

Preparasi Karbon Berpori dari Limbah Ampas Kopi sebagai Matriks pada Pembuatan *Slow Release Fertilizer*

Preparation of Porous Carbon from Coffee Ground Waste as Matrix of Urea Slow Release Fertilizer

Diana^a, Nur Indah Fajar Mukti^{a*}, Fakhri Fachreza^a and Irfansyah^a

^a Program Studi Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia

Jalan Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584, Indonesia

Artikel histori :

Diterima 24 Oktober 2020
Diterima dalam revisi 20 November 2020
Diterima 27 Maret 2020
Online 31 Maret 2020

ABSTRAK: Urea merupakan salah satu pupuk yang banyak digunakan dalam pertanian. Namun efisiensi penyerapan urea untuk tanaman saat ini hanya berkisar 30%. Oleh karena itu, untuk meningkatkan penyerapannya pada tanaman maka perlu dilakukan pengendalian pelepasan urea dengan membuatnya menjadi pupuk Slow Release Fertilizer (SRF). Penggunaan SRF diharapkan dapat mengendalikan pelepasan unsur nutrisi sesuai dengan waktu dan jumlah yang dibutuhkan tanaman. Bahan alami yang berpotensi sebagai matriks dari pupuk SRF ialah limbah ampas kopi. Penelitian ini menghasilkan karbon dari limbah ampas kopi yang dapat digunakan sebagai matriks dalam pembuatan pupuk SRF urea. Dengan penambahan matriks dari karbon kopi diharapkan dapat memperlambat laju pelepasan urea ke alam. Sehingga proses penyerapan urea ke dalam tumbuhan akan menjadi lebih maksimal. Ampas kopi dipirolisis dengan variasi suhu pirolisis (400 – 600oC) menggunakan ZnCl₂ sebagai activator. Nilai iodine number karbon ampas kopi yang dihasilkan menurun dengan naiknya suhu. Penambahan karbon ampas kopi mampu menghambat pelepasan urea dari 81,5% menjadi 26% selama 30 hari.

Kata Kunci: ampas kopi; slow release fertilizer; pirolisis; urea

ABSTRACT: Urea is one of the fertilizers that are widely used in agriculture. However, the absorption efficiency of urea for plants is currently only around 30%. Therefore, to increase its absorption in plants it is necessary to control the release of urea by making it a Slow Release Fertilizer (SRF) fertilizer. The use of SRF is expected to control the release of nutrients according to the time and amount needed by plants. Natural material which has the potential as a matrix of SRF fertilizer is coffee grounds waste. This research produces carbon from coffee pulp waste which can be used as a matrix in the manufacture of urea SRF fertilizer. With the addition of a matrix of coffee carbon is expected to slow the rate of release of urea into nature. So that the process of absorption of urea into plants will be more leverage. Coffee pulp was pyrolysed with pyrolysis temperature variation (400 - 600oC) using ZnCl₂ as activator. The iodine number value of coffee grounds carbon produced decreases with increasing temperature. The addition of carbon coffee grounds can inhibit the release of urea from 81.5% to 26% for 30 days.

Keywords: coffee grounds; slow release fertilizer; pyrolysis; urea

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kopi terbesar di dunia. Dari produksi kopi yang dihasilkan, maka akan dihasilkan pula limbah padatan berupa ampas kopi yang cukup banyak. Selama ini sebagian sebagian besar limbah tersebut hanya dibuang begitu saja. Oleh karena itu, perlu penanganan lebih lanjut dalam menanganai limbah ampas kopi ini.

Ampas kopi merupakan sumber karbon alami yang dapat dimanfaatkan sebagai suatu matriks penjerap atau lebih dikenal dengan istilah adsorben. Adsorben mempunyai aplikasi yang sangat luas di berbagai bidang. Selain digunakan sebagai penjerap logam berat dalam proses pengolahan air ataupun tanah, adsorben dapat dimanfaatkan sebagai media penjerap nitrogen yang terkandung dalam pupuk urea. Dengan menggunakan karbon aktif sebagai penjerap, pelepasan nitrogen ke alam menjadi lebih lambat. Hal ini merupakan suatu

