

**“Akselerasi Hasil Penelitian dan Optimalisasi Tata Ruang Agraria untuk Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan”**

Uji Aplikasi Pupuk NPK Slow Release Berbagai Grade dan Ukuran Zeolit Alam Terhadap Penguapan Gas NH<sub>3</sub> dan Hasil Padi Sawah

**Purwandaru Widyasunu<sup>1</sup>, Joko Maryanto<sup>1</sup>, dan Talita Amartya<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Prodi D3PSL dan Prodi Agroteknologi UNSOED – Jl. Dr. Soeparno Karangwangkal Purwokerto

<sup>2</sup>Prodi Agroteknologi UNSOED – Jl. Dr. Soeparno Karangwangkal Purwokerto

Email: purwandaru.widyasunu@gmail.com

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk NPK-*Slow Release* (NPK-*SR*) dengan berbagai grade dan ukuran zeolit alam terhadap penguapan gas NH<sub>3</sub> dan hasil padi sawah. Penelitian dilaksanakan di *screen house* dan Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Oktober 2021 sampai April 2022. Penelitian dilakukan dengan rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) yang terdiri dari dua faktor disusun faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah komposisi pupuk yang terdiri atas enam taraf. Faktor kedua adalah ukuran zeolit alam yang terdiri atas tiga taraf. Variabel pengamatan penelitian ini meliputi penguapan gas NH<sub>3</sub>, bobot segar gabah bernas, bobot kering gabah bernas, jumlah gabah bernas, dan jumlah gabah hampa. Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk NPK-*SR* dengan berbagai grade dan ukuran zeolit alam masing-masing tidak berpengaruh terhadap penguapan gas NH<sub>3</sub> dan variabel hasil tanaman padi. Interaksi antara grade dan ukuran zeolit alam berpengaruh terhadap penguapan gas NH<sub>3</sub> pada kumulatif 1 MST (Minggu Setelah Tanam) dan kumulatif 6-13 MST (Minggu Setelah Tanam), bobot segar gabah bernas, jumlah gabah bernas, serta jumlah gabah hampa. Penguapan gas NH<sub>3</sub> terendah yaitu sebesar 92,99 µg N/cm<sup>2</sup> pada kumulatif 1 MST (dan 56,86 µg N/cm<sup>2</sup> pada kumulatif 6-13 MST). Hasil tanaman padi tertinggi pada bobot segar gabah bernas; jumlah gabah bernas; jumlah gabah hampa masing-masing sebesar 6,54 g; 235,44; 269. Grade NPK-*SR* dan ukuran zeolit alam yang direkomendasikan untuk tanaman padi sawah yaitu perlakuan K1 (pupuk NPK-*SR* grade 7-15-15) dan Z3 (ukuran zeolit alam 140 mesh).

Kata kunci: pupuk NPK *slow release*, komposisi pupuk, ukuran zeolit, penguapan gas NH<sub>3</sub>, hasil tanaman padi

**Pendahuluan**

Semakin sempitnya luas lahan pertanian yang produktif akibat alih fungsi lahan menjadi salah satu penyebab menurunnya produksi bahan pangan nasional khususnya padi. Menurut BPS (2020), luas panen padi pada tahun 2020 mengalami penurunan 0,19%

dibandingkan tahun 2019. Hal ini berbanding terbalik dengan jumlah beras konsumsi pangan penduduk yang pada tahun 2020 mengalami kenaikan 0,07% dibandingkan tahun 2019. Semakin berkurangnya lahan pertanian dapat diatasi dengan memanfaatkan lahan marginal, salah satunya adalah tanah Ultisol yang merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia dengan sebaran luas mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia. Umumnya Ultisol belum tertangani dengan baik, namun memiliki potensi untuk dimanfaatkan menjadi lahan pertanian produktif (Syahputra *et al.*, 2015). Pupuk NPK-SR merupakan pupuk NPK yang bersifat *slow release* (yang melepaskan unsur hara perlahan dan terus-menerus selama jangka waktu tertentu) dan dirakit dengan menggunakan bahan pupuk urea sebagai sumber unsur hara N, batuan fosfat alam (BFA) sebagai sumber unsur hara P, KCl sebagai sumber unsur hara K, zeolit alam sebagai penyerap bahan organik, vertisol sebagai bahan perekat, dan abu sekam padi sebagai pengikat logam (Rif'an *et al.*, 2021).

