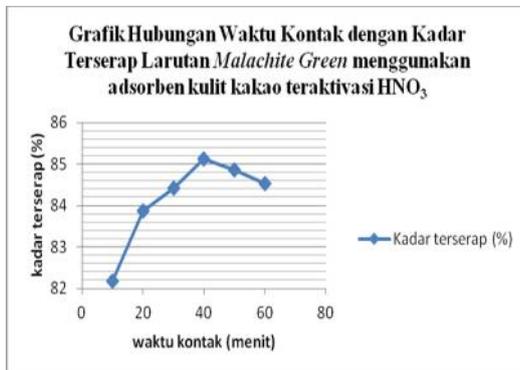
### 2.6 Penentuan Waktu Kontak Optimum

Waktu kontak merupakan hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi, karena waktu kontak memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik kecuali setelah mencapai optimum. Hal ini karena semakin lama waktu kontak maka secara logika zat yang teradsorpsi juga semakin banyak sehingga dimungkinkan dalam penelitian ini zat warna yang terserap juga semakin banyak. grafik hubungan waktu terhadap larutan *Malachite green* yang terserap ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Grafik hubungan Waktu

kontak dengan Kadar terserap larutan *Malachite green* menggunakan kulit kakao tanpa aktivasi



Gambar 7 Grafik Hubungan Waktu Kontak dengan Kadar Terserap larutan *Malachite green* menggunakan adsorben kulit kakao teraktivasi  $HNO_3$  0,6 M

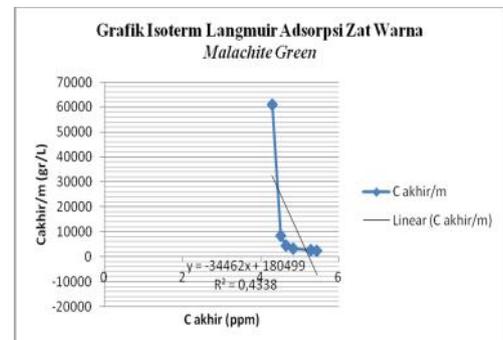
Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kadar terserap yang paling optimum terjadi pada waktu kontak 40 menit dengan kadar terserap 85,13 %. Kadar terserap pada pada menit ke-40 menggunakan adsorben kulit kakao teraktivasi  $HNO_3$  lebih tinggi dibandingkan dengan kadar terserap menggunakan adsorben kulit kakao tanpa aktivasi sebesar 83,10 %. Sedangkan waktu optimum menggunakan adsorben kulit kakao tanpa aktivasi adalah 30 menit dengan kadar terserap sebesar 83,81 %. Hal ini menunjukkan bahwa adsorben kulit kakao teraktivasi  $HNO_3$  lebih efektif digunakan sebagai adsorben zat warna *Malachite green*.

**2.7 Analisis Isoterm Adsorpsi Zat Warna *Malachite green* oleh Adsorben Kulit Kakao Teraktivasi  $HNO_3$**

Isoterm merupakan hubungan empiris yang digunakan untuk menentukan berapa banyak zat terlarut dapat teradsorpsi oleh adsorben kulit kakao teraktivasi. Isoterm adsorpsi adalah representasi grafis yang menunjukkan hubungan antara jumlah diserap oleh satuan berat adsorben dan jumlah adsorbat yang tersisa dalam medium uji pada kesetimbangan. Faktor utama yang menentukan jenis dari isoterm adalah jumlah senyawa terserap dalam larutan, tingkat kompetisi di

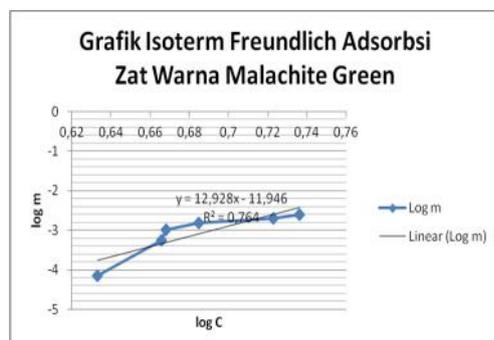
antara zat terlarut untuk situs adsorpsi dan karakteristik adsorben kulit kakao. Terdapat berbagai macam isoterm adsorpsi, antara lain isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich. Isoterm adsorpsi digunakan untuk menentukan jenis adsorpsi yang terjadi. Penentuan jenis adsorpsi ditinjau dari besarnya nilai regresi linear yang dihasilkan oleh grafik dari masing-masing isoterm. Isoterm adsorpsi Langmuir digunakan untuk menggambarkan adsorpsi kimia, sedangkan isoterm adsorpsi Freundlich digunakan untuk menggambarkan adsorpsi fisika.

Untuk menentukan apakah adsorpsi zat warna tekstil *Malachite green* oleh adsorben kulit kakao teraktivasi mengikuti pola isoterm Langmuir terlebih dahulu ditentukan konsentrasi setimbang (C) dan daya jerap (m) dan membuat grafik hubungan C/m dan C. Gambar 8 menunjukkan grafik hubungan C/m dan C. Dari grafik tersebut terlihat bahwa grafik tidak membentuk garis lurus dengan regresi Linear yang diperoleh 0,4338.