*Corresponding Author: nurindah_fm@uii.ac.id

keuntungan karena akan mengoptimalkan penyerapan nutrisi pupuk ke dalam tanaman. Selama ini penggunaan pupuk urea di Indonesia kurang optimal karena pelepasannya yang terlalu cepat namun tidak diimbangi dengan kemampuan tumbuhan dalam menyerap nutrisi. Hal ini tidak hanya mengakibatkan pemborosan pupuk namun juga menjadi sumber polutan dalam sistem irigasi di Indonesia. Sumber nitrogen yang terbawa dalam sistem irigasi ini akan memicu pertumbuhan alga, plankton, dan enceng gondok yang menyebabkan penurunan kualitas air yang ada dalam sistem tersebut (Hardjowigeno, 2003).

Efisiensi penggunaan pupuk urea secara langsung relatif rendah karena hanya 30% nutrisi yang dapat diserap oleh tanaman. Hal ini terjadi karena adanya proses denitrifikasi dan volatilisasi (Doberman dan Fairhurst, 2000). Dengan menggunakan matriks dari ampas kopi sebagai media penjerap diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk urea. Teknik ini akan dapat menyesuaikan kecepatan terlepasnya nutrisi dalam pupuk urea dengan kecepatan penyerapan oleh tanaman, sehingga dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk pertumbuhan tanaman pertanian dan perkebunan.

Pada penelitian ini dipelajari pengaruh aktivasi $ZnCl_2$ terhadap karakteristik karbon berpori dari ampas kopi dan pengaruhnya terhadap *slow release fertilizer*. Dalam hal ini analisis dengan proksimat dan analisis lignoselulosa digunakan untuk mengetahui karakteristik limbah ampas kopi, sedangkan analisis iodine number, adsorpsi-desorpsi N_2 digunakan untuk mengetahui karakteristik dari karbon yang dihasilkan. Variabel yang diteliti adalah pengaruh penambahan $ZnCl_2$ dan suhu dalam proses pirolisis limbah ampas kopi terhadap karakteristik karbon berpori yang dihasilkan serta melihat pengaruhnya terhadap proses *slow release fertilizer*.

2. Metode Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kopi lampung. Sedangkan $ZnCl_2$ dari Merck, urea, pati. Prosedur pelaksanaan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

2.1 Pembuatan Karbon Berpori

Kopi diseduh dengan air panas kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $80^\circ C$ selama 24 jam. Ampas kopi kemudian di karbonisasi pada suhu $400^\circ C$ selama 6 jam yang dialiri dengan gas N_2 selama proses pirolisis. Selanjutnya karbon yang dihasilkan ditambahkan dengan larutan $ZnCl_2$ dengan perbandingan antara karbon dengan larutan $ZnCl_2$ sebanyak 1:3. Karbon yang sudah diaktivasi menggunakan larutan $ZnCl_2$ selanjutnya dilakukan penyaringan dan dikeringkan pada $80^\circ C$ selama 24 jam.

Proses dilanjutkan dengan pirolisis menggunakan furnace dari suhu kamar ($25^\circ C$) sampai suhu tertentu. Suhu yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu $400-600^\circ C$. Proses karbonisasi diawali dengan pemanasan dari suhu ruangan sampai $110^\circ C$, kemudian gas inert berupa gas N_2 dialirkan. Gas N_2 digunakan untuk mengusir adanya oksigen dalam furnace dan sebagai gas pembawa

zat-zat yang keluar dari bahan yang dikarbonisasi. Pemanasan dilanjutkan sampai suhu $150^\circ C$, kemudian dialirkan *steam*. *Steam* digunakan sebagai gas pengoksidasi pada proses gasifikasi parsial untuk membentuk pori pada karbon dalam proses karbonisasi. Karbonisasi dilakukan dengan menaikkan suhu perlahan-lahan dengan kecepatan pemanasan (*ramp rate*) tertentu yaitu $2^\circ C$ /menit dan *holding time* pada proses karbonisasi adalah 60 menit.

