

Analisis Karakteristik Fisik Pupuk Lambat Biochar Bambu Berselaput Asam Akrilat Menggunakan SEM-EDS

Ni Nyoman Ari Putri Murtiyah¹, I Wayan Suardika²

¹Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Dwijendra

²Program Studi Magister Penyuluhan Pertanian Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Dwijendra
E-mail: ariputri20@gmail.com¹, suardika_wyn@yahoo.com²

Article History:

Received: 10 Juli 2026

Revised: 15 Juli 2026

Accepted: 17 Juli 2026

Kata Kunci: asan akrilat, biochar, pupuk lepas lambat, urea

Abstract: Salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi serapan pupuk nitrogen (khususnya urea) adalah dengan membuat pupuk dalam lepas lambat. Pupuk lepas lambat dapat dibuat dengan melapisi pupuk tersebut dengan metode salut dan matrik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisik pupuk urea-biochar bambu berselaput asam akrilat. Penelitian dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah dan Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Udayana dan di Laboratorium Karakterisasi Lanjut I Fisika, Pusat Riset Fisika Kuantum Puspiptek-Serpong (Badan Riset dan Inovasi Nasional). Pupuk lepas lambat dalam penelitian ini dibuat dengan cara memodifikasi pupuk urea lepas lambat dalam bentuk granul yang dibuat dengan metode salut dan matriks dengan menambahkan arang (biochar) bambu sebagai penjerap dan asam akrilat sebagai pengemulsi dan perekat. Parameter yang diamati adalah karakteristik fisik pupuk granul meliputi persentase ukuran granul dan komposisi unsur granul biochar dengan menggunakan SEM-EDS. Hasil analisis SEM-EDS menunjukkan bahwa pupuk granul urea biochar dengan metode salut maupun matrik memiliki kandungan nitrogen (N), karbon (C), Oksigen (O), Silika (Si) dan kalium (K) dan memiliki persentase ukuran yang di dominansi oleh ukuran granul yang berukuran 2-5 mm.

PENDAHULUAN

Pupuk lepas lambat merupakan pupuk yang dapat mengontrol pelepasan unsur-unsur hara yang mudah hilang akibat pelarutan dan penguapan secara lambat dan bertahap (Idaryani dan Wahid, 2019), selain itu juga dapat mengurangi jumlah kebutuhan pupuk karena metode *Slow Release Fertilizer* (SRF) meningkatkan efisiensi pemupukan sebesar 50-60% (Wigena *et al.*, 2006). Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi serapan dan penggunaan pupuk nitrogen buatan (khususnya urea), antara lain dengan cara mengurangi tingkat kelarutan pupuk nitrogen tersebut dengan memodifikasi pupuk urea lepas lambat dan menambahkan bahan alami lain sebagai perekat maupun pembawa diantaranya adalah arang (biochar) bambu sebagai penjerap

dan asam akrilat sebagai pengemulsi dan perekat.

Aplikasi biochar dapat menurunkan tingkat kehilangan unsur nitrogen di dalam tanah, karena biochar merupakan bahan pendamping pupuk yang dapat memegang air dan hara dalam tanah untuk mencegah terjadinya kehilangan pupuk akibat aliran permukaan (*run off*) dan pencucian (*leaching*) (Ratna, 2016), serta dapat memperbaiki sifat tanah seperti pH tanah dan KTK tanah (Widowati *et al.*, 2011). Dengan adanya penambahan biochar pada pupuk urea menyebabkan pelepasan N menjadi *slow release* sehingga asupan kebutuhan N pada tanaman dapat tercukupi sampai panen (Airlangga *et al.*, 2021).

Menurut Situmeang (2018) bahwa biochar dengan penambahan pupuk anorganik dapat menutupi kekurangan hara dari pupuk organik, sementara biochar dengan penambahan bahan organik sangat membantu dalam memperbaiki tanah terdegradasi, karena pupuk organik dapat mengikat unsur hara yang mudah hilang serta membantu dalam penyediaan unsur hara tanah sehingga efisiensi pemupukan menjadi lebih tinggi.