Gambar 8. Grafik Isoterm Langmuir Adsorpsi Zat Warna *Malachite Green*

Isoterm adsorpsi Freundlich terjadi pada beberapa lapis dan ikatannya tidak kuat. Persamaan Freundlich berlaku dengan hasil yang memuaskan apabila diterapkan pada larutan encer. Isoterm Freundlich ditentukan dengan memplotkan data log m dan log C. Gambar 9 menunjukkan grafik hubungan log m dan log C. Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa grafik juga tidak membentuk garis lurus dengan nilai regresi linear sebesar 0,764.



Gambar 9. Grafik Isoterm Freundlich

Dengan membandingkan nilai regresi dari isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich dapat disimpulkan bahwa kemungkinan adsorpsi zat warna tekstil *Malachite green* oleh adsorben kulit kakao teraktivasi dominan adsorpsi fisika. Dibuktikan dari nilai regresi linear dari isoterm Langmuir lebih kecil daripada regresi linear isoterm Freundlich. Berdasarkan hasil penelitian ini hipotesis yang menyatakan bahwa isoterm adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi kimia tidak terbukti. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh waktu aktivasi adsorben kulit kakao dengan  $\text{HNO}_3$  hanya sebentar, sehingga mengakibatkan pori-pori adsorben tidak terbuka secara optimal. Pori-pori adsorben yang tidak terbuka secara optimal saat dikontakkan dengan zat warna mengakibatkan zat warna tekstil hanya menempel di permukaan adsorben dengan ikatannya yang tidak kuat dan hanya memperlihatkan kondisi fisik saja tanpa adanya reaksi kimia antara adsorben dan adsorbat.

### III. Kesimpulan dan Saran

#### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan ; 1) kulit kakao (*Theobroma cacao*) dapat digunakan sebagai adsorben zat warna tekstil *Malachite green*, 2) massa optimum yang dibutuhkan adsorben kulit kakao teraktivasi  $\text{HNO}_3$  untuk menyerap zat warna tekstil *Malachite green* sebesar 0,25 gram, 3) waktu kontak optimum yang dibutuhkan adsorben kulit kakao teraktivasi  $\text{HNO}_3$  untuk menyerap zat warna tekstil *Malachite green* adalah 40 menit, 4) adsorpsi zat warna tekstil *Malachite*

*green* oleh adsorben kulit kakao adalah adsorpsi fisika, dilihat dari regresi linear isoterm adsorpsi Freundlich lebih besar daripada regresi linear isoterm adsorpsi Langmuir.

#### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disarankan : 1) Menggunakan adsorben kulit kakao (*Theobroma cacao*) sebagai adsorben limbah cair yang mengandung zat warna tekstil *Malachite green*, 2) Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan zat warna basa yang lain, 3) Dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk memperoleh bentuk sediaan adsorben yang tepat, misalnya dalam bentuk tablet atau kapsul agar adsorben kulit kakao lebih mudah digunakan, 4) Menggunakan adsorben kulit kakao (*Theobroma cacao*) sebagai adsorben limbah cair yang mengandung logam berat.

### IV. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rohmah, Nur dan Sugiarto, Anto Tri. 2008. *Pengaruh pH dan Konsentrasi Zat Warna pada pengurangan Zat Warna Remazol Navy Blue Scarlet dengan Teknologi AOP*. LIPI
- [2] Mathur, N.; Badnagar, P.; Bakre, P. 2005. *Assesing Mutagenicity of Textile Dyes From Pali (Rajasthan) Using Ames Bioassay*. Applied Ecology and Enviromental Research 4 (1) diakses 12 Januari 2014
- [3] Srivasta, Shivaji., Sinha, Ranjana. And Roy,D. 2004. *Toxicological effecys of Malachite Green*. Review. India. dalam [www.elsevier.com/locate/aquatox](http://www.elsevier.com/locate/aquatox) diakses tanggal 25 Oktober 2013
- [4] <http://www.chemicaland21.com> diakses tanggal 1 Juni 2014
- [5] Kristyaningrum, Dwi Hesty. 2011. *Pemanfaatan Arang AKtif dari Kulit Biji Mete (Anacardium Occidentale) sebagai Adsorben Zat Warna Tekstil Malachite Green*. Seminar Kimia: Pendidikan Kimia FKIP UNS
- [6] Erika, Cut. 2013. *Ekstraksi Pektin dari Kulit Kakao (Theobroma cacao L.) menggunakan Amonium Oksalat*. Universitas Syah Kuala Banda Aceh dalam Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia Vol (5) No. 2

- [7] Wulan, Siti Narsito. 2001. *Kemungkinan Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao L.) sebagai Sumber Zat Pewarna ( $\beta$ - karoten).* Jurnal teknologi Pertanian Vol. 2 No. 2 diakses 12 Januari 2014
- [8] <http://laskarpemberani.wordpress.com/> diakses tanggal 1 Juni 2014
- [9] Misran, Erni. (2009). *Pemanfaatan Kulit Coklat dan Kulit Kopi sebagai Adsorben Ion Pb dalam Larutan.* SIGMA: Jurnal Sains dan Teknologi
- [10] Hameed, B.H. dan El-Khaiary, M.I. 2008. *Malachite Green Adsorption by Rattan Sawdust: Isotherm, Kinetic and Mechanism Modeling.* Journal of Hazardous Materials dalam [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com) diakses tanggal 4 Juni 2014

Pemakalah : Patria Sukmawati

Penanya : -

Pertanyaan :

1. Adsorben dapat direcicly, mana yang lebih baik dengan adsorbsen dari bio massa dari kulit buah kakao?
2. Mengapa dipilih massa optimum 0,25 gram?

Jawaban : -