2.2 Pembuatan Matriks Slow Release Fertilizer

Matriks dibuat dari karbon kopi ditambahkan dengan pupuk urea yang telah dicampur pati dengan perbandingan 1:1. Sebagai contoh, pupuk urea sebanyak 5 gram akan ditambahkan dengan 1 mL air dan pati sebanyak 0,75 gram dan 5 gram karbon aktif dari ampas kopi. Campuran yang telah dihasilkan akan dicetak menggunakan alat press dan mesin pencetak yang kemudian dipanaskan pada suhu $40^\circ C$ selama 2 jam kemudian dinaikkan perlahan sampai suhu mencapai $80^\circ C$ selama 2 jam sebelum digunakan sebagai *Slow Release Fertilizer*.

2.3 Proses Analisis Pelepasan Nitrogen

Proses pelepasan nitrogen dalam pupuk urea menggunakan metode *sand packed* dengan menanamkan 15 buah pelet yang sudah dibuat ke dalam tumpukan pasir dengan kedalaman 5 cm. Kedalaman 5 cm ini merupakan kedalaman yang optimal untuk pengujian pelepasan nutrisi pada *Slow Release Fertilizer* (Hariyati 2015). Sebanyak 70 mL aquadest digunakan untuk menyiram masing-masing gelas setiap harinya (Sulakhudin, 2011). Hasil air lindi yang terkumpul selama 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 hari akan dianalisis kandungan nitrogen menggunakan metode cara semi mikro Kjeldahl. Pada pengujian ini akan disertakan sampel berupa NC dan PC. NC merupakan Negative Control yang berupa pelet karbon aktif tanpa tambahan urea sedangkan PC merupakan Positive Control yang berupa pelet pupuk urea.

3. Hasil dan Pembahasan

Karbon berpori pada umumnya memiliki luas permukaan yang cukup tinggi dibandingkan adsorben jenis lainnya. Kelebihan itulah yang menjadi salah satu alasan dalam penggunaan karbon berpori sebagai adsorben. Karbon berpori yang digunakan pada penelitian ini adalah karbon yang berasal dari limbah ampas kopi. Tahapan penelitian ini adalah pembuatan karbon dari limbah ampas kopi dengan berbagai activator kimia yang selanjutnya dilakukan proses pirolisis pada suhu $400-600^\circ C$. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan disajikan hasil dan pembahasan yang berupa karakteristik yang berkaitan dengan struktur pori dari karbon berpori yang dihasilkan.

3.1 Karakterisasi Bahan Baku

Karakterisasi bahan baku dilakukan untuk mengetahui komposisi dan karakter dari bahan tersebut sebagai bahan baku dalam proses pembuatan karbon berpori, karena

karakter bahan baku yang berbeda akan menghasilkan struktur pori dan jumlah karbon yang juga berbeda. Karakterisasi bahan baku dilakukan dengan melakukan uji *ultimate analysis* dan uji kadar lignoselulosa.

Hasil Uji *Ultimate Analysis*

Uji *ultimate analysis* dilakukan untuk mengetahui komposisi komponen pada bahan baku. Hasil uji *ultimate analysis* untuk limbah ampas kopi dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat dikatakan bahwa limbah ampas kopi yang digunakan pada penelitian ini mengandung komposisi C sebanyak 47,97%. Hal ini dapat dijadikan dasar bahwa limbah ampas kopi dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon berpori karena memiliki kandungan C yang cukup tinggi.

Tabel 1. Hasil Uji *Ultimate Analysis*

Komponen	komposisi
C	47,97
O	35,59
Si	6,66
Al	4,31
Ca	3,04
Fe	1,67

Hasil Uji Kadar Lignoselulosa

Uji kadar lignoselulosa dilakukan untuk mengetahui kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin dari ampas kopi. Untuk komposisi selulosa, hemiselulosa dan lignin yang berbeda pada setiap bahan baku akan menghasilkan jumlah karbon dan struktur pori yang berbeda. Hasil uji kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin dari limbah ampas kopi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kadar Lignoselulosa

Komponen	Komposisi, %
	Ampas kopi
Selulosa	33,57
Hemiselulosa	47,90
Lignin	18,52

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mukti (2015), komposisi lignoselulosa (selulosa, hemiselulosa dan lignin) sangat berpengaruh terhadap karakteristik karbon yang dihasilkan. Selain itu, kandungan lignoselulosa juga berpengaruh pada jumlah karbon yang dihasilkan.

