

PENGGUNAAN *FINE COAL* SEBAGAI CAMPURAN PUPUK UREA DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KANGKUNG DARAT (*Ipomoea reptans*)

*The Use of Fine Coal as a Fertilizer Mixture and Its Effect on Plant Growth of Land Kale (*Ipomoea reptans*)*

AUGUST SURYAPUTRA*, EDY NURSANTO** dan EDDY WINARNO**

Magister Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"

Jl. Padjadjaran, Condongcatur, Yogyakarta 55283

Korespondensi e-mail: edynursanto@upnyk.ac.id

* Kontributor Utama, ** Kontributor Anggota

ABSTRAK

Fine coal merupakan batubara dengan ukuran kurang dari 0,5 mm yang berasal dari sisa pengolahan maupun berasal dari guguran pada saat pengangkutan menggunakan sabuk berjalan. Tujuan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan *fine coal* sebagai campuran pupuk tanaman yang dilihat dari pertumbuhan tanaman. Terdapat empat perlakuan penggunaan pupuk yaitu urea 100% (UTB); 25% urea : 75% *fine coal* (UB13); 50% urea : 50% *fine coal* (UB11); dan 75% urea : 25% *fine coal* (UB31) dengan kadar nitrogen masing-masing 46%; 19,86%; 32,51%; dan 20%. Rerata hasil pertumbuhan berupa jumlah daun untuk masing-masing perlakuan secara berturut-turut adalah 10,6 helai, 10,9 helai, 9,8 helai, dan 8,5 helai. Rerata tinggi tanaman pada masing-masing perlakuan berturut-turut adalah 16,2 cm, 16,8 cm, 13,5 cm, dan 13,8 cm. Rerata nilai efisiensi penggunaan nitrogen (*nitrogen use efficiency/ NUE*) pada masing-masing perlakuan berturut-turut adalah 27%, 19,6%, 25,9%, dan 10,5%. Percobaan pertumbuhan tanaman menggunakan pupuk campuran urea dan *fine coal* untuk jumlah daun dan tinggi tanaman menunjukkan hasil yang baik pada perlakuan UB13 sedangkan nilai *NUE* menunjukkan hasil terbaik pada perlakuan UTB.

Kata kunci : *fine coal*, nitrogen, pupuk, pertumbuhan tanaman, efisiensi penggunaan nitrogen.

ABSTRACT

Fine coal is coal with a size of less than 0.5 mm which comes from processing waste or from avalanches during transportation using a conveyor belt. The aim of this research is to utilize *fine coal* as a mixture of plant fertilizer based on plant growth. There are four fertilizer treatments, namely 100% urea (UTB); 25% urea : 75% *fine coal* (UB13); 50% urea : 50% *fine coal* (UB11); and 75% urea: 25% *fine coal* (UB31) with nitrogen values of 46%, 19.86%, 32.51% and 20% respectively. The average growth results in the form of number of leaves for each treatment were 10.6 strands, 10.9 strands, 9.8 strands and 8.5 strands, respectively. The average plant height in each treatment was 16.2 cm, 16.8 cm, 13.5 cm and 13.8 cm, respectively. The average nitrogen use efficiency (NUE) values for each treatment were 27%, 19.6%, 25.9% and 10.5%, respectively. Plant growth experiments using a mixture of urea and *fine coal* fertilizer for number of leaves and plant height showed good results in the UB13 treatment, while *NUE* showed the best results in the UTB treatment.

Keywords: *fine coal*, nitrogen, fertilizer, plant growth, nitrogen use efficiency.

PENDAHULUAN

Industri pertambangan batubara sangat berperan sebagai salah satu sumber pendapatan negara. Hal tersebut ditunjukkan oleh adanya peningkatan pendapatan negara pada tahun 2021-2022. Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dari subsektor mineral dan batubara pada tahun 2022 adalah sebesar Rp 183,35 triliun, sedangkan tahun 2021 sebesar Rp 75,15 triliun yang 80% bersumber dari royalti batubara (Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara, 2022). Peningkatan PNBP royalti batubara dapat diartikan meningkatnya produksi atau hasil penjualan batubara.