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah: (i) bagaimana pengaruh pupuk NPK-SR dengan berbagai grade dan ukuran zeolit alam terhadap penguapan gas NH<sub>3</sub>? dan (ii) bagaimana pengaruh pupuk NPK-SR dengan berbagai grade dan ukuran zeolit alam terhadap hasil tanaman padi? Tujuan penelitian adalah untuk: (i) mengetahui pengaruh pupuk NPK-SR dengan berbagai grade dan ukuran zeolit alam terhadap penguapan gas NH<sub>3</sub>, dan (ii) mengetahui pengaruh pupuk NPK-SR dengan berbagai grade dan ukuran zeolit alam terhadap hasil tanaman padi. Manfaat dari penelitian adalah: (i) memberikan informasi terkait aplikasi pupuk NPK-SR yang dirakit dengan berbagai grade dan ukuran zeolit alam terhadap penguapan gas NH<sub>3</sub> dan hasil tanaman padi, dan (ii) memperoleh data dan informasi yang dapat digunakan sebagai dasar acuan bagi penelitian yang serupa maupun penelitian pengembangan selanjutnya.

## Metode

Penelitian dilaksanakan dari Oktober 2021 sampai April 2022 di *screen house* Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman dengan ketinggian tempat 110 mdpl yang terletak di Desa Karangwangkal, Kecamatan Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas. Suhu rata-rata di *screen house* pada pagi hari adalah 27,13<sup>0</sup>C, siang hari adalah 34,07<sup>0</sup>C, dan sore hari adalah 29,58<sup>0</sup>C. Penelitian diawali dengan pembuatan pupuk NPK-SR menggunakan bahan pupuk urea, KCl, batuan fosfat alam (BFA), zeolit, vertisol, dan abu sekam padi. Tanah yang digunakan adalah tanah Ultisol dari Desa Tanggeran, Kabupaten Banyumas. Tanah Ultisol dikering anginkan dan disaring dengan saringan 5 mm, kemudian dimasukkan ke dalam ember plastik sebanyak 13 kg dan diberi air hingga tergenang (disawahkan). Penanaman dilaksanakan

pada tanggal 14 November 2021, pemberian pupuk NPK-SR pertama pada tanggal 15 November 2021, pemberian pupuk NPK-SR kedua pada tanggal 14 Desember 2021, dan pemanenan pada tanggal 14 Maret 2021 yaitu saat padi berumur 120 hst.

## Hasil dan Pembahasan

### Analisis Ragam Penguapan Gas NH<sub>3</sub> dan Hasil Padi

Hasil analisis ragam (uji F) perlakuan komposisi pupuk dan perlakuan ukuran zeolit memberikan hasil berbeda tidak nyata pada variabel penguapan gas NH<sub>3</sub> dan variabel hasil padi. Interaksi antara komposisi pupuk dan ukuran zeolit memberikan hasil tidak berbeda nyata pada variabel penguapan gas NH<sub>3</sub> kumulatif 2-5 MST dan bobot kering gabah bernas serta memberikan hasil berbeda nyata pada variabel penguapan gas NH<sub>3</sub> kumulatif 1 MST dan kumulatif 6-13 MST, bobot segar gabah bernas, jumlah gabah bernas, dan jumlah gabah hampa. Hasil analisis ragam dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 1.

