

Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Performa Karbon Aktif dari Limbah Pohon Cabai Merah (*Capsicum Anuumm L.*)

Putu Ade Wirawan, Ni Made Dwidiani, I Gusti Ngurah Nitya Santhiarsa
Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Banyaknya usaha tekstil di Bali membuat beberapa air 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. Karbon aktif dapat diproduksi dengan menggunakan limbah dari pohon cabai merah (*Capsicum annuum L.*). Penggunaan limbah pohon cabai merah ini adalah sebuah inovasi dalam pemanfaatan limbah pertanian. Karbon aktif dari limbah pohon cabai merah (*Capsicum annuum L.*) ini dibuat dengan proses dehidrasi dengan suhu 200⁰ C selama 1 jam, dikarbonisasi dengan suhu 300⁰ C, 375⁰ C dan 450⁰ C selama 1 jam, diaktivasi menggunakan aktivasi kimia (NaOH) dengan konsentrasi 1% selama 24 jam, dan dikeringkan dengan suhu 200⁰ C selama 1 jam. Hasilnya adalah semakin tinggi suhu karbonisasi membuat performa karbon aktif dalam pengaruhnya terhadap penyerapan Methylene Blue dan logam berat Timbal [Pb] menurun.

Kata kunci : Karbon aktif ; cabai merah ; Karbonisasi.

Abstract

The large number of textile businesses in Bali makes some water in Bali polluted. In making this business using toxic substances. In addition to pollution by chemicals from dyes, there is also pollution from heavy metals which cause cancer if it accumulates excessively in body. Activated carbon as an adsorbent in this problem can be used to absorb these substances. Activated carbon can be produced using waste from the red chili tree (*Capsicum annuum L.*). The use of red chili tree waste is an innovation in the utilization of agricultural waste. Activated carbon from the waste of red chili (*Capsicum annuum L.*) is made by dehydration with a temperature of 200⁰ C for 1 hour, carbonized with temperatures of 300⁰ C, 375⁰ C and 450⁰ C for 1 hour, activated using chemical activation (NaOH) with concentration 1% for 24 hours, and dried at 200⁰ C for 1 hour. The result is that the higher the carbonization temperature makes the performance of the activated carbon in its influence on the absorption of Methylene Blue and heavy metals Lead [Pb] to decrease.

Keywords: Activated carbon; Red chili ; Carbonization

1. Pendahuluan

Air merupakan sebuah senyawa yang sangat penting untuk semua bentuk kehidupan di bumi. Hampir 71% permukaan bumi ditutupi oleh air, baik itu air laut maupun air tawar. Dari banyaknya air yang terdapat di bumi, air yang layak untuk di konsumsi masih sangat sedikit. Hal ini terjadi akibat adanya pencemaran air yang membuat kondisi air menjadi tidak layak untuk dikonsumsi. Pencemaran ini terjadi hampir di semua belahan dunia, tidak terkecuali di pedesaan.

Untuk mendapatkan air yang layak minum dapat melakukan beberapa cara salah satunya adalah dengan melakukan pemurnian air dengan sebuah sistem dengan metode absorpsi. Sistem dengan metode absorpsi ini akan menyerap kotoran dalam air sehingga air menjadi layak dikonsumsi. Sistem dengan metode absorpsi ini dapat menggunakan beberapa material di dalam sistem ini salah satunya adalah karbon aktif. Karbon aktif sebagai adsorben juga dapat dimanfaatkan dalam skala yang lebih luas, diantaranya dapat diaplikasikan dalam pemurnian gas, pengolahan LNG, katalisator, industri obat dan makanan, minuman ringan, minuman keras, pupuk, emas, minyak dan lain-lain.

Namun permasalahan air bersih adalah permasalahan dunia yang banyak menyita perhatian peneliti.

Banyaknya usaha tekstil di Bali membuat beberapa air 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.

Karbon aktif adalah sebuah arang yang telah diaktifkan menggunakan senyawa kimia tertentu untuk memaksimalkan tingkat penyerapannya. Karbon aktif dapat berbahan dasar dari tumbuh tumbuhan, baik itu dari sekam padi, batok kelapa, dan tumbuhan lainnya. Indonesia sebagai negara agraris tentunya memiliki banyak tumbuhan sisa sisa pertanian yang dapat dimanfaatkan untuk diolah kembali menjadi karbon aktif salah satunya adalah pohon cabai merah yang setiap 6 bulan akan menjadi limbah dan harus di bersihkan oleh petani.