Adanya peningkatan produksi batubara meningkatkan jumlah *fine coal* yang dihasilkan. *Fine coal* adalah batubara produk samping berukuran 60-200 mesh yang berasal dari sisa hasil peremukan dan/atau pencucian batubara (Muhammad, 2019; Vidya dan Ilianta, 2020; Azis, Syaiful dan Gazali, 2022). Ukuran partikelnya yang kecil, memudahkan *fine coal* untuk jatuh ke permukaan tanah atau ke perairan sehingga berpotensi menyebabkan pencemaran udara berupa debu batubara maupun pencemaran air dari *fine coal* yang ter sedimentasi ke perairan. *Fine coal* merupakan cadangan yang tidak dapat dijual karena ukuran yang terlalu kecil dan tidak sesuai dengan persyaratan jual beli batubara pada umumnya.

Sebagai upaya pelaksanaan konservasi batubara, pemanfaatan *fine coal* sangat penting untuk dilakukan. Salah satu bentuk pemanfaatannya adalah sebagai pupuk tanaman karena adanya kandungan nitrogen pada batubara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Utomo dkk., 2018). Penyerapan ion nitrat dan amonium berpengaruh terhadap kandungan nitrogen sebagai bahan penyusun jaringan tanaman (Nuraini dan Zahro, 2020). Pupuk nitrogen sangat bermanfaat dan memberikan hasil pertumbuhan tanaman yang baik (Hidayati, Nurlina dan Purwanti, 2021).

Beberapa penelitian terkait pemanfaatan *fine coal* sebagai pupuk sudah dilakukan. Sriningsih, Iskandar dan Suryaningtyas (2022) melakukan penelitian pemberian *fly ash-bottom ash* (FABA) dengan dosis 1000 gram per 15 kg per media tanam dan 50% *fine coal*

yang hasilnya menunjukkan adanya peningkatan pertumbuhan tanaman jaboro. Penelitian lain dilakukan oleh Nursanto dkk. (2023) dengan komposisi 25% urea dan 75% *fine coal* yang dicampur dengan air dan tepung tapioka lalu dibentuk menjadi butiran dan dipanaskan pada suhu 105°C sebelum digunakan pada media tanam menghasilkan pertumbuhan yang signifikan pada tanaman bayam, kangkung, dan bawang merah.

Penelitian ini memberikan pendekatan yang inovatif dan spesifik, dengan fokus pada penggunaan *fine coal* sebagai campuran pupuk urea dan pengaruhnya terhadap tanaman. Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah kangkung darat (*Ipomoea reptans*) karena perawatannya yang relatif mudah dan masa panen yang tidak terlalu lama, selain itu juga digemari oleh masyarakat umum (Burhan, 2022).

Berbeda dengan penelitian Nursanto dkk. (2023), dalam penelitian ini pencampuran antara urea dengan *fine coal* dilakukan secara langsung tanpa menggunakan air dan tepung tapioka. Selain parameter pertumbuhan tanaman yang meliputi jumlah daun dan tinggi tanaman; dilakukan pula perhitungan efisiensi penggunaan nitrogen/ *nitrogen use efficiency* (NUE) untuk mengetahui kinerja pemupukan. Perhitungan nilai NUE ini tidak dilakukan pada penelitian Nursanto dkk. (2023).

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat apakah penggunaan *fine coal* sebagai campuran pupuk tanaman memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan tanaman serta efisiensi serapan nitrogen dibandingkan dengan penggunaan pupuk tanpa menggunakan campuran *fine coal*.

METODE

Penelitian mulai dilaksanakan pada bulan Juni 2023. Sampel *fine coal* diperoleh dari lokasi penumpukan batubara (*stockpile*) di Kabupaten Barito Selatan, Provinsi Kalimantan Tengah dan batubara berasal dari tambang di Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan.

Dalam penelitian ini digunakan empat perlakuan pupuk dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 15 kali. Perlakuan pertama hanya menggunakan pupuk

urea dengan kandungan nitrogen 46% (UTB). Perlakuan kedua adalah penggunaan campuran pupuk 25% urea dengan 75% *fine coal* (UB13). Perlakuan ketiga penggunaan campuran pupuk 50% urea dengan 50% *fine coal* (UB11). Perlakuan keempat penggunaan campuran pupuk 75% urea dengan 25% *fine coal* (UB31).

