

Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Performa Karbon Aktif Dari Pohon Cabai Merah (*Capsicum annum L*)

Herly Sulistian, Ni Made Dwidiani , I Gusti Ngurah Nitya Santhiarsa
Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Tingginya jumlah usaha tekstil di pulau Bali membuat sebagian sungai di pulau Bali menjadi tercemar. Dalam pembuatannya usaha tekstil ini menggunakan zat warna yang bersifat toxic. Selain pencemaran oleh bahan kimia dari zat warna terdapat pula pencemaran lain seperti logam berat yang dapat memicu kanker apabila dikonsumsi secara berlebihan. Karbon aktif sebagai adsorben dalam permasalahan ini dapat digunakan sebagai penyerap zat tersebut. Karbon aktif dapat dihasilkan dengan memanfaatkan limbah dari pohon cabai merah (*Capsicum annum L*). Pemanfaatan limbah pohon cabai merah ini adalah sebuah inovasi dalam pemanfaatan limbah yang dihasilkan oleh tanaman para pertanian. Karbon aktif dari limbah pohon cabai merah ini dibuat dengan proses dehidrasi dengan suhu 200⁰ C selama 1 jam, dikarbonisasi dengan suhu 375⁰ C selama 1 jam, diaktivasi menggunakan aktivasi kimia (NaOH) dengan variasi konsentrasi 1%, 3% dan 5% dengan waktu 24 jam, dan dikeringkan dengan suhu 200⁰ C selama 1 jam. Hasilnya adalah karbonisasi pada konsentrasi 1% (NaOH) memiliki kandungan karbon terbaik yaitu 67,73% dan penyerapan pada zat warna Methylene blue dan logam berat Timbal [Pb] terbaik adalah pada variasi konsentrasi 1% (NaOH). Berdasarkan analisa hal ini terjadi karena kurangnya aktivasi fisika pada proses pembuatan karbon aktif.

Kata kunci : Karbon aktif, Limbah pohon cabai merah (*Capsicum annum L*), Karbonisasi.

Abstract

The high number of textile businesses on the island of Bali makes rivers in this island polluted. In making this textile business using toxic substances. In addition to pollution by chemicals from dyestuffs there are other contaminants such as heavy metals which can trigger cancer if consumed in excess. Activated carbon as an adsorbent in this problem is used as an absorber of these substances. Activated carbon can be produced by utilizing red chili tree (*Capsicum annum L*). This red chili tree is an innovation in utilizing the waste produced by agriculture. The activated red chili tree is made by dehydration with a temperature of 200°C for 1 hour, carbonized at 375°C for 1 hour, activated using chemical activation (NaOH) with variations in concentrations of 1%, 3%, and 5% with 24 hours time, and dried at 200° C for 1 hour. The result is that carbonization at a concentration of 1% (NaOH) has the best carbon content of 67.73% and the absorption of dyestuffs Methylene blue and heavy metal Lead [Pb] is best at a concentration variation of 1% (NaOH). Based on the analysis this happens because of the lack of physical activation in process of making activated carbon.

Keywords: Activated carbon, Red chili tree waste (*Capsicum annum L*), Carbonization.

1. Pendahuluan

Air adalah kebutuhan pokok setiap makhluk hidup agar dapat menjalankan segala aktivitasnya. Namun agar tetap sehat, air harusnya memenuhi persyaratan fisik, kimia, dan mikrobiologi. Air bersih untuk diolah menjadi air minum semakin langka di perkotaan. Sungai-sungai yang menjadi sumbernya sudah banyak tercemar berbagai macam limbah, mulai dari buangan sampah organik, rumah tangga hingga limbah beracun dari industri. Pencemaran air dapat berupa logam berat yang membentuk senyawa toxic. Logam Pb merupakan salah satu logam berat yang bersifat toxic terhadap organisme air. Batas maksimal logam Pb yang diizinkan di dalam air agar dapat dikonsumsi adalah berdasarkan Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup Kep.02/Men.KLH/1998 adalah 1.0 mg/l. Pada saat ini pencemaran air menjadi masalah serius yang dihadapi oleh seluruh masyarakat di dunia, dan

Penggunaan senyawa organik sintetik karena berkembangnya industri, baik untuk budi daya tanaman maupun untuk keperluan industri, memberikan dampak negatif yaitu tercemarnya sumber daya air.