Tabel 1. Penguapan gas NH<sub>3</sub> dan hasil tanaman padi pada perlakuan komposisi pupuk dan ukuran zeolit

No.	Variabel	Perlakuan		
		Komposisi Pupuk (K)	Ukuran Zeolit (Z)	Interaksi (K x Z)
<b>A. Penguapan Gas NH<sub>3</sub></b>				
1.	Kumulatif 1 MST	tn	tn	n
2.	Kumulatif 2-5 MST	tn	tn	tn
3.	Kumulatif 6-13 MST	tn	tn	n
<b>B. Hasil Tanaman Padi</b>				
1.	Bobot Segar Gabah Bernas	tn	tn	n
2.	Bobot Kering Gabah Bernas	tn	tn	tn
3.	Jumlah Gabah Bernas	tn	tn	n
4.	Jumlah Gabah Hampa	tn	tn	n

Keterangan: K = Komposisi pupuk; Z = Ukuran zeolit; K x Z = Interaksi perlakuan komposisi pupuk dengan ukuran zeolit; tn = berbeda tidak nyata pada uji F (P = 0,05); n = berbeda nyata pada uji F (P = 0,05)

Perlakuan komposisi pupuk dan perlakuan ukuran zeolit memberikan hasil berbeda tidak nyata terhadap penguapan gas NH<sub>3</sub>, artinya Ultisol yang digunakan tidak reaktif pada penguapan gas NH<sub>3</sub>, sehingga dimungkinkan harus ada perbaikan KTK dahulu yang cepat; contoh menggunakan bahan organik dan bahan humat. Haitami dan Wahyudi (2019), menyatakan bahwa penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat meningkatkan aktivitas organisme tanah dan merupakan salah satu cara untuk mengatasi permasalahan kesuburan tanah pada tanah Ultisol. Interaksi perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada

kumulatif 1 MST dan kumulatif 6-13 MST serta terdapat penurunan penguapan gas, hal itu karena partikel zeolit yang berada dalam pupuk NPK-SR mampu mengikat unsur hara N. Semakin banyak jumlah zeolit yang dicampurkan ke dalam pupuk urea maka ion amonium yang terikat akan semakin banyak, hal tersebut karena zeolit memiliki struktur berongga, sehingga zeolit dapat membatasi volatilisasi dan pencucian N (Bhaskoro *et al.*, 2015).

Perlakuan komposisi pupuk dan perlakuan ukuran zeolit memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap hasil tanaman padi, hal tersebut diduga karena dosis pupuk yang diberikan kurang untuk menyediakan unsur hara di dalam tanah. Suwardi (2009), menyatakan bahwa zeolit bukan tergolong pupuk, sehingga pemberian zeolit perlu diikuti dengan pemberian pupuk secara tepat dosis sebagai penyedia unsur hara. Pinasti *et al.* (2020), menambahkan bahwa pertumbuhan dan produksi tanaman pada tanah Ultisol dapat meningkat apabila dilakukan pemupukan yang berimbang NPK. Interaksi perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda nyata untuk bobot segar gabah bernas, jumlah gabah bernas, dan jumlah gabah hampa. Hoeung *et al.* (2011) menyatakan bahwa zeolit yang dicampur dengan senyawa nitrogen, fosfor, dan kalium dapat meningkatkan aksi senyawa tersebut menjadi pupuk lepas lambat.

### **Pengaruh Pemberian Pupuk NPK-SR dengan Berbagai Grade dan Ukuran Zeolit Alam terhadap Penguapan Gas NH<sub>3</sub>**

Tabel 2. Penguapan gas NH<sub>3</sub> pada perlakuan komposisi pupuk dan ukuran zeolit

Perlakuan	Penguapan Gas NH <sub>3</sub> (µg N/sungkup)		
	Kumulatif 1 MST	Kumulatif 2-5 MST	Kumulatif 6-13 MST
<b>Komposisi Pupuk (K)</b>			
K0	184,22 a	254,27 a	119,86 a
K1	187,59 a	328,81 a	101,99 a
K2	127,06 a	137,25 a	97,34 a
K3	135,03 a	168,31 a	107,27 a
K4	211,97 a	277,08 a	161,89 a
K5	130,18 a	215,72 a	114,77 a
<b>Ukuran Zeolit (Z)</b>			
Z1	123,52 a	183,31 a	89,79 a
Z2	211,58 a	312,06 a	141,89 a
Z3	152,92 a	195,35 a	119,89 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf kesalahan 5% (CV = 15,01%).