Dalam kelompoknya 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 [1]. Dengan komposisi tersebut limbah pohon tanaman cabai merah ini diharapkan menghasilkan karbon aktif dengan karbon yang tinggi dan kualitas yang bagus.

Pembuatan arang aktif dari batang jagung suhu karbonisasi untuk arang aktif berbahan dasar perdu adalah 250°C hingga 400°C dengan waktu karbonisasi selama 1 jam [2],

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan kembali limbah dari pohon cabai merah petani Desa Songan, Kintamani, Bali. Limbah pohon cabai merah ini akan dimanfaatkan menjadi karbon aktif. Namun performa dari karbon aktif limbah pohon cabai merah ini masih belum diketahui, baik dari tingkat penyerapan *Methylene Blue* dan penyerapan logam berat Timbal [Pb].

2. Dasar Teori

Karbon aktif adalah bentuk karbon yang diproses untuk memiliki pori-pori kecil, volume rendah namun memiliki luas permukaan yang besar. Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan rendah oksigen pada yang suhu tinggi. Berbeda dengan karbon biasa, karbon biasa merupakan residu hitam berisi karbon tidak murni yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan yang mengandung unsur karbon.

Karbon aktif merupakan sebuah material hidrofobik yaitu molekul karbon aktif cenderung tidak dapat berinteraksi dengan molekul air. Karbon aktif diperoleh dengan pemanasan pada suhu tinggi dalam proses pengaktifan arang. Proses aktivasi adalah proses yang bertujuan untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang melapisi permukaan arang sehingga porositas karbon aktif menjadi lebih besar.

Karbon aktif mempunyai beberapa ciri diantaranya yaitu padatan yang berwarna hitam, tidak berasa, tidak berbau, bersifat higroskopis dan tidak larut dalam air, asam, basa maupun pelarut-pelarut organik.

Ditinjau dari stuktur molekulnya karbon aktif merupakan senyawa karbon pelat datar yang tersusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom C pada setiap sudutnya [3].

2.1 Adsorption

Adsorpsi adalah perlekatan atau adhesi atom, ion dan molekul (teradsorpsi) dari medium gas, cairan atau larutan ke permukaan karbon aktif yang teradsorpsi. Porositas karbon aktif memiliki permukaan yang luas tempat adsorpsi ini terjadi. Adsorpsi terjadi pada pori-pori yang sedikit lebih besar dari molekul yang sedang diadsorpsi, oleh karena itu sangat penting untuk mencocokkan molekul yang karbon aktif coba serap dengan ukuran

pori karbon aktif. Molekul-molekul ini kemudian terperangkap dalam struktur pori internal karbon oleh gaya Van Der Waals atau ikatan tarik-menarik lainnya dan terakumulasi ke permukaan padat.

Adsorpsi dibagi dalam dua jenis yaitu adsorpsi fisik dan kimia.

1. Adsorpsi Fisik - Selama proses ini, adsorbat ditahan pada permukaan dinding pori oleh gaya tarik lemah yang dikenal sebagai Gaya Van Der Waals atau gaya dispersi London.
2. Adsorpsi Kimia - Ini melibatkan gaya tarik yang relatif kuat, ikatan kimia aktual antara adsorbat dan kompleks kimia pada dinding pori karbon aktif.

2.2 Methylene Blue

Methylene Blue merupakan senyawa aromatik beracun dan zat warna kationik yang memiliki rumus kimia $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{S}\text{Cl}$ dengan daya adsorpsi yang sangat kuat. 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°C , berwarna biru, tidak berbau, dan stabil dalam udara serta mudah larut dalam air (larutannya berwarna biru tua), kloroform, alkohol, dan daya larut sebesar $4,36 \times 10^4\text{ mg L}^{-1}$.

2.3 Timbal/ (Pb)

Timbal merupakan suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Pb dan memiliki nomor atom 82. Lambangnya diambil dari bahasa Latin Plumbum.. Timbal mempunyai titik lebur rendah, mudah untuk dibentuk, merupakan bahan kimia aktif sehingga biasa digunakan untuk melapisi logam untuk mencegah pengkaratan. Timbal merupakan logam lunak yang berwarna abu-abu kebiruan dan mengkilat [4].