Pengamatan permukaan mikroskopis pupuk dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). SEM adalah salah satu jenis mikroskop *electron* yang menggunakan berkas *electron* untuk menginterpretasi morfologi permukaan suatu benda, namun untuk menentukan komposisi unsur yang terkandung dalam benda tersebut diperlukan analisis lebih lanjut menggunakan SEM-EDX. Komposisi unsur dapat diketahui ketika sinar X ditembakkan pada posisi yang ingin diketahui komposisinya. Sampel yang akan dianalisis dengan SEM yaitu berupa sampel pupuk granul yang telah dibuat dengan metode salut dan matrik berukuran maksimum 2 mm.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yang terdiri dari 9 perlakuan dan diulang 3 kali. Perlakuan yang diberikan adalah U0B0 (kontrol), U1B0 (dengan urea tanpa biochar), U0B1 (dengan biochar tanpa urea), S35 (urea granul bersalut biochar 35%), S30 (urea granul bersalut biochar 30%), S25 (urea granul bersalut biochar 25%), M35 (35% butiran matrik biochar), M30 (urea granul matrik biochar 30%), M25 (urea granul matrik biochar 25%). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *biochar* bambu, pupuk urea, tepung tapioka, asam akrilat, aquadest, dan serangkaian bahan kimia untuk analisis amonium dan nitrat. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pan granulotor, sprayer, ayakan (ukuran 20 mesh, 2 mm dan 5 mm), serangkaian alat gelas di laboratorium untuk analisis amonium dan nitrat, spektrofotometer, *Scanning Electron Microscope* (SEM) Brand/Type Jeol JSM-IT200, dan alat makro kjeldahl.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Biochar Bambu

Pembuatan *biochar* dilakukan dengan metode pirolisis dalam reaktor pirolisis di Laboratorium *New Renewable and Conservation Energy* (NRCE) di Fakultas Teknik Mesin Universitas Udayana. Produk pirolisis yang digunakan di dalam penelitian ini adalah arang sebagai bahan pupuk granulat. Arang tersebut diaktivasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Aktivasi biochar adalah perlakuan fisika atau kimia yang bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan biochar sehingga memiliki daya serap yang semakin tinggi. *Biochar* yang telah diaktivasi diambil sampelnya untuk di analisis dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Pembuatan Pupuk Granul

Pupuk granulat urea-*biochar* bambu dibuat dengan dua cara yaitu salut tunggal dan matriks.

Penyalutan tunggal urea dilakukan dengan menyelubungi kelompok butiran urea menggunakan campuran serbuk *biochar* dan asam akrilat. Pada sistem matriks, urea dihaluskan terlebih dahulu kemudian dicampur merata dengan bubuk *biochar* dan direkatkan dengan asam akrilat. Urea granul dibuat dalam beberapa formulasi untuk mencapai kadar N-total dari urea sebesar 35%, 30%, dan 25 % baik untuk pupuk granul bersalut maupun pupuk matriks. Alat yang digunakan dalam pembuatan granul adalah mesin pan granulator. Pupuk granul yang diperoleh kemudian disiapkan untuk pengujian karakteristik fisik pupuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pupuk granul *biochar*-urea bersalut asam akrilat berhasil dibuat dengan metode salut maupun matrik menggunakan proporsi urea sebesar 25, 30, dan 35%. Penampilan pupuk granul yang terbentuk memiliki karakteristik fisika yang umumnya berbeda. Berdasarkan hasil analisis, proporsi urea tidak berpengaruh terhadap nilai persentase granul urea-*biochar* yang berukuran 2-5mm. Granul pupuk yang dihasilkan didominasi oleh granul berukuran 2-5 mm dengan kisaran 80,17 – 92,5 % (Tabel 1).

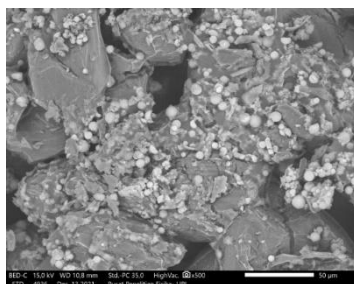
Karakteristik fisik pupuk granul *biochar*-urea adalah berwarna hitam berbentuk bulat tidak seragam dan tidak beraturan. Variasi proporsi urea dalam pupuk granul tidak menyebabkan perbedaan ukuran granul yang terbentuk. Sebagian besar granul pupuk yang terbentuk memiliki ukuran antara 2 dan 5 mm. Variasi proporsi urea dalam granul tidak berpengaruh nyata terhadap persentase ukuran granul 2-5mm.

Nilai persentase ukuran granul tertinggi terdapat pada perlakuan M30 yaitu 92,50% dan terendah pada M35 yaitu 80,17%. Perubahan ukuran granular yang dihasilkan dipengaruhi oleh suplai air yang diberikan, berat dan kadar air bahan yang digunakan.