Kadar nitrogen pada sampel *fine coal* dianalisis berdasarkan standar analisis nitrogen ASTM D5373-21 (ASTM, 2021). Adapun nilai nitrogen pada campuran pupuk urea dan *fine coal* dianalisis menggunakan metode Titrasi Kjeldahl.

Bibit tanaman kangkung darat ditanam di *polybag* dengan media tanam tanah sebanyak 750 gram per *polybag*. Media tanam disiram air secukupnya pada pagi atau sore sampai panen pada hari ke-30. Pupuk diberikan pada media tanam pada hari kesepuluh sebanyak masing-masing 6 gram per *polybag*. Parameter pertumbuhan tanaman meliputi jumlah daun dan tinggi tanaman diukur setiap hari. Panen dilakukan pada hari ketiga puluh. Hasil panen dianalisis di laboratorium untuk mengetahui berat kering, kandungan nitrogen tanaman, dan data pendukung lainnya.

Perhitungan NUE mengacu pada persamaan (1) yang digunakan oleh Moll, Kamprath dan Jackson (1982) serta Saha dkk. (2019). NUE digunakan untuk mengukur pangelolaan nitrogen, dalam beberapa penelitian menggunakan pendekatan yang berbeda (Congreves dkk., 2021).

$$NUE = \frac{W}{N} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:
 W = berat kering tanaman (gram)
 N = berat pupuk yang diberikan (gram)

Pengujian kualitas *fine coal* berupa analisis ultimat nitrogen dilakukan di Balai Besar Pengujian Mineral dan Batubara tekMIRA. Pengujian lainnya seperti kadar nitrogen pada tanaman, berat kering tanaman, dan pupuk campuran urea dengan *fine coal* dilakukan di Laboratorium Penguji Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian Yogyakarta.

Pengolahan data dilakukan melalui analisis statistik *One Way Anova* serta uji lanjut Tukey

menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics 21. *One Way Anova* merupakan pengujian yang mengkomparasi beberapa variabel untuk mengetahui apakah ada perbedaan dengan satu faktor variansi pembandingnya (Rosalina dkk., 2023). Jika nilai Tukey hitung kurang dari nilai Tukey tabel, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan, namun jika nilai Tukey hitung lebih dari nilai Tukey tabel, maka terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fine coal yang digunakan sebagai campuran pupuk berasal dari tambang batubara pada Formasi Warukin. Sampel *fine coal* dapat dilihat pada Gambar 1. Formasi Warukin terdiri dari batupasir kuarsa dan batulempung dengan sisipan batubara, yang terendapkan dalam lingkungan fluviatil dengan ketebalan sekitar 400 m berumur Mioesen Tengah sampai dengan Miosen Akhir (Heryanto dan Sanyoto, 1984). Hasil pengujian kualitas *fine coal* dapat dilihat pada Tabel 1. Analisis ultimat adalah pengujian untuk parameter karbon, hidrogen, nitrogen, dan sulfur.

Tabel 1. Kualitas *fine coal*

Parameter Analisis	Nilai
Karbon	55,81 % adb
Hidrogen	5,67 % adb
Nitrogen	0,85 % adb
Sulfur	0,16 % adb



Gambar 1. Material *fine coal*

Salah satu parameter kualitas pupuk adalah terpenuhinya komposisi minimal kadar hara (Suriadikarta, Setyorini dan Hartatik, 2004). Pupuk dibutuhkan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman (Rosawanti, 2020). Nutrisi yang berimbang sangat penting dalam upaya keberlanjutan penggunaan lahan budidaya pertanian (Prasetyo dan Evizal, 2021). Hasil penelitian ini digunakan hanya sebagai pembandingan kadar nitrogen. Di Indonesia, standar yang digunakan sebagai acuan kualitas pupuk adalah Standar Nasional Indonesia (SNI). Kadar nitrogen minimal pada pupuk sesuai SNI dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan nitrogen berdasarkan SNI

