



Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal

e-ISSN: 2621-5586

Volume 5, Nomor 1, Maret 2023

Doi: <https://doi.org/10.36441/seoi.v5i1.1799>

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT JERUK MANDARIN SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA *METHYLENE BLUE*

Utilization of Mandarin Orange Peel Waste as an Adsorbent for Methylene Blue Dye

Fakhri Muflih*, Laila Febrina, Ira Mulyawati

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sahid, Jakarta

*E-mail korespondensi: fakhrimuflih28@gmail.com

Diterima: 24 Maret 2023

Disetujui: 30 Maret 2023

ABSTRACT

Utilization of mandarin orange peel waste as an adsorbent for methylene blue dye is carried out to minimize methylene blue contamination. The research was conducted by using spike method samples then analyte was adsorbed. This research aims to make an adsorbent with chemical activation, which has a particle size of 100 mesh, and the quality of the adsorbent based on SNI 06-3730-199 to determine the optimum time and weight required to adsorb methylene blue. This research use Freundlich isotherm data processing and analysis of variance ANOVA. Making adsorbent is done by cleaning, then drying in an oven at a temperature of 150°C, then put into the furnace with a temperature of 600°C, then continued the process of testing the quality of the adsorbent based on SNI 06-3730-199. The adsorbent based on parameters contained in SNI 06-3730-1995, including 9,13% for water content, 7,26% for ash content, and 959,2 mg/g for absorption of iodine. These results have met the requirements. The optimum weight from the research is 1,5 grams, and the optimum time required for the adsorbent to absorb the analyte is 90 minutes. The efficiency of the adsorbent for absorbing methylene blue at optimum weight and interaction time is 98,93%.

Keywords: adsorbent, Freundlich isotherm, methylene blue

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah kulit jeruk mandarin sebagai adsorben zat warna *methylene blue* dilakukan untuk meminimalisir kontaminasi *methylene blue*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *spike* kemudian analit tersebut diadsorpsi. Penelitian bertujuan membuat adsorben dengan aktivasi kimia berukuran partikel 100 *mesh* serta kualitas adsorben berdasarkan SNI 06-3730-199 dan mengetahui waktu dan bobot optimum untuk mengadsorpsi *methylene blue*. Penelitian ini menggunakan pengolahan data *isotherm freundlich* dan analisis variansi ANOVA. Pembuatan adsorben dilakukan dengan cara dibersihkan, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 150 °C, dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu 600 °C, kemudian di uji kualitasnya berdasarkan SNI 06-3730-1995. Karakteristik adsorben berdasarkan parameter yang terdapat pada SNI 06-3730-1995 antara lain 9,13% untuk Kadar Air; 7,26% untuk Kadar Abu; dan 959,2 mg/g untuk Daya Serap Iodin, hasil tersebut telah memenuhi dari persyaratan. Bobot optimum yang didapatkan pada percobaan ialah 1,5 gram dan waktu optimum yang diperlukan adsorben untuk menyerap analit ialah selama 90 menit. Efisiensi adsorben untuk mengadsorpsi *methylene blue* pada bobot dan waktu kontak optimum ialah sebesar 98,93 %.

Kata kunci: adsorben, *frundlich isotherm*, *methylene blue*

How to cite this article:

Muflih, Fakhri, Febrina, Laila, Mulyawati, Ira (2023). Pemanfaatan Limbah Kulit Jeruk Mandarin Sebagai Adsorben Zat Warna Methylene Blue. *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, 5 (1), 46-55. Doi: <https://doi.org/10.36441/seoi.v5i1.1799>

PENDAHULUAN

Pencemaran air dapat saja terjadi akibat lainnya manusia dalam mengolah limbah khususnya limbah yang berasal dari industri. Pencemaran air adalah pencemaran yang terjadi di badan air (seperti lautan, danau sungai, air, tanah) yang bisa disebabkan oleh manusia, perubahan dalam bentuk fisik, kimia, atau biologis. Air memiliki konsekuensi yang merugikan bagi organisme. Pencemaran mengakibatkan krisis air tawar, mengancam sumber daya air minum dan kebutuhan pentingnya bagi manusia maupun makhluk lainnya. Pencemaran air adalah masuknya komponen, energi atau zat tertentu ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga mengakibatkan kualitas air turun sampai tingkat tertentu dan tidak bisa digunakan sesuai dengan peruntukannya (Siska, 2021). Pencemaran lingkungan akibat industri yang gagal dalam mengolah limbah seharusnya tidak terjadi karena telah diatur dalam (Undang Undang Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Bab 1 Pasal 1 ayat 4).