Pemberian pupuk NPK-SR berbagai grade dan ukuran zeolit tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap penguapan gas NH<sub>3</sub>, namun terdapat kenaikan penguapan gas pada kumulatif 2-5 MST, hal tersebut sesuai dengan Syafruddin (2015), yang menyatakan bahwa penguapan gas NH<sub>3</sub> dipengaruhi oleh pemberian pupuk N, dimana penguapan akan meningkat secara linier dengan bertambahnya pupuk N. Pupuk urea yang dicampur dan diaplikasikan ke permukaan tanah bersinggungan langsung dengan kelembaban udara dan dapat menyebabkan N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> mudah menguap (volatilisasi) (Achmad & Susetyo, 2014). Kharisun (2005), menambahkan bahwa kehilangan N pada tanah sawah disebabkan oleh unsur NH<sub>4</sub><sup>+</sup> yang berubah menjadi gas NH<sub>3</sub> dan penguapan tersebut dapat mencapai 50% apabila pupuk N diaplikasikan dengan cara disebar; lalu terdapat penurunan penguapan gas pada kumulatif 6-13 MST, hal tersebut sejalan dengan penelitian Chairunnisa (2021), yang menyatakan bahwa nitrogen yang tersedia dalam pupuk banyak yang hilang selama fase pertumbuhan tanaman, karena selain hilang akibat pencucian dan penguapan, unsur hara N juga diserap oleh tanaman. Penyerapan N pada proses pembentukan malai lebih tinggi dibandingkan dengan proses lainnya, karena merupakan proses akhir vegetatif sehingga penyerapan N lebih ke daun tanaman (Patti *et al.*, 2013).

### **Pengaruh Pemberian Pupuk NPK-SR dengan Berbagai Grade dan Ukuran Zeolit Alam terhadap Hasil Padi**

Tabel 3. Hasil tanaman padi pada perlakuan komposisi pupuk dan ukuran zeolit

Perlakuan	Bobot Segar Gabah Bernas (g)	Bobot Kering Gabah Bernas (g)	Jumlah Gabah Bernas	Jumlah Gabah Hampa
<b>Komposisi Pupuk (K)</b>				
K0	1,37 a	1,28 a	53,11 a	52,41 a
K1	5,23 a	4,52 a	193,44 a	164,56 a
K2	3,16 a	3,01 a	123,11 a	113,41 a
K3	2,68 a	2,36 a	103,33 a	85 a
K4	2,37 a	2,24 a	93,44 a	65,41 a
K5	2,10 a	1,91 a	82,19 a	61,78 a
<b>Ukuran Zeolit (Z)</b>				
Z1	2,25 a	2,01 a	86,22 a	55,09 a
Z2	2,67 a	2,48 a	105,52 a	71,72 a
Z3	3,53 a	3,16 a	132,57 a	144,46 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf kesalahan 5% (CV = 17,40%).