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang terdapat alami dalam kerak bumi. Timbal juga berasal dari hasil aktivitas manusia, dimana jumlahnya 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami yang ada di kerak bumi. Timbal terkonsentrasi dalam deposit bijih logam. Timbal (Pb) merupakan logam yang mendapat perhatian khusus karena sifatnya yang beracun terhadap manusia. Timbal (Pb) mengkontaminasi tubuh melalui konsumsi makanan, minuman, udara, air, serta debu yang tercemar oleh timbal.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk membuat karbon aktif dengan metode pembakaran dalam pasir dengan variasi karbonisasi pada suhu 300°C , 375°C dan 450°C dengan aktivasi NaOH 1%. Penelitian ini

menganalisa performa karbon aktif limbah pohon cabai merah dengan variasi karbonisasi pada suhu 300° C, 375° C dan 450° C terhadap penyerapan methylene blue dan penyerapan logam berat Timbal [Pb].

3.1 Bahan dan Alat

Pada penelitian ini menggunakan bahan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Limbah pohon cabai sebagai bahan baku karbon aktif, NaOH sebagai activating agent, H₂O sebagai pembersih, Methylene blue sebagai larutan uji, Pasir silika (Silicon dioksida) 35 mesh untuk pengisi ruang kosong selama proses karbonisasi.

Untuk alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Pisau untuk memotong bagian-bagian limbah pohon cabai merah agar menjadi lebih kecil dan mempermudah karbonisasi. Oven untuk pengeringan. Kendi dari tanah liat untuk pemanasan material. Loyang oven untuk tempat material. Furnace untuk karbonisasi. Thermocouple untuk mengetahui suhu karbonisasi. Mortar untuk menghaluskan arang. Saringan 35 mesh untuk menyaring arang. Timbangan untuk menimbang karbon aktif yang akan diuji. Erlenmeyer 50 ml untuk tempat sample dan Methylen blue. Labu ukur 100 ml dan 1000 ml untuk pengenceran methylen blue. Aluminium Foil untuk penutup erlenmeyer. Magnetik Stirrer untuk mengaduk larutan. Kertas Saring untuk menyaring larutan. Spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui kandungan Methylen blue sisa. Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) untuk mengetahui kandungan logam berat Timbal [Pb].

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

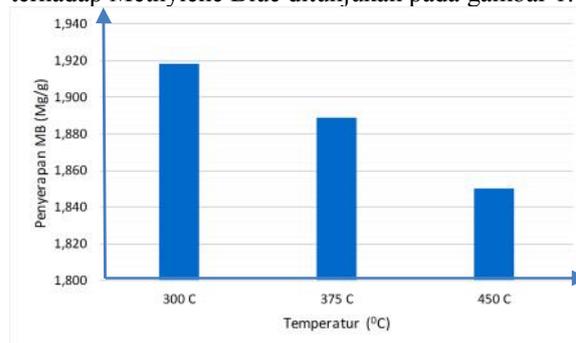
Pengujian penyerapan Methylene Blue bertujuan untuk mengetahui daya serap karbon aktif dalam menyerap zat warna Methylene Blue, dan ini juga digunakan dalam menghitung luas permukaan karbon aktif. Hasil pengujian daya serap karbon aktif terhadap Methylene Blue disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1 Hasil penyerapan karbon aktif terhadap Methylene Blue.

Suhu	300°C	375°C	450°C
Penyerapan Methylene Blue (mg/g)	1,918	1,880	1,840
	1,926	1,890	1,858
	1,910	1,888	1,852
Rata-rata	1,918 mg/g	1,889 mg/g	1,850 mg/g

Berdasarkan hasil pengujian daya serap Methylene Blue dalam table 1, daya serap karbon aktif semakin berkurang dengan adanya peningkatan suhu karbonisasi. Berdasarkan table 1 karbonisasi karbon aktif dengan suhu 300° C memiliki daya serap rata-rata 1,918 mg/g. Karbon aktif dengan karbonisasi pada suhu 375° C memiliki daya serap rata-rata 1,889 mg/g. Karbon aktif dengan karbonisasi pada suhu 450° C memiliki daya serap rata-rata 1,850 mg/g. Penyerapan Methylene Blue terbaik adalah pada karbon aktif dengan karbonisasi pada suhu 300° C.

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



Gambar 1 Grafik daya serap karbon aktif terhadap Methylene Blue.

Peningkatan suhu karbonisasi mempengaruhi dinding pori dimana semakin tinggi suhu karbonisasi dinding pori menjadi lebih tipis dan beberapa dinding akan rusak menutupi pori-pori itu sendiri. Hal ini disebabkan oleh pori yang semakin luas dapat merusak dinding antar pori sehingga menurunkan porositasnya [5].

4.2 Uji Penyerapan Logam Berat Timbal [Pb]

Pengujian penyerapan Logam Berat Timbal [Pb] bertujuan untuk mengetahui daya serap karbon aktif dalam menyerap logam berat timbal [Pb]. Dalam penelitian ini karbon aktif dilarutkan kedalam larutan [Pb (NO₃)] 10 PPM. Hasil pengujian daya serap karbon aktif terhadap Pb disajikan dalam tabel 2.