Penduduk Indonesia yang makin tahun makin bertambah, tentu saja membutuhkan kebutuhan pakaian (sandang). Permintaan kebutuhan pakaian tentu saja makin banyak, maka dari itu jumlah industri tekstil makin meningkat. Salah satu contohnya pada provinsi Jawa Barat, peningkatan jumlah industri dari 839 pabrik meningkat menjadi 1.062 pabrik dengan rata-rata peningkatan 82,1% per tahunnya (Haryono, Christie, & Atiek, 2018). Pertumbuhan jumlah industri tekstil yang terjadi membuat semakin tinggi juga limbah yang dibuang terhadap badan air, maka dari itu setiap limbah yang dikeluarkan pada badan air setempat haruslah sesuai dengan baku mutu yang telah diatur. apabila limbah ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan bila masih digunakan maka akan menimbulkan penyakit gatal, diare dan mual (Al Hidayah, 2018). Salah satu cara menurunkan kadar analit dalam air limbah yaitu dengan cara membangun Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) pada setiap industri atau dapat dilakukan dengan cara konvensional yaitu dengan menambahkan adsorben. Limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil salah satunya ialah pewarna pakaian yang mengandung *methylene blue*.

Zat warna tekstil terbagi menjadi dua yaitu alami dan buatan atau sintesis. Zat warna alami berasal dari tumbuhan atau hewan, sedangkan zat warna sintesis berasal dari bahan kimia. Molekul zat warna merupakan gabungan dari zat organik tak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna dan auxokrom sebagai pengikat warna dengan serat. Gugus kromofor ialah gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna (Leksono, 2012). Pada penelitian ini zat warna yang akan diturunkan kadarnya atau yang berpean menjadi analit ialah *methylene blue*. *Methylene blue* dalam lingkungan perairan dapat merusak berbagai spesies mahluk hidup karna sifat zat warna *methylen blue* yang mempunyai toksisitas yang cukup tinggi, maka perlu dilakukan berbagai upaya untuk meminimalkan limbah zat warna tersebut, contohnya dengan mengadsorpsi atau menjerapnya dalam karbon aktif (Handayani, Riwayati, & Ratnani, 2015).

Adsorben umumnya menggunakan bahan-bahan yang memiliki pori-pori sehingga proses adsorpsi terjadi di pori-pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel tersebut. Pada umumnya pori-pori yang terdapat di adsorben biasanya sangat kecil, sehingga luas permukaan dalam menjadi lebih besar daripada permukaan luar. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan tersebut lebih erat daripada molekul lainnya (Saragih, 2008). Adsorben yang cocok digunakan agar tidak mencemari lingkungan ialah adsorben alami atau biosorben contohnya pada buah, tumbuhan air, dan tanaman lainnya. Banyak penggunaan limbah kulit buah jeruk untuk dijadikan adsorben alami, adsorben yang terbuat

dari limbah kulit jeruk keprok untuk mengadsorpsi pewarna didapatkan efisiensi sebesar 96% (Erprihana & Hartanto, 2014), hal ini menunjukkan limbah kulit jeruk dapat digunakan menjadi adsorben alami. Pada penelitian ini digunakan juga limbah kulit buah jeruk sebagai bahan dasar pembuatan adsorben, namun jenis jeruk yang digunakan ialah jeruk mandarin.

Adsorben yang berasal dari bahan alam yang ramah lingkungan atau material hasil limbah industri merupakan bahan yang potensial untuk digunakan. Syarat sebagai adsorben ialah memiliki luas permukaan adsorben yang luas, volume internal yang besar, yang ditunjukkan dengan porositas. Kekuatan mekanis yang baik serta ketahanan terhadap abrasi merupakan sifat yang penting, adsorben akan mengalami proses regenerasi berulang-ulang pada saat digunakan. Agar dapat memisahkan bahan dengan baik, maka adsorben harus memiliki kemampuan transfer massa yang baik (Kusmiyati, Lystanto, & Pratiwi, 2012). Adsorben alami selain tidak mencemari lingkungan, juga dapat ditemukan dengan mudah dan murah. Banyak adsorben yang dibuat dari bahan alami seperti serabut kelapa, tempurung kelapa, singkong, jeruk, dan lain sebagainya.

Buah jeruk di masa pandemi COVID-19 tentu saja menjadi pilihan buah yang sangat diminati karena kandungan vitamin C nya yang bermanfaat untuk meningkatkan imunitas tubuh manusia. Penggunaan buah jeruk yang dapat dijadikan minuman, limbahnya yang berupa kulit dari jeruk tersebut diambil untuk dimanfaatkan. Limbah kulit dari jeruk secara umum berkontribusi sebesar 40 – 50% dari total bobot buah jeruk. Sebelum terjadinya pandemi COVID-19, limbah kulit jeruk dihasilkan dari industri minuman ataupun dari rumah tangga, sekarang dengan adanya pandemi, masyarakat berlomba – lomba untuk meningkatkan imunitasnya salah satu contohnya ialah mengkonsumsi buah jeruk.