3.2. Karakterisasi Karbon Ampas Kopi

Hasil Uji Proksimat

Dari hasil uji proksimat dapat dilihat bahwa kadar karbon terikat akan semakin meningkat dengan meningkatnya suhu aktivasi. Hal ini dikarenakan senyawa-senyawa yang volatile sudah terlepas selama proses pirolisis. Sedangkan

untuk kadar volatilitas dan kadar airnya mengalami penurunan dengan kenaikan suhu. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu jumlah air terikat yang terlepas juga semakin besar.

Tabel 3. Hasil Uji Proksimat

Zat Aktivator	Suhu (°C)	Kadar Air (%) SNI 15%	Kadar Volatilitas (%) SNI 25%	Kadar Abu (%) SNI 10%	Kadar Karbon Terikat (%) SNI 65%
ZnCl ₂	400	4.6245	4.6970	22.2389	70.0687
	500	4.4463	3.8186	22.5742	70.5581
	600	4.1937	3.3061	23.4613	71.3289

Hasil Uji Bilangan Iodin

Daya adsorpsi karbon aktif terhadap iod memiliki korelasi dengan luas permukaan dari karbon aktif. Semakin besar angka iod maka semakin besar kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut. Salah satu metode yang digunakan dalam analisis daya adsorpsi karbon aktif terhadap larutan iod adalah dengan metode titrasi iodometri. Penambahan larutan iod berfungsi sebagai adsorbat yang akan diserap oleh karbon aktif sebagai adsorbennya. Berikut dapat dilihat hasil dari uji kadar iodin pada Tabel 4.

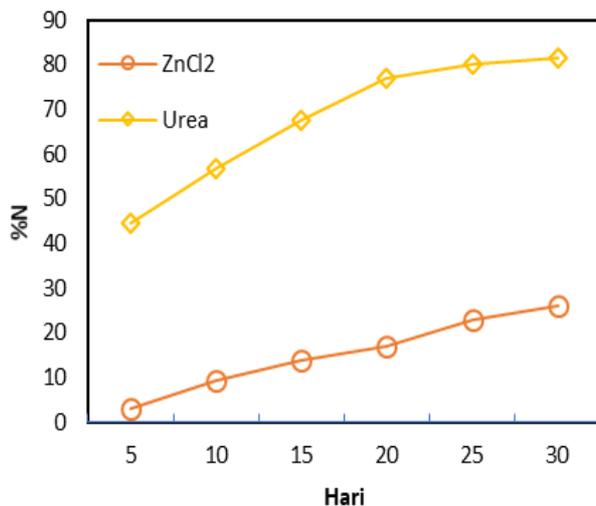
Tabel 4. Hasil Uji Kadar Iodin

Aktivator	Suhu (°C)	Kadar Iodin
ZnCl ₂	400	1028.70
	500	901.70
	600	527.05

Pada data pengujian kadar iodin diatas bahwa pada keadaan suhu 400 °C nilai yang didapatkan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi duhu yang lainnya. Hasil uji tersebut yang nantinya digunakan untuk menentukan pengujian sampel selanjutnya yaitu uji sampel SRF dengan nilai iodin tertinggi.

3.3. Uji *Slow Release Fertilizer* (SRF)

Berikut ini hasil dari uji pelepasan nitrogen yang telah dilakukan dengan menggunakan metode kjedahl dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin hari jumlah nitrogen yang terlepas semakin meningkat. Dari Gambar 1 juga dapat dilihat bahwa penambahan matriks menggunakan karbon dari ampas kopi cukup efektif menahan lepasnya urea ke lingkungan. Jumlah kandungan nitrogen yang terdeteksi pada hari ke 30 adalah 81,5% dan 26 % untuk urea murni dan matriks SRF yang dibuat dalam penelitian ini secara berturut-turut.