No. SNI	Judul SNI	N
SNI 2801:2010	Pupuk urea	46%
SNI 2803:2012	Pupuk NPK padat	6%
SNI 02-1760-2005	Pupuk <i>ammonium sulfate</i>	20,8%
SNI 19-7030-2004	Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik	0,40%

Kadar nitrogen dalam pupuk campuran urea dan *fine coal* dapat dilihat pada Tabel 3. Adapun kadar nitrogen dalam pupuk urea diketahui berdasarkan nilai nitrogen yang tercantum pada kemasan.

Tabel 3. Kadar nitrogen dalam pupuk perlakuan

Perlakuan	Kadar Nitrogen
UTB	46,00 %
UB13	19,86 %
UB11	32,51 %
UB31	20,00 %

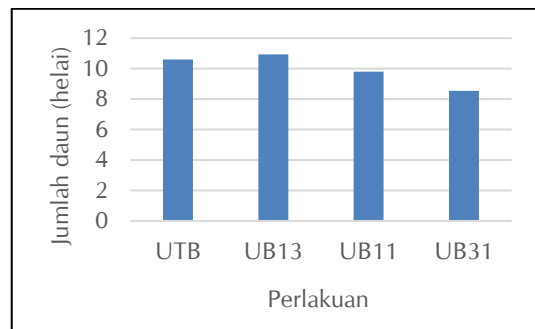
Berdasarkan hasil pengujian terhadap masing-masing jenis pupuk perlakuan, diketahui bahwa ketiga campuran pupuk urea dan *fine coal*, tidak memenuhi kadar nitrogen minimum yang ditetapkan dalam SNI 2801:2010, namun memenuhi kadar nitrogen minimal yang ditetapkan dalam SNI 2803:2012 dan SNI 19-7030-2004. Hanya campuran pupuk urea dan *fine coal* UB11 yang memenuhi kadar nitrogen minimal. Kualitas pupuk dipengaruhi oleh teknik pembuatan. Pupuk campuran urea dan *fine coal* dibuat secara manual dengan

mencampurkan kedua bahan tersebut. Kehilangan nitrogen pada pupuk dapat terjadi karena adanya volatilisasi atau hilangnya nitrogen ke atmosfer. Volatilisasi dipengaruhi suhu ruangan yang panas dan berangin pada saat pembuatan pupuk.

Hasil pertumbuhan tanaman dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil pengamatan menunjukkan nilai rerata jumlah daun untuk masing-masing perlakuan UTB, UB13, UB11, dan UB31 adalah 10,6 helai, 10,9 helai, 9,8 helai, dan 8,5 helai. Pada Gambar 3 diketahui jika perlakuan UB13 memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan UTB, UB11, dan UB31.



Gambar 2. Hasil pertumbuhan tanaman



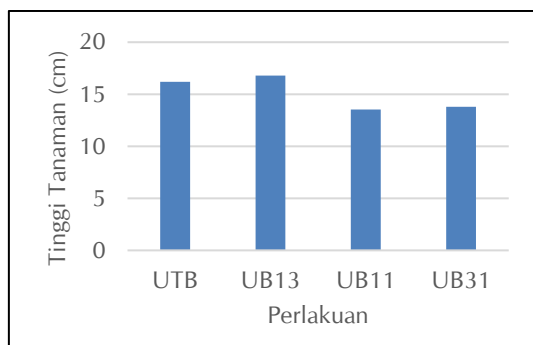
Gambar 3. Pengaruh pupuk perlakuan terhadap jumlah daun

Berdasarkan analisis statistik yang ditampilkan pada Tabel 4, hasil pertumbuhan dengan parameter jumlah daun tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan UB13 dengan UTB. Dengan demikian dapat diartikan bahwa penggunaan *fine coal* dalam campuran pupuk memberikan pengaruh yang sama dengan penggunaan pupuk urea tanpa tambahan *fine coal*.