Tingginya usaha-usaha tekstil di Pulau Bali membuat beberapa sungai di Bali menjadi tercemar. Dalam pembuatannya usaha ini menggunakan zat warna yang bersifat toxic. Selain pencemaran oleh bahan kimia dari zat warna terdapat pula pencemaran dari logam berat yang dapat memicu kanker apabila terakumulasi secara berlebihan di dalam tubuh. Karbon aktif sebagai adsorben dalam permasalahan ini mampu digunakan untuk menyerap zat tersebut.

Pemisahan zat warna dari limbah yang berasal dari berbagai macam industri merupakan masalah umum yang dihadapi saat ini. Beberapa metode konvensional telah dilakukan untuk menanggulangi masalah limbah pewarna, seperti oksidasi, koagulasi

dan flokulasi, adsorpsi, dan pertukaran ion [1]. Diantara metode-metode yang telah disebutkan, salah satu teknik yang efektif untuk memisahkan zat warna dari limbah adalah dengan metode adsorpsi. Karena metode adsorpsi memiliki kelebihan yaitu prosesnya yang lebih sederhana, biaya relatif murah, ramah lingkungan, dan tidak adanya efek samping zat beracun [2].

Adsorben yang dapat digunakan dalam proses adsorpsi adalah karbon aktif. Karbon aktif dipilih karena mempunyai permukaan yang luas, kemampuan adsorpsi yang besar, mudah dilakukan, dan ongkos yang diperlukan relatif murah [3]. Tujuan dari pembuatan karbon aktif dari pohon cabai ini sendiri adalah memanfaatkan limbah buang hasil panen cabai merah yang dilakukan oleh para petani dari bangli.

Daun tanaman pohon cabai merah memiliki warna yang hijau muda sampai gelap, Daun ditopang dengan tangkai daun. Tulang daun memiliki bentuk menyirip. Untuk keseluruhan bentuk daun tanaman pohon cabai dewasa adalah lonjong dengan ujung daun meruncing.

Berdasarkan hal tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa pohon cabai merah termasuk ke dalam hardwood atau kayu keras dengan komposisi selulosa 43%, hemiselulosa 25%, lignin 16%, abu 0,6% dan 15,4% merupakan bagian ekstraktif lainnya [4]. Dengan komposisi tersebut limbah pohon cabai merah ini diharapkan menghasilkan karbon aktif dengan karbon yang tinggi dan kualitas yang bagus.

2. Dasar Teori

Karbon aktif adalah sebuah senyawa amorf yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif mampu mengadsorpsi gas dan senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, dapat mencapai 25-100% terhadap berat karbon aktif [5].

2.1 Sifat Adsorben

Karbon aktif yang merupakan adsorben adalah padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing memiliki ikatan secara kovalen. Dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan juga polaritas, struktur pori juga salah satu faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori sangat berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori arang aktif maka mengakibatkan luas dari permukaan lebih besar. Dengan begitu kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan agar menggunakan karbon aktif yang telah dihaluskan. Jumlah atau dosis

karbon aktif yang digunakan, juga harus diperhatikan.

2.2 Sifat Serapan

Banyak senyawa-senyawa yang bisa diadsorpsi oleh karbon aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah tinggi sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Adsorpsi juga dapat dipengaruhi dengan gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.

2.3 Methylene Blue

Methylene Blue adalah sebuah senyawa kimia aromatik heterosiklik dengan rumus kimia $C_{16}H_{18}N_3S$, senyawa ini banyak digunakan pada bidang biologi dan kimia. Disuhu ruangan senyawa ini memiliki bentuk padatan, tak berbau, berbentuk bubuk warna hijau tua yang akan menghasilkan larutan warna biru tua bila dilarutkan dalam air. Zat warna Methylene Blue digunakan secara luas pada industri tekstil dan menjadi perhatian besar dalam proses pengolahan limbah karena warnanya yang sulit diuraikan. Senyawa ini bersifat toksik yang dapat menyebabkan mutasi genetik dan mempengaruhi organ reproduksi.

Methylene Blue memiliki sifat fisik sebagai berikut yaitu berat molekul $319,86 \text{ g mol}^{-1}$, titik lebur $105 \text{ }^\circ\text{C}$, berwarna biru, tidak berbau, dan stabil dalam udara serta mudah larut dalam air (larutannya berwarna biru tua), kloroform, alkohol, dan daya larut sebesar $4,36 \times 10^4 \text{ mg L}^{-1}$.