Jeruk dapat dimanfaatkan pada bagian daging buahnya dan juga kulit jeruknya. Kulit buah jeruk biasanya hanya dibuang sebagai sampah, yang saat ini menjadi salah satu masalah di kota-kota besar. Untuk mengatasi masalah sampah, salah satu hal yang bisa dilakukan adalah mengolah atau mendaur ulang sampah menjadi produk atau bahan yang berguna (Dewi, 2011). Kulit jeruk dapat digunakan juga untuk hal lainnya, contohnya memanfaatkan untuk mengurangi zat warna dalam limbah cair. Memanfaatkan limbah dari jeruk tentu saja dapat mengurangi biaya dari perusahaan tekstil untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan, karena cukup dengan kulit jeruk yang diberi perlakuan untuk mengikat zat warna yang terkandung dalam limbah cair tersebut. Zat yang dapat menyerap zat warna pada limbah cair ialah pektin. Jeruk secara umum memiliki kandungan pektin sebesar 30% setelah dilakukan ekstraksi.

Kandungan utama kulit jeruk terdiri dari selulosa, pektin, hemiselulosa, lignin, zat warna klorofil dan hidrokarbon dengan berat molekul rendah lainnya. Komponen ini mengandung berbagai kelompok fungsional seperti karboksil dan hidroksil yang membuat kulit jeruk menjadi bahan adsorben potensial untuk menghilangkan berbagai senyawa ionik dari larutan encer (Panjaitan, 2019).

Pengujian untuk melihat penurunan kadar *methylene blue* dilakukan dengan metode ekstraksi secara maserasi atau perendaman dan diukur dengan menggunakan instrument spektrofotometer. Prinsip kerja Spektrofotometri adalah bila cahaya (monokromatik maupun campuran) jatuh pada suatu medium homogen, sebagian dari sinar masuk akan dipantulkan sebagian diserap oleh medium dan sisanya diteruskan. Analisis suatu komponen maupun multikomponen secara spektrofotometri menggunakan landasan hukum Lambert- Beer (Fatimah, 2015). Nilai yang keluar dari cahaya yang diteruskan dinyatakan dalam nilai transmittan. Besarnya cahaya yang diserap (diadsorpsi) sebanding dengan

konsentrasi sampel yang dianalisis. Setelah dilakukan pengukuran, analisa dilanjutkan dengan memasukan konesntrasi pada persamaan *isotherm freundlich*.

METODE

1. Pembuatan Adsorben

Prosedur yang digunakan ialah prosedur dari metode sebelumnya dari jurnal penelitian yang disusun oleh Erprihana dan Hartanto Tahun 2014 yang diberikan sedikit modifikasi. Prosedur dilakukan dengan cara kulit jeruk yang telah dikumpulkan dikeringkan pada suhu 150 °C dengan oven selama 5 jam. Hasil dari pengeringan kemudian dihancurkan dengan blender atau alat potong yang nantinya akan diayak dengan ukuran 100 *mesh*. Serbuk yang telah sama ukurannya, ditambahkan H₃PO₄ 85% dengan perbandingan 1:1 dengan akuades. H₃PO₄ yang ditambahkan pada serbuk harus diencerkan terlebih dahulu dengan akuades hingga 200 mL, setelah dicampur, larutan diaduk selama 1 jam kemudian didiamkan selama 24 jam. Endapan yang terbentuk kemudian diambil dan didiamkan dalam desikator selama 24 jam, kemudian dipanaskan dalam tanur pada suhu 600 °C selama 1 jam. Arang yang terbentuk didinginkan kemudian dibilas dengan akuades hingga pH 6 dan dipanaskan kembali dengan oven selama 6 jam pada suhu 150 °C.

2. Pengujian Kualitas Adsorben

a. Pengujian Kadar Air

Arang aktif Sebanyak 1 gram ditimbang dan ditempatkan pada cawan porselein yang telah diketahui massanya, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105 oC hingga diperoleh massa konstan. Arang aktif kemudian didinginkan dalam desikator.

b. Pengujian Kadar Abu

Arang aktif yang telah kering kemudian dipanaskan dalam tanur pada suhu 900°C selama 15 menit, setelah itu didinginkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang.

c. Pengujian Kadar Iodin

Karbon aktif yang didapat, dilakukan uji daya serap terhadap larutan iodin. Sampel kering sebanyak 0,5 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer, lalu ditambahkan 50 ml larutan I₂ 0,1 N, kemudian dikocok selama 15 menit pada suhu kamar dan selanjutnya disaring. Filtrat sebanyak 10 mL dititrasasi dengan larutan Natrium Tiosulfat (Na₂S₂O₃) 0,1 N hingga berwarna kuning muda lalu diberi beberapa tetes larutan amilum 1% dan titrasi dilanjutkan sampai warna biru tepat hilang.