Tabel 4. Analisis statistik Tukey jumlah daun

Perbandingan	Tukey Hitung	Tukey Tabel	Simpulan
UB13 – UTB	0,579	3,745	Tidak berbeda
UB11 – UTB	1,389	3,745	Tidak berbeda
UB31 – UTB	3,588	3,745	Tidak berbeda

Untuk pengamatan tinggi tanaman, nilai rerata untuk masing-masing perlakuan UTB, UB113, UB11, dan UB31 adalah 16,2 cm, 16,8 cm, 13,5 cm, dan 13,8 cm. Sama halnya dengan jumlah daun, UB13 juga memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan UTB, UB11, dan UB31 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh pemberian pupuk perlakuan terhadap tinggi tanaman

Berdasarkan analisis statistik seperti yang ditampilkan pada Tabel 5, hasil pertumbuhan dengan parameter tinggi tanaman tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara UB13 dengan UTB. Dapat diartikan jika penggunaan *fine coal* memberikan pengaruh yang sama dengan penggunaan pupuk urea tanpa menggunakan campuran *fine coal*.

Tabel 5. Analisis statistik Tukey tinggi tanaman

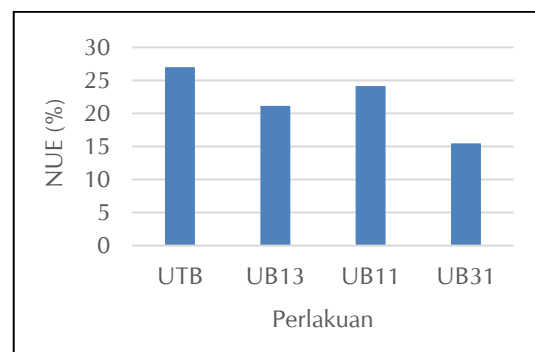
Perbandingan	Tukey Hitung	Tukey Tabel	Simpulan
UB13 – UTB	0,862	3,745	Tidak berbeda

Perbandingan	Tukey Hitung	Tukey Tabel	Simpulan
UB11 – UTB	3,831	3,745	Berbeda
UB31 – UTB	3,448	3,745	Tidak berbeda

Jumlah daun, tinggi tanaman, berat tanaman, jumlah buah per tanaman, berat buah per tanaman, dan diameter buah dapat digunakan sebagai parameter pertumbuhan tanaman (Ma'rifah, 2016). Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan memberikan campuran *fine coal*, pertumbuhan tanaman tidak berbeda dibandingkan dengan pemupukan hanya menggunakan urea. Pengaruh pupuk terhadap tanaman dapat dilihat pada Tabel 6.

Berbeda halnya dengan nilai NUE, perlakuan UTB menghasilkan nilai NUE lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Penggunaan pupuk urea lebih efisien dibandingkan dengan pupuk campuran *fine coal*. Nilai NUE untuk perlakuan masing-masing UTB, UB13, UB11, dan UB31 adalah 27%, 19,6%, 25,9%, dan 10,5% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

Berdasarkan analisis statistik pada Tabel 7, nilai NUE tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara UTB dengan UB11 dan UB13. Dapat diartikan jika pengaruh penggunaan *fine coal* tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan hanya menggunakan urea saja.



Gambar 5. Pengaruh pemberian pupuk perlakuan terhadap nilai NUE

Tabel 6. Hasil pengamatan pengaruh pemberian pupuk perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman dan nilai NUE

n	Jumlah Daun (helai)				Tinggi Tanaman (cm)				NUE (%)			
	UTB	UB13	UB11	UB31	UTB	UB13	UB11	UB31	UTB	UB13	UB11	UB31
1	10	10	10	6	16	18	14	11	23,83	7,50	47,17	4,00
2	10	11	5	7	13	15	8	15	23,00	11,00	36,83	9,17
3	11	10	6	8	15	16	8	11	34,50	8,00	36,17	9,50
4	8	10	11	10	17	15	17	17	32,50	11,50	27,00	13,00
5	11	8	11	7	16	17	18	11	37,50	4,83	16,83	10,50
6	11	10	8	12	17	18	11	17	25,83	30,83	7,00	16,00
7	11	11	10	9	20	20	17	14	27,67	18,50	13,33	14,67
8	10	10	15	10	17	19	18	15	16,00	25,17	49,67	10,83
9	10	13	15	7	17	21	16	16	28,50	18,00	25,83	7,33
10	15	11	7	10	18	15	12	14	47,00	14,67	5,00	15,83
11	11	11	7	7	18	12	8	14	29,50	16,33	36,17	5,00
12	9	10	10	10	11	17	13	15	9,50	33,83	13,83	14,33
13	9	12	11	12	16	17	13	13	9,83	32,17	27,17	10,67
14	8	16	10	7	13	17	15	15	37,00	41,17	23,00	11,67
15	15	11	11	6	19	15	15	9	23,50	20,50	23,83	5,00