Pemberian pupuk NPK-SR dengan berbagai grade dan ukuran zeolit tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap hasil padi, namun hasil tertinggi yaitu pada perlakuan K1 (pupuk NPK-SR grade 7-15-15) dan perlakuan Z3 (140 mesh). Komposisi tersebut diduga dapat mengoptimalkan hasil padi, hal tersebut sesuai dengan Soplanit & Nukuhaly (2012), yang menyatakan bahwa pemberian pupuk hara NPK sesuai dengan yang dianjurkan memberikan hasil yang lebih baik terhadap hasil gabah berisi. Tanaman perlu mendapatkan takaran pemupukan yang sesuai agar terjadi keseimbangan unsur hara di dalam tanah dan dapat menyebabkan tanaman tumbuh dan berkembang dengan baik serta memberikan hasil yang optimal (Anhar *et al.*, 2016). Pencampuran zeolit dengan pupuk nitrogen menyebabkan amonium dari pupuk diserap oleh zeolit dan dengan memperbesar luas permukaan zeolit dapat mengoptimalkan kemampuan adsorpsinya (Suci & Astar, 2022).

### Pengaruh Interaksi Pemberian Pupuk NPK-SR Berbagai Grade dan Ukuran Zeolit Alam terhadap Penguapan Gas NH<sub>3</sub>

Tabel 4. Interaksi perlakuan komposisi pupuk dan ukuran zeolit terhadap penguapan gas NH<sub>3</sub>

Perlakuan	Penguapan Gas NH <sub>3</sub> (µg N/sungkup)		
	Kumulatif 1 MST	Kumulatif 2-5 MST	Kumulatif 6-13 MST
<b>Interaksi Komposisi Pupuk (K) x Ukuran Zeolit (Z)</b>			
K0	184,22 a	254,27 a	119,86 ab
K1Z1	255,42 ab	382,95 a	80,64 ab
K1Z2	208,98 ab	299,81 a	84,17 ab
K1Z3	98,37 ab	303,67 a	141,17 ab
K2Z1	92,99 b	144,28 a	94,17 ab
K2Z2	108,82 ab	216,78 a	140,98 ab
K2Z3	179,36 ab	50,68 a	56,86 b
K3Z1	104,73 ab	63,33 a	65,30 ab
K3Z2	198,75 ab	374,74 a	171,82 ab
K3Z3	101,59 ab	66,86 a	84,70 ab
K4Z1	94,36 ab	61,17 a	84,05 ab
K4Z2	194,62 ab	378,52 a	170,34 ab
K4Z3	346,93 ab	391,55 a	231,29 a
K5Z1	102,73 ab	49,02 a	78,90 ab
K5Z2	188,49 ab	291,97 a	135,68 ab
K5Z3	99,32 ab	306,17 a	129,74 ab

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf kesalahan 5% (CV = 15,01%).

Interaksi komposisi pupuk dan ukuran zeolit pada kumulatif 1 MST menunjukkan hasil penguapan gas NH<sub>3</sub> terendah pada perlakuan K2Z1 (pupuk NPK-SR grade 9-15-15 dengan ukuran zeolit alam 60 mesh) dan K2Z3 (pupuk NPK-SR grade 9-15-15 dengan ukuran zeolit alam 140 mesh) pada kumulatif 6-13 MST; penguapan gas NH<sub>3</sub> kumulatif 6-13 MST lebih rendah dibandingkan pada kumulatif 1 MST. Bimantio (2017), menyatakan bahwa permukaan pori-pori zeolit dipakai untuk penjerapan unsur hara, sehingga semakin besar luas permukaan zeolit maka semakin besar proses adsorpsi terjadi. Semakin kecil ukuran zeolit, maka luas permukaan spesifiknya semakin besar dan jerapan ion amonium meningkat, kation-kation dengan ukuran kecil lebih mudah dipertukarkan, sehingga unsur hara yang dijerap dapat digunakan sebagai sumber hara bagi tanaman (Indriyati & Anas, 2013).