2.4 Timbal/ (Pb)

Timbal (Pb) adalah salah satu logam berat yang dapat mencemari lingkungan. Sumber utama dari masuknya Pb dalam perairan berasal dari limbah industri seperti industri baterai, kabel, cat atau pewarna, industri keramik dan gas buang kendaraan [6]. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, kadar maksimum cemaran timbal dalam perairan sebesar 0,03 ppm. Oleh karena itu, diperlukan metode upaya untuk mengantisipasi atau meminimalisir terjadinya pencemaran timbal di lingkungan. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah adsorpsi, hal ini ditinjau dari kemudahan metode dan biaya yang dibutuhkan relatif murah. Adsorben yang paling banyak dimanfaatkan untuk menyerap logam berat adalah arang aktif.

Hal ini dikarenakan arang aktif memiliki ruang pori sangat banyak dengan ukuran tertentu yang dapat menangkap partikel-partikel yang akan diserap [7]. Arang aktif yang telah digunakan untuk mengadsorpsi logam timbal antaramlain limbah tempurung kelapa [8], kulit kakao [10], tongkol jagung, dan limbah kayu [11].

3. Metode Penelitian

3.1 Bahan dan Alat

Pada penelitian ini menggunakan bahan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pohon cabai merah, larutan NaOH, akuades, dan pasir silika. Untuk alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pisau, kendi dari tanah, oven, timbangan, Thermocouple, mortal, saringan 35 mesh, pH meter, oven, *furnace*, spektroskopi UV-Vis untuk mengetahui sisa konsentrasi *Methylene Blue* yang telah disaring, dan spektrofotometri serapan atom (AAS) untuk mengetahui sisa konsentarsi Timbal (Pb) setelah disaring.

3.2 Metode Pengujian

Untuk mengetahui performa dari karbon aktif maka dilakukan pengujian penyerapan terhadap *Methylene Blue* yang dilakukan pada Laboratorium Analitik Universitas Udayana dengan menggunakan alat spektroskopi UV-Vis dan pengujian Timbal (Pb) yang dilakukan di Laboratorium Bersama FMIPA, Universitas Udayana, dengan menggunakan alat spektrofotometri serapan atom (AAS).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Penyerapan *Methylene Blue*

Pengujian penyerapan *Methylene Blue* bertujuan untuk mengetahui daya serap karbon aktif dalam menyerap zat warna *Methylene Blue*, dan ini juga digunakan dalam menghitung luas permukaan karbon aktif. Dalam penelitian ini karbon aktif dilarutkan kedalam larutan *Methylene Blue* 10 PPM. Adapun konsentrasi aktual dari *methylene blue* hasil uji UV-vis disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi awal larutan *Methylene Blue* murni tanpa penambahan karbon aktif

Larutan	Konsentrasi Larutan
Methylene Blue 10 PPM	9,980 PPM
	9,990 PPM
	10,000 PPM
Rata - Rata	9,99 PPM

Hasil pengujian daya serap *Methylene Blue* disajikan dalam tabel 2.

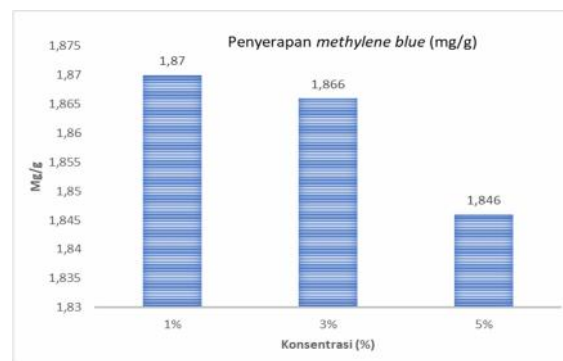
Berdasarkan hasil pengujian daya serap *Methylene Blue* dalam table 2, daya serap karbon aktif bersifat menurun, seiring dengan peningkatan konsentrasi aktivasi NaOH. Pada aktivasi karbon aktif menggunakan NaOH 1% dengan daya serap rata-rata 1,870 mg/g.