Keterangan: n = pengulangan

Tabel 7. Analisis statistik Tukey NUE

Perbandingan	Tukey Hitung	Tukey Tabel	Simpulan
UB13 – UTB	2,813	3,745	Tidak berbeda
UB11 – UTB	0,424	3,745	Tidak berbeda
UB31 – UTB	6,251	3,745	Berbeda

NUE adalah salah satu indikator untuk menilai kinerja pemupukan nitrogen. Nilai NUE dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis tanaman, varietas, dosis pupuk, kondisi lingkungan, dan manajemen budidaya. Dalam penelitian ini, hanya penggunaan dosis pupuk yang dilakukan analisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk dengan kadar nitrogen lebih tinggi akan menghasilkan nilai NUE yang tinggi pula.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai NUE yang tinggi tidak membuat tanaman terlihat lebih subur secara visual. Namun hal ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara penggunaan urea saja dengan yang menggunakan campuran *fine coal*. Penggunaan *fine coal* dalam campuran pupuk, dapat mengurangi penggunaan pupuk urea sehingga lebih efisien secara ekonomi. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai

kandungan mineral lain pada pupuk campuran urea dan *fine coal* seperti karbon (C), oksigen (O), dan/atau belerang (S), karena termasuk senyawa mineral yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman.

Sejalan dengan penelitian Nursanto *dkk.* (2023), pupuk campuran urea dan *fine coal* memberikan pertumbuhan yang baik pada tanaman kangkung. Dengan pencampuran urea dengan *fine coal* yang sederhana, hasil pertumbuhan menunjukkan hasil yang baik. *Fine coal* memiliki kandungan mineral yang dapat membantu pertumbuhan serta meningkatkan unsur hara tanaman (Nursanto *dkk.*, 2023).