3. Pembuatan Larutan *Methylene Blue*

Prosedur yang digunakan ialah prosedur dari metode sebelumnya dari jurnal penelitian yang disusun oleh Erprihana dan Hartanto Tahun 2014 yang diberikan sedikit modifikasi. Prosedur dilakukan dengan menghitung konsentrasi *Methylene Blue* secara teoritis hingga mendapatkan konsentrasi 1000 ppm. Larutan kemudian diencerkan menjadi 30 ppm dan ditentukan panjang gelombang maksimumnya (Erprihana & Hartanto, 2014), namun pada percobaan kali ini konsentrasi yang digunakan untuk menentukan panjang gelombang maksimum ialah pada konsentrasi 5 ppm. Larutan *methylene blue* 1000 ppm yang diencerkan menjadi 100 ppm, dilakukan pengenceran kembali sesuai deret yang digunakan yaitu 0; 1; 2; 3; dan 5 ppm kemudian diukur pada panjang gelombang maksimum. Menentukan deret standard *methylene blue* dengan cara menguji deret standard konsentrasi

tertinggi pada penelitian sebelumnya mendapatkan hasil terlalu tinggi sehingga tidak dapat digunakan, maka pada percobaan ini deret standard dibuat lebih rendah dibandingkan pada penelitian sebelumnya.

4. Pengukuran Daya Serap Adsorben Dengan Variabel Waktu dan Bobot Karbon Aktif

Larutan warna yang telah dibuat dengan konsentrasi tertentu, ditambahkan karbon aktif yang telah diaktivasi oleh asam fosfat. Variasi bobot yang digunakan ialah 0,5 g, 1,0 g, dan 1,5 g. kemudian waktu tunggu yang dipakai ialah 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Hasil dari percobaan tersebut diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang maksimum. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode uji anova dua arah dengan interaksi pada Ms. Excel. Data yang akan digunakan ialah pada Tabel 3.2 yang merupakan rancangan acak lengkap untuk percobaan penggunaan variasi bobot dan waktu untuk mendapatkan bobot dan waktu optimum serapan terhadap *methylene blue*. Hipotesis yang digunakan dalam percobaan ini ialah tidak ada pengaruh signifikan terhadap penurunan kadar methylene blue dengan menggunakan variasi bobot dan waktu kontak adsorben terhadap air limbah industri tekstil (H_0) dan ada pengaruh signifikan terhadap penurunan kadar *methylene blue* dengan menggunakan variasi bobot dan waktu kontak adsorben terhadap air limbah industri tekstil (H_1).

5. Analisis Data

Data yang diperoleh berupa data primer yang didapatkan dari pengukuran secara langsung. Data primer yang diperoleh dari hasil pengukuran sampel air yang kemudian diberikan perlakuan (*spike*) analit

HASIL DAN PEM BAHASAN

Pengujian Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu sifat dari bahan arang aktif yang dapat mempengaruhi kemampuan untuk adsorpsi. Kehilangan air atau penurunan kadar air pada bahan arang aktif dapat menyebabkan terbukanya pori – pori pada arang aktif (Hasibuan, 2020). Pengujian kadar air ini dilakukan dengan penimbangan sejumlah ± 1 gram adsorben yang telah dibuat, kemudian dimasukkan kedalam oven kembali pada suhu 150°C , setelah itu didinginkan dan ditimbang hingga bobot konstan yang bertujuan untuk memastikan bobot yang ditimbang benar – benar tepat. Kadar air yang didapatkan pada adsorben yang terbuat dari limbah kulit jeruk sebesar 9,13%. Hasil pengujian kadar air pada adsorben yang terbuat dari limbah kulit jeruk dibandingkan dengan persyaratan yang terdapat pada SNI 06-3730-1995 yang menjelaskan maksimal kadar air yang diperbolehkan sebesar 15%. Bagian ini memuat hasil analisis data (dalam bentuk tabel atau gambar/grafik, bukan data mentah, serta bukan *printscreen* hasil analisis), kaitan antara hasil dan konsep dasar dan atau hipotesis (jika ada), dan kesesuaian atau pertentangan dengan hasil penelitian sebelumnya.

Pengujian Kadar Abu

Kadar abu dilakukan dengan cara memasukan sejumlah ± 1 gram adsorben yang telah dibuat, ke dalam tanur pada suhu 900°C , kemudian didinginkan pada suhu ruang dan ditimbang hingga konstan yang bertujuan mendapatkan bobot yang sebenarnya. Kadar abu yang dihasilkan atau yang terdapat dalam adsorben yang dibuat dari bahan limbah kulit jeruk sebesar 7,26%. Persyaratan pada SNI 06-3730-1995 yang menjelaskan kadar abu yang diperbolehkan dalam adsorben ialah maksimal 10%.