Untuk karbon aktif dengan aktivasi 3% memiliki daya serap rata-rata 1,866 mg/g, dan karbon aktif dengan aktivasi 5% memiliki daya serap rata-rata 1,846 mg/g berdasarkan data pada tabel 4.3, penyerapan *Methylene Blue* terbaik adalah pada karbon aktif dengan aktivasi NaOH 1%.

Tabel 2. Hasil penyerapan karbon aktif terhadap *Methylene Blue*.

Konsentrasi NaOH (%)	Penyerapan <i>Methylene Blue</i> (mg/g)
1%	1,880
	1,868
	1,862
Rata-rata	1,870
3%	1,858
	1,878
	1,862
Rata-rata	1,866
5%	1,838
	1,848
	1,852
Rata-rata	1,846

Adapun grafik daya penyerapan karbon aktif terhadap *Methylene Blue* ditunjukkan pada gambar 1 grafik daya serap karbon aktif terhadap *Methylene Blue*.



Gambar 1. Grafik daya serap karbon aktif terhadap *Methylene Blue*.

Penyerapan *methylene blue* oleh karbon aktif adalah minimal 120 mg/g. Namun pada semua variasi karbon aktif dari limbah pohon cabai merah (*Capsicum Annum L*) ini tidak memenuhi persyaratan SNI 06-3730-1995. Hal ini disebabkan oleh proses aktivasi yang hanya menggunakan aktivasi kimia sehingga pori pori karbon aktif menjadi tidak bersih.

4.2 Uji Penyerapan Logam Berat Timbal [Pb]

Dalam pengujian penyerapan *Logam Berat Timbal [Pb]* bertujuan untuk mengetahui daya serap karbon aktif menyerap logam berat timbal [Pb]. Pada penelitian ini karbon aktif dilarutkan kedalam larutan Pb nitrat (Pb (NO₃) 10 PPM. Adapun konsentrasi aktual dari timbal [Pb] dalam larutan Pb Nitrat hasil uji AAS disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Konsentrasi awal Timbal [Pb] larutan Pb Nitrat tanpa penambahan Karbon aktif

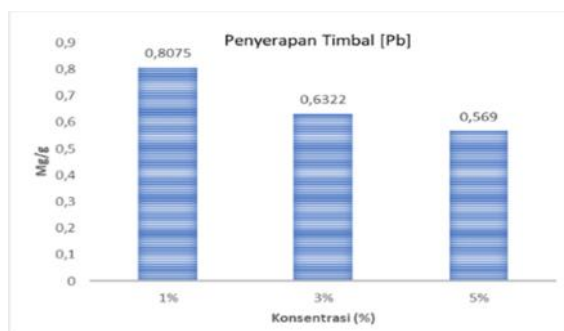
Larutan	Konsentrasi Pb
Pb Nitrat 10 PPM	1,0403 PPM
	1,0891 PPM
	1,0542 PPM
Rata - Rata	1,0612 PPM

Hasil pengujian daya serap karbon aktif terhadap Pb disajikan dalam tabel 4.

Tabel 4. Hasil penyerapan karbon aktif terhadap logam berat timbal [Pb].

NaOH	1%	3%	5%
Penyerapan Timbal [Pb] (mg/g)	0,8196	0,6269	0,54955
	0,8165	0,6538	0,6190
	0,7864	0,6159	0,5385
Rata-rata	0,8075mg/g	0,6322mg/g	0,5690mg/g

Berdasarkan hasil pengujian daya serap logam berat timbal [Pb] dalam tabel 4, daya serap karbon aktif menurun, seiring dengan peningkatan konsentrasi aktivasi NaOH dimana pada tabel 4 penyerapan 1% memiliki daya serap dengan rata-rata 0,8075 mg/g. Karbon aktif dengan konsentrasi NaOH 3% memiliki rata-rata 0,6322 mg/g, dan karbon aktif dengan konsentrasi 5% memiliki daya serap rata-rata 0,5690 mg/g dimana Penyerapan logam berat timbal [Pb] terbaik ada pada pada karbon aktif dengan konsentrasi NaOH 1%.



Gambar 2. Grafik hasil penyerapan karbon aktif terhadap Logam Berat Timbal [Pb].