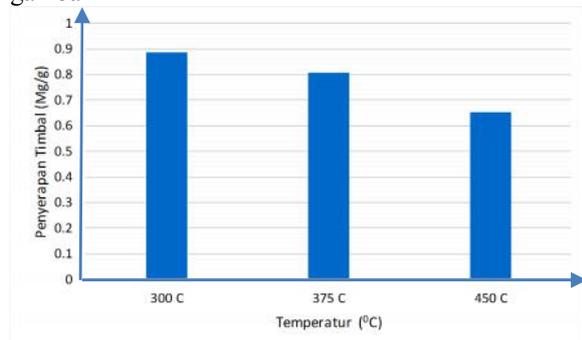
Tabel 2 Hasil penyerapan karbon aktif terhadap logam berat timbal [Pb].

Suhu	300°C	375°C	450°C
Penyerapan Timbal [Pb] (mg/g)	0,8874	0,8196	0,6664
	0,8401	0,8165	0,6443
	0,9314	0,7864	0,6411
Rata-rata	0,8863 mg/g	0,8075 mg/g	0,6506 mg/g

Berdasarkan hasil pengujian daya serap logam berat timbal [Pb] dalam table 2, daya serap karbon aktif terhadap logam berat timbal [Pb] menurun seiring dengan peningkatan suhu karbonisasi. Berdasarkan table 2 karbonisasi karbon aktif dengan suhu 300° C memiliki daya serap rata-rata 0,8863 mg/g. Karbon aktif dengan karbonisasi pada suhu 375° C memiliki daya serap rata-rata 0,8075 mg/g. Karbon aktif dengan karbonisasi pada suhu 450° C memiliki daya

serap rata-rata 0,6506 mg/g. Penyerapan logam berat timbal [Pb] terbaik adalah pada karbon aktif dengan karbonisasi pada suhu 300⁰ C.

Adapun grafik daya penyerapan karbon aktif terhadap logam berat Timbal [Pb] ditunjukkan pada gambar 2



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

Penyerapan karbon aktif dari limbah pohon cabai merah (*Capsicum annuum L*) terhadap logam berat timbal [Pb] ini menurun seiring dengan peningkatan suhu karbonisasi. Peningkatan suhu karbonisasi mempengaruhi dinding pori dimana semakin tinggi suhu karbonisasi dinding pori menjadi lebih tipis dan beberapa dinding akan rusak menutupi pori pori itu sendiri. Hal ini disebabkan oleh pori yang semakin luas dapat merusak dinding antar pori sehingga menurunkan porositasnya [5].

5. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian “Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap performa Karbon Aktif dari Limbah Pohon Cabai Merah (*Capsicum annuum L.*)” adalah Performa karbon aktif dari limbah pohon cabai merah (*Capsicum annuum 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 suhu karbonisasi 300⁰ C – 450⁰ C, semakin tinggi suhu karbonisasi maka penyerapan Methylene Blue oleh karbon aktif akan menurun.
- Hasil pengujian penyerapan logam berat Timbal [Pb], pada suhu karbonisasi 300⁰ C – 450⁰ C, semakin tinggi suhu karbonisasi maka penyerapan logam berat Timbal [Pb] oleh karbon aktif akan menurun.

Daftar Pustaka

- [1] R. C. Kuhad, A. Singh, and K.-E. L. Eriksson, 1997, *Microorganisms and Enzymes Involved in The Degradation Of Plant Fiber cell Walls*, in Biotechnology in the pulp and paper industry, Springer, , pp. 45–125.
- [2] D. Suhendra and E. R. Gunawan, 2010 , *Pembuatan Arang Aktif dari Batang Jagung*

Menggunakan Aktivator Asam Sulfat dan Penggunaannya Pada Penjerapan Ion Tembaga (II),” Makara J. Sci.

- [3] S. Hartanto and R. Ratnawati, 2010, *Pembuatan Karbon aktif Dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Metode Aktivasi Kimia.*
- [4] W. Widowati, A. Sastiono, and R. Jusuf, 2008, *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*, Penerbit Andi. Yogyakarta, pp. 2–206.
- [5] M. Turmuzi and A. Syaputra, 2015, *Pengaruh Suhu Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Salak (Salacca edulis) Dengan Impregnasi Asam Fosfat (H3PO4)*, J. Tek. Kim. USU, vol. 4, no. 1.



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