Pengujian Kadar Iodin

Daya serap iodine merupakan suatu kemampuan serap yang dilakukan oleh adsorben terhadap senyawa iodine dengan konsentrasi tertentu. Daya serap iodine dilakukan dengan menitar adsorben dengan larutan Natrium Thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) dengan konsentrasi yang sama dengan larutan iodine yang digunakan sebagai pelarut dari adsorben. Kadar daya serap iodine dari adsorben yang telah dibuat dari limbah kulit jeruk didapatkan sebesar 959,2 mg/g. Persyaratan pada SNI 03-3730-1995 tentang jumlah minimal daya serap iodine yang diperbolehkan sebesar 750 mg/g.

Perbandingan hasil pengujian kualitas karbon aktif dengan SNI 06-3730-1995 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan Hasil Penelitian dengan SNI 06-3730-1995

No.	Parameter	Unit	SNI 06-3730-1995	Hasil Penelitian
1.	Kadar Air	%	Max 15	9,13
2.	Kadar Abu	%	Max 10	7,26
3.	Daya Serap Iodin	mg/g	Min 750	959,2

Sumber: Data diolah oleh peneliti

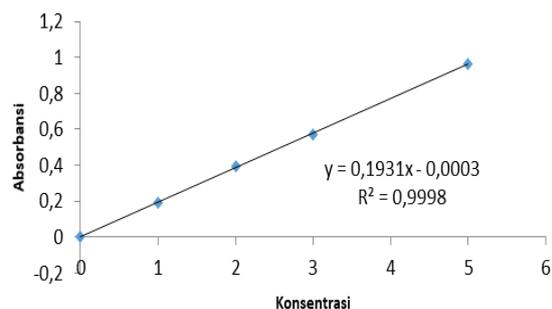
Pembuatan Standard Methylene Blue

Standard *Methylene blue* yang digunakan berupa serbuk yang kemudian dibuat dalam konsentrasi induk 100 mg/L dalam labu takar 100 mL. Standard induk kemudian diencerkan menjadi 0 mg/L; 1 mg/L; 2 mg/L; 3 mg/L; dan 5 mg/L dalam labu takar 50 mL dengan memipet secara berurutan sebanyak 0 mL; 0,5 mL; 1,0 mL; 1,5 mL; dan 2,5 mL ke dalam labu takar 50 mL. Larutan standard diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 664 nm dengan merk Shimadzu dan tipe UV-1601PC, berikut gambar serbuk *methylene blue*, alat ukur spektrofotometer UV-Vis, dan larutan standard *methylene blue*. Hasil absorbansi deret standard dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengujian Deret Standard Methylene Blue

Kurva Kalibrasi					
mg/L	Absorbansi	Evaluasi	Kesimpulan	Keterangan (mg/L)	
0	0,000	$a < \text{Abs MDL}$	Memenuhi	MDLest	0,4
1	0,189	$r > 0,995$	Memenuhi	Abs MDLest	0,077
2	0,394	$\text{Abs blank} < \text{Abs MDL}$	Memenuhi	Kons ICV	3,00
3	0,574	%R ICV	Memenuhi		
5	0,966	85	115		

Abs ICV	0,576
b	0,1931
a	-0,0003
r	0,99990
blank	0,0000
ICV ukur	3,0
%R ICV	99,5

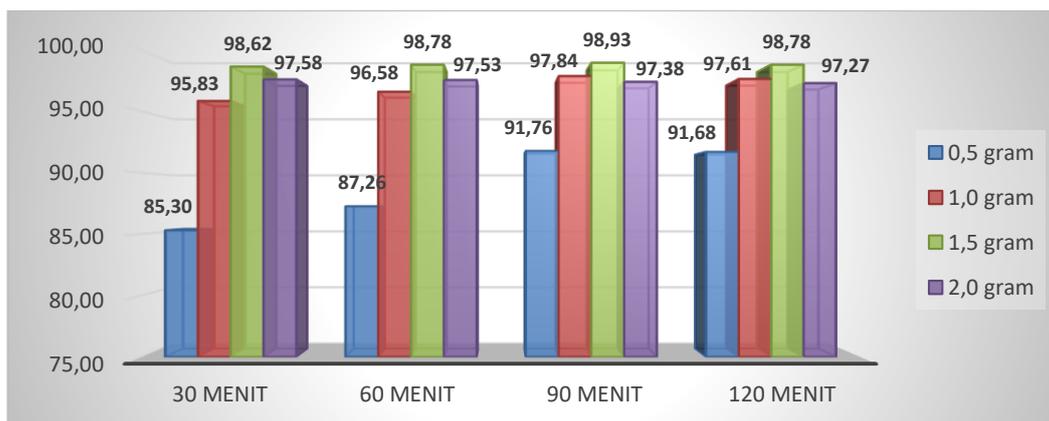


Sumber: Data diolah oleh peneliti

Larutan Standard yang telah diukur dengan spektrofotometer UV-Vis mendapatkan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,9999 dan koefisien determinasi (r^2) sebesar 0,9998.