Semakin banyak air yang disemprotkan ke bahan pada saat proses granulasi maka granul yang terbentuk cenderung akan semakin besar ukurannya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Gluba (Gluba dan Obraniak, 2011) bahwa tetesan air yang di semprotkan diatas permukaan bahan baku, secara signifikan dapat mempengaruhi pembentukan dan pertumbuhan dari granular inti.

Perbedaan komposisi pupuk urea dalam penelitian ini tidak disertai dengan perbedaan volume air yang digunakan dalam proses granulasi. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor meliputi kecepatan putaran granulator, jumlah air yang digunakan, serta keefektifan proses pengadukan (Utari *et al.*, 2015).

Ukuran granul juga dapat dipengaruhi oleh lamanya proses granulasi karena semakin lama waktu granulasi maka granul yang terbentuk akan cenderung lebih besar. Semakin lama waktu granulasi maka efisiensi produksi granular semakin meningkat (Sivakumar dan Gomathi, 2012).



Gambar 1. Hasil uji SEM pupuk granul dengan metode matrik pembesaran 500x

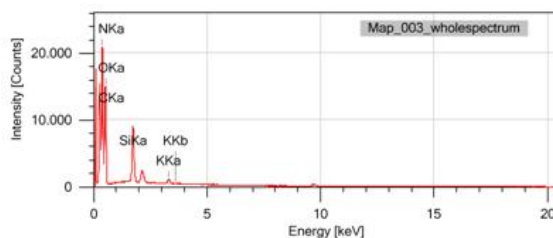
Analisis SEM-EDS dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui komposisi unsur pupuk urea biochar bambu berselaput asam akrilat. Permukaan biochar pada uji SEM pembesaran 500x yang ditunjukkan pada Gambar 1. terlihat morfologi biochar dengan luas permukaan besar dan struktur pori mikro yang tersebar di permukaan.

Tabel 1. Hasil persentase ukuran granul

Perlakuan	Ukuran Granul 2-5mm (%)
S ₃₅	89,67 a
S ₃₀	81,83 b
S ₂₅	84,80 a
M ₃₅	80,17 c
M ₃₀	92,50 a
M ₂₅	87,83 a
Duncan 5%	D ₁ = 0,089
	D ₂ = 0,083
	D ₃ = 0,088

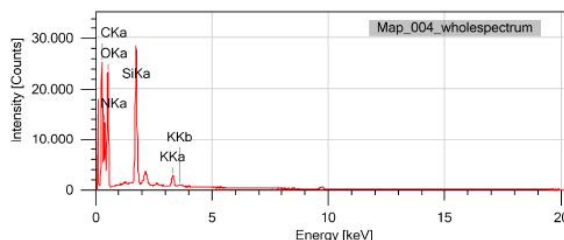
Pori-pori biochar ini menyebabkan membaiknya sistem aerasi dan drainase serta meningkatnya kemampuan tanah menyerap ion dan air di dalam tanah. Biochar bambu memiliki struktur yang sangat mikroporus, dengan efisiensi adsorpsi sekitar 10 kali lebih tinggi dari biochar kayu tradisional (Hua *et al.*, 2009).

Biochar memiliki kandungan karbon yang tinggi pada permukaannya yang berperan sebagai agen pelepas lambat pupuk, dan struktur karbon berpori yang dimilikinya dapat meningkatkan kemampuan retensi hara tanah. Adanya asam akrilat menunjukkan potensi pengikatan *biochar* untuk mudah di granulasi dalam proses granulasi menggunakan air. Kehadiran oksigen semakin meningkatkan kemampuan pengikatan *biochar* (Suliman *et al.*, 2017).



Gambar 2. Hasil uji EDS pada pupuk granul metode salut

Alat SEM umumnya dilengkapi dengan *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (EDS). EDS dihasilkan dari sinar X karakteristik, yaitu dengan menembakkan sinar X pada posisi yang ingin diketahui komposisinya. Pengujian *EDS* dilakukan untuk menganalisis secara kuantitatif dari persentase masing-masing elemen pada karbon aktif yang dihasilkan. Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa hasil pengujian EDS untuk karbon aktif pupuk granul dengan metode salut, sedangkan hasil pengujian EDS pupuk granul metode matrik ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil uji EDS pada pupuk granul metode matrik

Hasil analisis menunjukkan bahwa pupuk granul urea *biochar* dengan metode salut maupun matrik memiliki kandungan nitrogen (N), karbon (C), Oksigen (O), Silika (Si) dan kalium (K). Pada pupuk granul metode salut menunjukkan nilai N lebih tinggi dibandingkan dengan granul metode matrik yang menjadikannya lebih efisien sebagai sumber nutrisi tanaman. Kandungan kalium (K) pada granul salut lebih rendah dibandingkan dengan granul matrik.