### **Pengaruh Interaksi Pemberian Pupuk NPK-SR Berbagai Grade dan Ukuran Zeolit Alam terhadap Hasil Padi**

Tabel 5. Interaksi perlakuan komposisi pupuk dan ukuran zeolit terhadap hasil tanaman padi

Perlakuan	Bobot Segar Gabah Bernas (g)	Bobot Kering Gabah Bernas (g)	Jumlah Gabah Bernas	Jumlah Gabah Hampa
<b>Interaksi Komposisi Pupuk (K) x Ukuran Zeolit (Z)</b>				
K0	1,37 b	1,28 a	53,11 b	52,41 b
K1Z1	4,30 ab	3,57 a	159,67 ab	95 ab
K1Z2	4,85 ab	4,48 a	185,22 ab	129,67 ab
K1Z3	6,54 a	5,52 a	235,44 a	269 a
K2Z1	2,61 ab	2,41 a	102,56 ab	81,33 ab
K2Z2	3,37 ab	3,29 a	133,67 ab	93,78 ab
K2Z3	3,49 ab	3,33 a	133,11 ab	165,11 ab
K3Z1	1,63 ab	1,52 a	64,56 ab	34,33 b
K3Z2	2,47 ab	2,11 a	97,89 ab	53,22 ab
K3Z3	3,94 ab	3,44 a	147,56 ab	167,44 ab
K4Z1	3,13 ab	2,94 a	120,11 ab	77,11 ab
K4Z2	2,28 ab	2,15 a	91,44 ab	69,22 ab
K4Z3	1,71 ab	1,62 a	68,78 ab	49,89 ab
K5Z1	1,08 ab	0,93 a	41,56 ab	25,22 b
K5Z2	2,76 ab	2,59 a	111,78 ab	80,67 ab
K5Z3	2,46 ab	2,19 a	93,22 ab	79,44 ab

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf kesalahan 5% (CV = 17,40%).

Interaksi komposisi pupuk dan ukuran zeolit yang menunjukkan hasil tertinggi untuk bobot segar gabah bernas, jumlah gabah bernas, dan jumlah gabah hampa pada perlakuan K1Z3 (pupuk NPK-SR grade 7-15-15 dengan ukuran zeolit alam 140 mesh). Kelangsungan

pertumbuhan dan perkembangan tanaman salah satunya dipengaruhi oleh keberadaan nitrogen. Banyaknya pupuk N yang diaplikasikan ke tanah memberikan kontribusi besar terhadap ketersediaan dan serapan N oleh tanaman. Tanaman dengan serapan N rendah akan menghasilkan kandungan klorofil yang rendah. Hal ini dapat berpengaruh pada rendahnya kemampuan tanaman untuk melakukan fotosintesis (Waskito *et al.*, 2017).

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian pupuk NPK-SR dengan berbagai grade tidak berpengaruh nyata terhadap penguapan gas NH<sub>3</sub> pada masing-masing kumulatif, bobot segar gabah bernas, bobot kering gabah bernas, jumlah gabah bernas, dan jumlah gabah hampa. Ukuran zeolit alam sebagai bahan pembuatan pupuk NPK-SR tidak berpengaruh nyata terhadap penguapan gas NH<sub>3</sub> pada masing-masing kumulatif, bobot segar gabah bernas, bobot kering gabah bernas, jumlah gabah bernas, dan jumlah gabah hampa. Interaksi grade dan ukuran zeolit alam pupuk NPK-SR berpengaruh terhadap penguapan gas NH<sub>3</sub> pada kumulatif 1 MST dan kumulatif 6-13 MST, bobot segar gabah bernas, jumlah gabah bernas, serta jumlah gabah hampa.

### **Saran**

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh pemberian pupuk NPK-SR dengan berbagai grade dan ukuran zeolit alam terhadap penguapan gas NH<sub>3</sub> maupun hasil tanaman padi pada media tanam dan varietas padi yang berbeda.