Pengujian Daya Serap Adsorben Dengan Variabel Waktu dan Bobot Karbon Aktif

Daya adsorpsi arang aktif disebabkan adanya pori-pori mikro yang sangat besar jumlahnya, sehingga menimbulkan gejala kapiler yang mengakibatkan adanya daya adsorpsi (Polii, 2017). Adsorben yang telah dibuat dan diuji untuk persyaratan menjadi adsorben kemudian ditimbang dengan bobot tertentu dan dimasukkan ke dalam gelas piala yang berisi spike standard *methylene blue*, kemudian diukur dengan spektrofotometer UV-Vis dan ditentukan bobot dan waktu maksimal untuk menyerap analit. Pengujian daya serap adsorben terhadap analit dilakukan dengan menguji berbagai bobot adsorben dan juga lamanya waktu yang diperlukan untuk mengadsorpsi analit tersebut seperti yang terlihat pada Gambar 1.



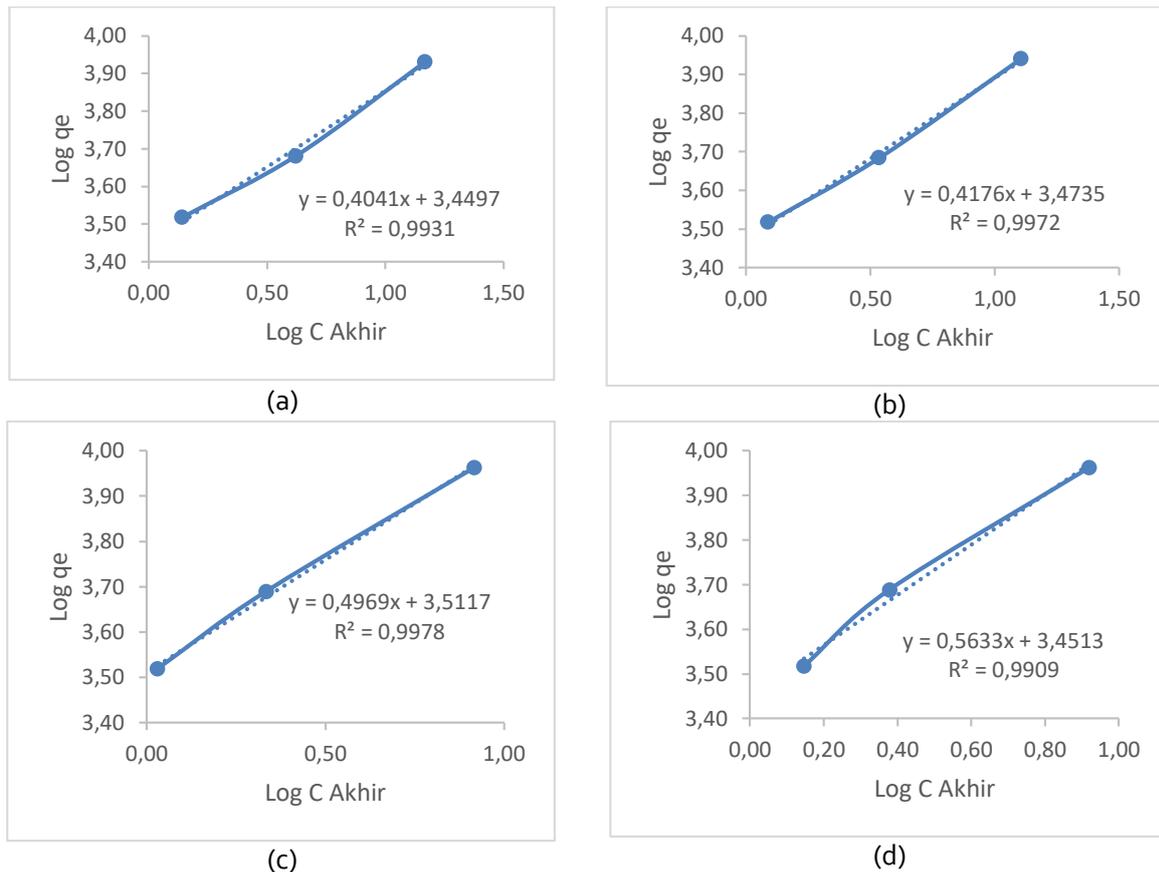
Gambar 1. Diagram Daya Serap Adsorben

Sumber: Dokumen peneliti

Waktu optimum yang digunakan untuk mengaktifasi karbon aktif berbeda – beda tergantung dari bahan dan Jenis aktivatornya (Sahara, Resyana, & Laksimawati, 2020). Hasil pengujian daya serap adsorben yang berasal dari limbah kulit jeruk mandarin terhadap *methylene blue* didapatkan hasil waktu kontak antara adsorben terhadap analit optimum ialah pada waktu 90 menit dan jika dilihat kembali pada diagram diatas bobot optimum yang dihasilkan pada percobaan ialah sebesar 1,5 gram. Penggunaan bobot dan waktu kontak optimum pada perhitungan, didapatkan efisiensi sebesar 98,93% adsorben dari limbah kulit jeruk mandarin untuk mengadsorpsi *methylene blue*.