Gambar 1. Grafik Akumulasi Uji Pelepasan Nitrogen

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan, luas permukaan karbon berpori yang dihasilkan menurun dengan naiknya suhu yang didasarkan pada hasil uji bilangan iodin yang dihasilkan. Hasil analisis kadar nitrogen diketahui bahwa selama 30 hari jumlah nitrogen yang terlepas sebanyak 26% untuk matriks SRF dan lebih lambat jika dibandingkan urea murni yang release sebanyak 81,5%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan karbon dari ampas kopi mampu menghambat lepasnya urea ke lingkungan.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Program Studi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia yang telah mendanai penelitian ini melalui skema penelitian Dosen dan Mahasiswa.

Daftar Pustaka

Alemi, H., Kianmehr, M.H., Borghae, A.M., 2010, Effect of Pellet Processing of Fertilizer on Slow-Release Nitrogen in Soil, *Asian Journal of Plant Sciences*.
Altenor S1, Carene B, Emmanuel E, Lambert J, Ehrhardt JJ, Gaspard S., 2009 Adsorption Studies of Methylene Blue and Phenol onto Retriever Roots Activated Carbon Prepared by Chemical Activation. *Journal of Hazardous Material*, Vol. 165, pp.1029-1039.

Alves, R.C., Oliveira, M.B.P.P., Casal, S., 2011. Coffee authenticity. In: Oliveira, M.B.P.P., Mafra, I., Amaral, J.S. (Eds.), *Current Topics on Food Authentication*. Transworld Research Network, Kerala, India.
Azeem, B., K. KuShaari, Z.B. Man, A. Basit., and T.H Thanh., 2014, Review on Materials & Methods to Produce Controlled Release Coated Urea Fertilizer, *Journal of Controlled Release*, Vol. 181, pp. 11 – 21.
Dobermann, A and Thomas Fairhurst., 2000, *Nutrient Disorder & Nutrient Management*, 1st ed., PPIC Canada.
Escobar, R.F., Benloch, M., Herrera, E., Gracia-Novelo, J.M., 2003, Effect of Traditional and Slow-Release N Fertilizer on Growth of Olive Nursery Plants and N Losses by Leaching. *Scientia Horticulturae ed. 101*, 39-49.
Fawzi Banat, Sameer Al-Asheh, Leema Al-Makhadmeh, 2003, Evaluation of the use of raw and activated date pits as potential adsorbents for dye containing waters, *Process Biochemistry*, Vol. 39, Issue 2, pp. 193-202.
Ferrão, J.E.M., 2009. O Café, A Bebida Negra Dos Sonhos Claros. Chaves Ferreira- Publicações S. A, Lisboa, Portugal.
Guo, J. and Lua, 2003, A.C.: Surface functional groups on oil-palm-shell adsorption prepared by H₃PO₄ and KOH activation and their effects on adsorptive capacity. *J. Trans IChemE*, 81, pp. 585-590.
Hardjowigeno, S, 2003, Ilmu Tanah, Akademika Presindo, Jakarta.
Hariyati, N., 2015, Pengujian Pupuk Slow Release Urea Media Abu Terbang Bagas pada Tanah Pasir Pantai dengan Indikator Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.
Koby, Mehmet & Demirbas, Prof. Erhan & Senturk, E & Ince, M., 2005, Adsorption of Heavy Metal Ions from Aqueous Solution by Activated Carbon Prepared from Apricot Stone, *Bioresource technology*, Vol. 96, pp. 1518-21.
Lan W., Mingzhu L., Rui L., 2007, Preparation and Properties of a Double Coated Slow Release NPK Compound Fertilizer with Superabsorbent and Water Retention. *Biosecure Technology*, p.1.
Lixiang, Y., N. Xiaoyu, W. Lin, W. Zhengyan, W. Yuejin, Zhanghong, C. Dongqing, and Q. Guannan, 2011, Built – in Screen Type Controlled – Release Urea as well as Production Method and Application Thereof, Chinese Patent Specification CN 102173962 A.
Mukti, N.I.F., Prasetyo, I., dan Mindaryani, A., (2015), Preparasi Karbon Teremban Oksida Cobalt dari Limbah Kulit Manggis sebagai Adsorben Penjerap Etilen untuk Pengawetan Buah, *Reaktor*, Vol 15(3), 165-174, <http://dx.doi.org/10.14710/reaktor.15.3.165-174>