Penelitian karbon aktif berbahan dasar arang tempurung kelapa dengan aktivator basa (NaOH). Dalam larutan NaOH pada variasi konsentrasi 1%, 2%, 4%, 7% selama 24 jam. Pada penelitian ini persentasemlogam Cu²⁺teradsorpsi maksimum dihasilkanmoleh karbon aktif denganmlarutan NaOH 1% sebesarm80.87% [11]. Dimana grafik daya penyerapan karbon aktif terhadap Logam berat timbal [Pb] ditunjukkan pada gambar 2 garfik Hasil penyerapan karbon aktif terhadap Logam Berat Timbal [Pb]. Dimana grafik daya penyerapan karbon

aktif terhadap logam berat timbal [Pb] ditunjukkan pada gambar 2 grafik Hasil penyerapan karbon aktif terhadap Logam Berat Timbal [Pb].

Dari hasil pengujian daya serap logam berat timbal [Pb] dalam gambar 2, daya serap karbon aktif menurun seiring dengan naiknya aktivator konsentrasi NaOH.

5. Kesimpulan

Performa karbon aktif dari limbah pohon cabai merah (*Capsicum annum L.*) yang dianalisa dengan menggunakan pengujian penyerapan Methylene Blue dan pengujian penyerapan logam berat Timbal [Pb] adalah sebagai berikut:

- Hasil pengujian penyerapan Methylene Blue, pada konsentrasi NaOH 1%-5% semakin tinggi konsentrasi aktivasi NaOH maka penyerapan Methylene Blue oleh karbon aktif akan menurun.
- Hasil pengujian penyerapan logam berat Timbal [Pb], pada konsentrasi NaOH 1%-5% semakin tinggi konsentrasi aktivasi

Daftar Pustaka

- Weber, C. T., Collazzo, G. C., Mazutti, M. A., Foletto, E. L., & Dotto, G. L., 2014, *Removal of hazardous pharmaceutical dyes by adsorption onto papaya seeds*, Water Science and Technology, 70(1), 102–107.
- Patel, R., & Suresh, S., 2008, *Kinetic and equilibrium studies on the biosorption of reactive black 5 dye by Aspergillus foetidus*, Bioresource Technology, 99(1), 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.12.003>
- Bansal, R. C., Donnet, J. B., & Stoeckli, N.,1988, *Active carbon Marcel Dekker Inc.* New York.
- Kuhad, R. C., Singh, A., & Eriksson, K.-E. L., 1997, *Microorganisms And Enzymes Involved In The Degradation Of Plant Fiber Cell Walls*, In Biotechnology in the pulp and paper industry (pp. 45–125). Springer.
- Blais, J., 1999, *State of the art of technologies for metal removal from industrial effluents*, Revue Des Sciences de l'Eau/Journal of Water Science, 12(4), 687–711.
- Prasasti, C. I., Mukono, J., & Sudarmaji, S., 2006, *Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya terhadap Kesehatan*, Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair, 2(2).
- Irmanto, I., & Suyata, S., 2010, *Optimasi Penurunan Nilai BOD, COD dan TSS Limbah Cair Industri Tapioka Menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi*, Molekul, 5(1),

22–32.

- [8] Song, C., Wu, S., Cheng, M., Tao, P., Shao, M., & Gao, G., 2014, *Adsorption studies of coconut shell carbons prepared by KOH activation for removal of lead (II) from aqueous solutions*, Sustainability, 6(1), 86–98.
- [8] Saputro, M., 2010, *Pembuatan karbon aktif dari kulit Kacang tanah (arachis hypogaea) dengan Aktivator Asam Sulfat*, Undip.
- [10] Dahlan, B., 2012, *Studi Awal Penggunaan Limbah Kayu Matoa (Pometia Sp) sebagai Bahan Dasar Pembuatan Karbon Aktif untuk Adsorpsi Limbah Timbal (II)*, Universitas Negeri Papua.
- [11] Wulandari, F., Umiatin, U., & Budi, E., 2015, *Pengaruh konsentrasi larutan naoh pada karbon aktif tempurung kelapa untuk adsorpsi logam Cu²⁺*, Spektra: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya, 16(2), 60–64.



Herly Sulistian menyelesaikan pendidikan program sarjana S1 di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali, dari tahun 2015 sampai 2018. Menyelesaikan studinya dengan topik “Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Performa Karbon Aktif dari Pohon Cabai Merah (*Capsicum Annuum L*)”.