Pengujian Menggunakan Persamaan *Isoterm Freundlich*

Pengujian lanjutan setelah dilakukan pengujian daya serap adsorben ialah memasukan hasil percobaan ke dalam persamaan *isoterm freundlich*. Kurva *isoterm freundlich* menyajikan perbandingan antara nilai $\log q_e$ dan $\log C_e$. Nilai q_e didapatkan dari perhitungan selisih antara konsentrasi awal (konsentrasi spike) dengan konsentrasi akhir (setelah diadsorpsi oleh adsorben limbah kulit jeruk mandarin) kemudian dikalikan dengan volume untuk mendapatkan satuan mg dan dibandingkan dengan bobot adsorben yang digunakan maka satuan dari q_e ialah mg/g. Nilai C_e merupakan nilai konsentrasi akhir yang didapatkan. Percobaan menggunakan variasi bobot dan variasi waktu, maka menghasilkan beberapa kurva *isoterm freundlich*. Hasil percobaan dengan menggunakan persamaan *isoterm freundlich* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Kurva *Isoterm Freundlich* (a) Waktu Kontak 30 Menit, (b) Waktu Kontak 60 Menit, (c) Waktu Kontak 90 Menit, (d) Waktu Kontak 120 Menit

Sumber: Dokumen peneliti

Kurva hasil dari persamaan *isoterm freundlich* menghasilkan nilai regresi linear yang didapatkan dari perbandingan antara Log Ce dan Log qe. Percobaan menggunakan *isoterm freundlich* yang dilakukan didapatkan kurva dengan nilai regresi paling baik ialah pada Gambar 2 (c) dengan waktu kontak 90 menit yaitu sebesar 0,9978. Hasil dengan regresi terbaik menandakan waktu kontak optimum yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan adsorben dari limbah kulit jeruk mandarin untuk mengurangi atau meminimalisir zat methylene blue dalam air.

Berdasarkan percobaan yang dilakukan, limbah kulit jeruk mandarin dapat digunakan menjadi adsorben karena telah memenuhi persyaratan yang terdapat pada SNI 06-3730-1995. Parameter yang terdapat pada SNI 06-3730-1995 ialah kadar air, kadar abu, dan daya serap iodin. Hasil dalam percobaan berturut – turut ialah sebesar 9,13% kadar air, 7,26% kadar abu, dan 959,2 mg/g daya serap iodin. Daya serap adsorben terhadap *methylene blue* dapat dilihat pada Gambar 1, menunjukkan hasil bobot optimum yaitu sebesar 1,5 gram dengan waktu kontak 90 menit dan memiliki efisiensi sebesar 98,93%. Percobaan juga menggunakan persamaan *isoterm freundlich* yang digunakan untuk meyakinkan waktu kontak adsorben terhadap analit yang menunjukkan hasil yang sama yaitu pada waktu 90 menit.

Pengujian ANOVA Dua Arah Dengan Interaksi

ANOVA dua arah. Menurut Andriani, D P (2014) mengatakan pengujian ANOVA dua arah dibagi menjadi ANOVA dua arah dengan interaksi dan tanpa interaksi, pada penelitian ini metode yang digunakan ialah ANOVA dua arah dengan interaksi. Pengujian hipotesis Anova dua arah dengan interaksi adalah pengujian beda tiga rata-rata atau lebih dengan 2 faktor yang berpengaruh (Andriani D P, 2014). Percobaan menggunakan ANOVA dua arah dengan interaksi dikarenakan memiliki dua faktor yang berpengaruh yaitu bobot dan waktu, interaksi yang terjadi didapatkan dari gabungan antara bobot dan waktu yang berinteraksi terhadap methylene blue. Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini ialah, tidak ada pengaruh signifikan terhadap penurunan kadar methylene blue dengan menggunakan variasi bobot dan waktu kontak adsorben terhadap air limbah industri tekstil (H_0) dan ada pengaruh signifikan terhadap penurunan kadar methylene blue dengan menggunakan variasi bobot dan waktu kontak adsorben terhadap air limbah industri tekstil (H_1). Pengujian ANOVA dua arah menghasilkan data seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Pengujian ANOVA Dua Arah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig,
Corrected Model	500,514 ^a	11	45,501	21328,721	0,0001
Intercept	216185,998	1	216185,998	101337186,57	0,0001
Bobot	431,979	2	215,990	101245,08	0,0001
Waktu	36,967	3	12,322	5776,055	0,0001
Interaksi	31,568	6	5,261	2466,268	0,0001
Error	0,026	12	0,002		
Total	216686,538	24			
Corrected Total	500,540	23			