### **Daftar Pustaka**

- Achmad, S. R. dan Susetyo, I. 2014. Pengaruh Proses Pencampuran dan Cara Aplikasi pupuk terhadap Kehilangan Unsur N. *Warta Perkaretan*. 33(1): 29-34.
- Anhar, R., Hayati, E., dan Efendi. 2016. Pengaruh Dosis Pupuk Urea terhadap Pertumbuhan dan Produksi Plasma Nutfah Padi Lokal Asal Aceh. *Jurnal Kawista*. 1(1): 30-36.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2020 (Angka Tetap). Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Bhaskoro, A. W., Kusumarini, N., dan Syekhfani. 2015. Efisiensi Pemupukan Nitrogen Tanaman Sawi pada Inceptisol Melalui Aplikasi Zeolit Alam. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2(2): 219-226.

- Bimantio, M. P. 2017. Pengaruh Ukuran Butir dan Waktu Aktivasi Zeolit terhadap Adsorpsi  $\text{NH}_4\text{OH}$  dan  $\text{KCl}$  sebagai Model Campuran Pupuk-Zeolit. *Jurnal Konversi*. 6(2): 21-28.
- Chairunnisa, L. 2021. Kajian Penguapan Gas Ammoniak, Kehilangan N, dan Hasil Padi Sawah pada Penggunaan Pupuk NPK-SR dan Kompos. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Haitami, A. dan Wahyudi. 2019. Pengaruh Berbagai Dosis Pupuk Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Plus (Kotak Plus) dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Ultisol. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 16(1): 56-63.
- Hoeung, P., Bindar, Y., dan Senda, S.P. 2011. Pengembangan Pupuk *Slow Release* Urea-Zeolit Granular dengan Menggunakan Inclined Pad Granulator. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*. 10(2): 102-111.
- Indriyati, L. T. dan Anas. I. 2013. Jerapan Nitrogen-urine oleh Zeolit dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Tanah Lingkungan*. 15(2): 84-90.
- Kharisun. 2005. Penurunan Amonia pada Padi Sawah Akibat Pemberian Zeolit Alam dan Pupuk Urea Tablet. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 5(2): 106-112.
- Patti, P.S., Kaya. E., dan Silahooy, C. 2013. Analisis Status Nitrogen Tanah dalam Kaitannya dengan Serapan N oleh Tanaman Padi Sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Agrologia*. 2(1): 51-58.
- Pinasti, W., Haitami, A., dan Alatas, A. 2020. Respon Pemberian Pupuk Petroganik dan Pupuk NPK Phonska terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) pada Tanah Ultisol. *Jurnal Green Swarnadwipa*. 9(2): 345-353.
- Rif'an, M., Suwardi, Sisno, Maryanto, J., dan Hanifah, H. 2021. Kajian pemberian pupuk NPK-SR dengan berbagai ukuran zeolit alam dan kompos terhadap sifat kimia air, penguapan gas amoniak dan pertumbuhan tanaman padi sawah. Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers "Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan XI", Oktober 12-14, Purwokerto.
- Soplanit, R. dan Nukuhaly, S. H. 2012. Pengaruh Pengelolaan Hara NPK terhadap Ketersediaan N dan Hasil Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) di Desa Waelo Kecamatan Waeapo Kabupaten Buru. *Jurnal Agrologia*. 1(1): 81-90.
- Suci, I. A. dan Astar, I. 2022. Enkapsulasi Urea Menggunakan Bikomposit Zeolit Alam Alginate-pai-sagu sebagai Model Pupuk Lepas Lambat (*slow release fertilizer*). *Jurnal Al-Kimia*. 10(1): 1-11.
- Suwardi. 2009. Teknik Aplikasi Zeolit di Bidang Pertanian sebagai Pembenh Tanah. *Jurnal Zeolit Indonesia*. 8(1): 33-38.
- Syafruddin. 2015. Manajemen Pemupukan Nitrogen pada Tanaman Jagung. *Jurnal Litbang Pertanian*. 34(3): 105-116.

- Syahputra, E., Fauzi, dan Razali. 2015. Karakterisasi Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah Sumatera Utara. *Jurnal Agroekoteknologi*. 4(1): 1796-1803.
- Waskito, K, Aini, N., dan Koesriharti. 2017. Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Pupuk Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terong (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(10): 1586-1593.