KESIMPULAN

Pemanfaatan *fine coal* sebagai campuran pupuk tanaman merupakan salah satu upaya konservasi sumber daya batubara. *Fine coal* dapat dimanfaatkan sebagai campuran pupuk urea pada tanaman kangkung darat. Pertumbuhan tanaman kangkung darat menunjukkan tidak berbeda antara menggunakan pupuk urea saja dengan pupuk campuran urea dan *fine coal*. Penggunaan *fine coal* pada campuran pupuk urea dapat mengurangi konsumsi pupuk industri sekitar 25% sampai dengan 75%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta yang telah mendukung dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM (2021) *Standard test methods for determination of carbon, hydrogen and nitrogen in analysis samples of coal and carbon in analysis samples of coal and coke*. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1520/D5373-21>.
- Azis, I.I., Syaiful, A.Z. dan Gazali, A. (2022) "Penentuan waktu optimum pengolahan *fine coal* dengan metode molenisasi," *Jurnal Saintis*, 3(1), hal. 27–34.
- Burhan, A. (2022) "Respon pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* poir) terhadap pemberian pupuk organik di lahan sawah Desa Kelondom," *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(12), hal. 4211–4218.
- Congreves, K.A., Otchere, O., Ferland, D., Farzadfar, S., Williams, S. dan Arcand, M.M. (2021) "Nitrogen use efficiency definitions of today and tomorrow," *Frontiers in Plant Science*, 12. Tersedia pada: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.637108>.
- Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara (2022) *Tahun 2021, PNB dan investasi subsektor minerba lebih target*.
- Heryanto, R. dan Sanyoto, P. (1984) *Peta Geologi Lembar Amuntai Kalimantan Selatan Skala 1: 250.000*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Hidayati, S., Nurlina, N. dan Purwanti, S. (2021) "Uji pertumbuhan dan hasil tanaman sawi dengan pemberian macam pupuk organik dan pupuk nitrogen," *Jurnal Pertanian CEMARA*, 18(2), hal. 81–89. Tersedia pada: <https://doi.org/10.24929/fp.v18i2.1638>.
- Ma'rifah, P.N. (2016) *Kajian pemberian kompos limbah tembakau sebagai pelengkap pemupukan nitrogen pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* L.)*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Moll, R.H., Kamprath, E.J. dan Jackson, W.A. (1982) "Analysis and Interpretation of Factors Which Contribute to Efficiency of Nitrogen Utilization 1," *Agronomy Journal*, 74(3), hal. 562–564. Tersedia pada: <https://doi.org/10.2134/agronj1982.00021962007400030037x>.
- Muhammad, R.F. (2019) *Estimasi sumberdaya fine coal dengan menggunakan river surveyor M9 di tailing dump 1 West Block Kecamatan Sangatta Kabupaten Bontang Barat Provinsi Kalimantan Timur*. Universitas Sriwijaya.
- Nuraini, Y. dan Zahro, A. (2020) "Pengaruh aplikasi asam humat dan pupuk NPK terhadap serapan nitrogen, pertumbuhan tanaman padi di lahan sawah," *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(2), hal. 195–200. Tersedia pada: <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.2.2>.
- Nursanto, E., Winarno, E., Wahyuningsih, T., Khasbulloh, M., Hutapea, M., Ansar, C.A., Lillah, S.R. dan Haq, S.R. (2023) "Fine coal as fertilization for post mining reclamation," in *4th International Conference on Earth Science, Mineral and Energy, Volume 2598, Issue 1*. Sleman: AIP Conference Proceedings, hal. 040012. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1063/5.0127586>.
- Prasetyo, D. dan Evizal, R. (2021) "Pembuatan dan upaya peningkatan kualitas pupuk organik cair," *Jurnal Agrotropika*, 20(2), hal. 68–80. Tersedia pada: <https://doi.org/10.23960/ja.v20i2.5054>.
- Rosalina, L., Oktarina, R., Rahmiati dan Saputra, I. (2023) *Buku Ajar Statistika*. Diedit oleh Eliza. Padang: CV. Muharika Rumah Ilmiah.
- Rosawanti, P. (2020) "Kandungan unsur hara pada pupuk organik tumbuhan air lokal," *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan*, 6(2), hal. 140–148. Tersedia pada: <https://doi.org/10.33084/daun.v6i2.1260>.
- Saha, B.K., Rose, M.T., Wong, V.N.L., Cavagnaro, T.R. dan Patti, A.F. (2019) "A slow release brown coal-urea fertiliser reduced gaseous N loss from soil and increased silver beet yield and N uptake," *Science of The Total Environment*, 649, hal. 793–800. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.145>.
- Sriningsih, W., Iskandar, I. dan Suryaningtyas, D.T. (2022) "Utilizing fine coal waste as a topsoil substitute on mine reclamation," *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 9(4), hal. 3595. Tersedia pada: <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2022.094.3595>.

Suriadikarta, D.A., Setyorini, D. dan Hartatik, W. (2004) *Petunjuk teknis uji mutu dan efektivitas pupuk alternatif anorganik*. 1st Editio. Diedit oleh D. Santoso dan N. Suharta. Bogor: Balai Penelitian Tanah.

Utomo, M., Sudarsono, Rusman, B., Sabrina, T., Lumbanraja, J. dan Wawan (2018) *Ilmu tanah: Dasar-dasar dan pengelolaan*. Edisi 1, c. Jakarta: Prenadamedia Group.

Vidya, D. dan Ilianta, I. (2020) "Ruang lingkup dan objek konservasi sumberdaya mineral dan batubara," in *Prosiding Temu Profesi Tahunan XXIX PERHAPI*. PERHAPI, hal. 221–232.