Kandungan karbon (C) pada granul salut lebih rendah dibandingkan dengan granul metode matrik yang berperan sebagai agen pelepas lambat pupuk dan struktur karbon berpori yang dimilikinya dapat meningkatkan kemampuan retensi hara tanah. Adanya silika (Si) pada granul salut lebih rendah dibandingkan dengan granul matrik menunjukkan potensi pengikatan *biochar* untuk mudah digranulasi dalam proses granulasi menggunakan air. Kehadiran oksigen (O) pada granul salut lebih rendah dibandingkan dengan granul matrik yang menunjukkan semakin meningkatkan kemampuan pengikatan *biochar* (Suliman *et al.*, 2017).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah karakteristik fisik pupuk granul *biochar*-urea yang dihasilkan didominasi oleh granul berukuran 2-5 mm, berwarna hitam berbentuk bulat tidak seragam dan tidak beraturan, serta dari hasil uji SEM-EDS menunjukkan bahwa pupuk granul urea *biochar* dengan metode salut maupun matrik memiliki kandungan nitrogen (N), karbon (C), Oksigen (O), Silika (Si) dan kalium (K).

DAFTAR REFERENSI

- Airlangga, S. S. D., Munir, M., & Poniman. (2021). Pengaruh Pemberian Biochar Terhadap Beberapa Sifat Biokimia Tanah Dan Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah Pada Lahan Tercemar Residu Pestisida. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8(1), 27–34.
- Gluba, T., & Obraniak, A. (2011). Nucleation and Granule Formation During Disc Granulation Process. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 48(1), 113–120.
- Hua, L., Wu, W., Liu, Y., McBride, M. B., & Chen, Y. (2009). Reduction Of Nitrogen Loss And Cu And Zn Mobility During Sludge Composting With Bamboo Charcoal Amendment. *Environmental Science and Pollution Research*, 16, 1–9.
- Idaryani, & Wahid, A. (2019). Efektivitas Pupuk Majemuk Srf Npk 20-6-10 Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung. *Jurnal Agrisistem*, 15(2).
- Ratna, N. E. (2016). Pengaruh Dosis Pupuk Organonitrofos Plus, Pupuk Anorganik Dan Biochar Terhadap Pertumbuhan Dan Serapan Hara N, P, K Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* L.) pada tanah ultisols Taman Bogo (Skripsi). Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Situmeang, Y. P., Abdullah, A., Gafar, Nandiyanto, & Asep, B. D. (2018). Soil Quality In Corn

- Cultivation Using Bamboo Biochar, Compost, And Phonska. *MATEC Web of Conferences*, 197, 1–5.
- Sivakumar, A., & Gomathi, P. (2012). Pelletized Fly Ash Lightweight Aggregate Concrete: A Promising Material. *Journal of Civil Engineering and Construction Technology*, 3(2), 42–48.
- Suliman, W., Harsh, J. B., Abu-Lail, N. I., Fortuna, A. M., Dallmeyer, I., & Garcia-Perez, M. (2017). The Role Of Biochar Porosity And Surface Functionality In Augmenting Hydrologic Properties Of A Sandy Soil. *Science of The Total Environment*, 574, 139–147.
- Utari, N. W. A., Tamrin, & Triyono, S. (2015). Kajian Karakteristik Fisik Pupuk Organik Granul Dengan Dua Jenis Bahan Perikat. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(3), 267–274.
- Wigena, I. G. P., Purnomo, J., Tuherkih, E., & Saleh, A. (2006). Pengaruh Pupuk 'Slow Release' Majemuk Padat Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Kelapa Sawit Muda Pada Xanthic Hapludox di Merangin Jambi. Bogor, Indonesia: Balai Penelitian Tanah.
- Widowati, Utomo, W. H., Soehono, L. A., & Guritno, B. (2011). Effect Of Biochar On The Release And Loss Of Nitrogen From Urea Fertilization. *Journal of Agricultural and Food Technology*, 1, 127–132.