Sumber: Data diolah oleh peneliti

Pada tabel 5.10 diperoleh informasi bahwa nilai signifikansi untuk perbedaan data adsorben ditinjau dari faktor bobot, waktu, dan ditinjau dari interaksi masing-masing sebesar 0,0001. Berdasarkan hasil signifikansi yang didapat, hasilnya lebih rendah dari 0,005 maka H_0 ditolak. H_0 ditolak yang berarti hasil menunjukkan terdapat pengaruh yang signifikan pada perbedaan bobot dan waktu kontak adsorben terhadap methylene blue pada sampel.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa karakteristik adsorben dari limbah kulit jeruk mandarin berdasarkan parameter yang terdapat pada SNI 06-3730-1995 antara lain 9,13% kandungan kadar air, 7,26% kandungan kadar abu, dan 959,2 mg/g daya serap iodine, hasil tersebut telah memenuhi persyaratan. Bobot optimum yang didapatkan pada percobaan ialah 1,5 gram dan waktu optimum yang diperlukan adsorben untuk menyerap analit ialah selama 90 menit. Efisiensi adsorben untuk mengadsorpsi methylene blue pada bobot dan waktu kontak optimum ialah sebesar 98,93%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al Hidayah, H. N. (2018). *Pengolahan Limbah cair Industri Tempe Untuk Menurunkan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) Dengan Metode Koagulasi, Menggunakan*

- Koagulan Polly Alumunium Chloride (PAC dan Alumunium Sulfat*. Yogyakarta: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
- [2] Andriani, D. P. (2014). *Analysis of Variance (ANOVA)*. Malang: Teknik Industri, Universitas Brawijaya.
- [3] Dewi, F. (2011). *Uji Efektivitas Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Manis (Citrus sinensis) Sebagai Tabir Surya Secara Spektrofotometer UV-VIS*. Makasar: Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Negeri Alauddin.
- [4] Erprihana, A. A., & Hartanto, D. (2014). Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Jeruk Keprok (*Citrus reticulata*) Untuk Adsorpsi Pewarna Remazol Brilliant Blue. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(2). Doi: <https://doi.org/10.15294/jbat.v3i2.3699>
- [5] Fatimah, S. (2015). *Optimasi Parameter Adsorpsi NO₃- dan NO₂- Dalam Air Limbah Cair Tahu Menggunakan Arang Aktif Tempurung Kelapa Dengan Sistem Dinamis*. Jember: Fakultas MIPA, Universitas Jember.
- [6] Handayani, L. W., Riwayat, I., & Ratnani, R. D. (2015). Adsorpsi Pewarna Metilen Biru Menggunakan Senyawa Xanthat Pulpa Kopi. *Jurnal Momentum*, 11(1). Doi: <http://dx.doi.org/10.36499/jim.v11i1.1077>
- [7] Haryono, M. F., Christie, L. N., & Atiek, R. (2018). Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Terdispersi Dengan Metode Elektroflotasi. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 3 (1). Doi: <http://dx.doi.org/10.30870/educhemia.v3i1.2625>
- [8] Hasibuan, A. (2020). *Studi Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Posfat dan Waktu Perendaman Karbon Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Dari Kulit Durian*. Medan: Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- [9] Kusmiyati, Lystanto P A, Pratiwi K (2012). Pemanfaatan Karbon Aktif Arang Batubara (KAAB) Untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Berat Cu²⁺ dan Ag²⁺ Pada Limbah Cair Industri. *Jurnal Reaktor*, 14 (1). Doi: <https://doi.org/10.14710/reaktor.14.1.51-60>
- [10] Leksono, V. A. (2012). *Pengolahan Zat Warna Tekstil Rhodamin B Menggunakan Bentonit Terpilar Titanium Dioksida (TiO₂)*. Surabaya: Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Airlangga.
- [11] Panjaitan, D. N. (2019). *Penggunaan karbon Aktif Kulit Jeruk Sebagai Adsorben Untuk Mengadsorpsi Methyl Orange*. Medan: Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- [12] Polii, F. F. (2017). *Pengaruh Suhu dan Lama Aktifasi Terhadap Mutu Arang Aktif Dari kayu Kelapa*. Manado: Balai Besar Industri Hasil Perkebunan.
- [13] Sahara, E., Resyana, I., & Laksimawati, A. (2020). Optimasi Waktu Aktivasi dan Karakterisasi Arang Aktif Dari Batang Tanaman Gunitir Dengan Aktivator NaOH. *Jurnal Kimia (Journal Of Chemistry)*, 14 (1). Doi: <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2020.v14.i01.p11>
- [14] Saragih. (2008). *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batubara Riau sebagai Adosrben*. Jakarta: Tesis Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [15] Siska, F. (2021). *Pengendalian Pencemaran Air Sungai Gajah Wong Di Kelurahan Pandeyan, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Pembangunan Masyarakat Desa.