

**PERANAN BAHAN AMELIORAN RED MUD DAN PUPUK KANDANG SAPI
TERHADAP KETERSEDIAAN HARA MAKRO DAN PERTUMBUHAN TANAMAN
JAGUNG HIBRIDA DI TANAH GAMBUS**

**THE ROLE OF RED MUD AMELIORANT AND CATTLE MANURE ON THE
AVAILABILITY OF MACRONUTRIENTS AND THE GROWTH OF HYBRID CORN
PLANTS IN PEAT SOIL**

¹Jamli¹⁾, Denah Suswati²⁾, Sulakhudin²⁾

^{1,2)} *Magister Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura Pontianak, Indonesia*

ABSTRACT

Peatlands have the potential to serve as productive agricultural land but possess low soil quality, necessitating innovative technologies to enhance soil quality and crop productivity. The improvement of peat soil quality can be achieved by utilizing ameliorants such as Red Mud and cattle manure. This study aims to investigate the role of Red Mud and cattle manure on the availability of macronutrients and the growth of hybrid corn plants in peat soil. The research was designed using a completely randomized design (CRD) with treatments of Red Mud and cattle manure. The first factor was Red Mud treatment at four dosage levels: without Red Mud (L0), 7 tons/ha (L1), 14 tons/ha (L2), and 21 tons/ha (L3). The second factor was cattle manure with four dosage levels: without cattle manure (P0), 50 tons/ha (P1), 100 tons/ha (P2), and 150 tons/ha (P3). The experiment was repeated three times, resulting in 48 experimental units. The results showed that the interaction between Red Mud and cattle manure significantly affected the parameters of exchangeable sodium availability and stem diameter. The single treatment of Red Mud had a significant effect on the parameters of pH, exchangeable potassium (K-dd), exchangeable sodium (Na-dd), cation exchange capacity (CEC), and plant height, with the best dosage being 21 tons/ha of Red Mud. The single treatment of cattle manure had a significant effect on the parameters of total nitrogen (N-total), available phosphorus (P-available), exchangeable potassium (K-dd), exchangeable sodium (Na-dd), and plant height, with the best dosage being 150 tons/ha of cattle manure.

Keyword : amandement, peat soil, produktivity, quality

INTISARI

Lahan gambut memiliki potensi sebagai lahan pertanian produktif namun memiliki kualitas tanah yang rendah sehingga memerlukan teknologi inovatif untuk meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman. Peningkatan kualitas tanah gambut dapat dilakukan dengan memanfaatkan bahan amelioran berupa lumpur merah (Red Mud) dan pupuk kandang sapi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peranan red mud dan pupuk kandang sapi terhadap ketersediaan hara makro dan pertumbuhan tanaman jagung hibrida di tanah gambut. Penelitian ini disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan lumpur merah dan pupuk kandang sapi. Faktor pertama perlakuan adalah lumpur merah yang dilakukan dengan empat taraf dosis yaitu tanpa lumpur merah (L0), 7 ton/ha (L1), 14 ton/ha (L2) dan 21 ton/ha (L3) serta faktor kedua adalah pupuk kandang sapi dengan empat taraf dosis yaitu tanpa pupuk kandang (P0), 50 ton/ha (P1), 100 ton/ha (P2) dan 150 ton/ha (P3). Percobaan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 48 unit percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi lumpur merah dan pupuk kandang sapi hanya berpengaruh nyata pada parameter ketersediaan natrium dapat ditukar dan diameter batang. Perlakuan tunggal lumpur merah berpengaruh nyata pada parameter pH, K-dd, Na-dd, KTK dan tinggi tanaman dengan dosis lumpur merah 21 ton/ha merupakan dosis terbaik. Perlakuan tunggal pupuk kandang sapi berpengaruh nyata pada parameter N-total, P-tersedia, K-dd, Na-dd dan tinggi tanaman dengan dosis pupuk kandang sapi 150 ton/ha merupakan dosis terbaik.

Kata kunci : amelioran, gambut, kualitas, produktif

¹ Correspondence author: Jamli. Email : jamliitn1@gmail.com

PENDAHULUAN

Tanah gambut merupakan satu di antara lahan yang berpotensi sebagai lahan budidaya pertanian yang dapat menghasilkan pendapatan petani (Muryati *et al.*, 2023). Kalimantan Barat merupakan Provinsi yang memiliki lahan gambut sekitar 1.730.854.53 ha, atau 8,49 % dari luas tanah gambut di seluruh Indonesia (Astiani *et al.*, 2022). Lahan gambut dapat digunakan untuk budidaya pertanian seperti tanaman pangan (Armanto *et al.* 2023). Tanah gambut memiliki kualitas tanah yang sangat rendah disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya pH tanah yang sangat masam, kejenuhan basa rendah, C/N rasio tinggi, ketersediaan hara makro dan mikro rendah (Permatasari *et al.* 2021; Leifeld and Haji 2023). Tanah gambut juga memiliki kandungan asam organik yang tinggi sehingga ketersediaan hara baik hara makro maupun hara mikro menjadi sangat rendah (Maftu'ah dan Nursyamsi 2019). Serapan hara N, P, K, Ca dan Mg tanaman pada tanah gambut juga sangat rendah (Salmon *et al.*, 2021; Qin 2022). Kejenuhan basa terutama unsur K, Ca, Mg, dan Na pada tanah gambut berkisar 5-10%, padahal secara umum kejenuhan basa yang baik adalah sekitar 30% (Soepardi dan Surowinoto, 1982). Selain kahat hara makro, tanah gambut juga kahat hara mikro khususnya boron, molibdenum, tembaga dan seng (Aryanti *et al.*, 2023).

Rendahnya kesuburan tanah gambut memerlukan teknologi inovatif untuk meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman. Peningkatan kualitas tanah gambut dapat dilakukan dengan memanfaatkan bahan amelioran berupa lumpur merah (*Red Mud*) yang berasal dari limbah bauksit dan pupuk kandang sapi. Pemberian lumpur merah dengan dosis 6 ton/ha pada tanah gambut mampu memperbaiki ketersediaan hara N, P, dan K dan pertumbuhan tanaman jagung hibrida (Kristino *et al.* 2022) serta serapan hara N, P, dan K dan produksi tanaman jagung hibrida di tanah pasir pantai (Perkasa 2022). Penelitian Sekali *et al.* (2021) juga menunjukkan bahwa aplikasi lumpur merah

dosis 10 ton/ha dapat meningkatkan berat kering tanaman dan serapan hara N, P, dan K tanaman jagung hibrida di tanah pasca tambang bauksit. Kombinasi lumpur merah dengan pupuk kandang sapi dapat mengubah sifat permukaan oksida-oksida besi dalam lumpur merah dari dominan muatan positif menjadi dominan muatan negatif, hingga kemampuan retensinya terhadap kation meningkat (Liang *et al.*, 2023). Pupuk kandang sapi menghasilkan asam-asam organik yang dapat mengkhelat aluminium (Al) dan besi (Fe) bebas, yang dapat melarutkan P dari ikatannya (Indriyati *et al.*, 2022). Pemberian bahan organik dan lumpur merah dapat memperbaiki ketersediaan hara, serapan hara dan berat kering tanaman (Aini *et al.*, 2017).

Tanaman jagung hibrida (*Zea mays* L.) merupakan komoditas pangan utama selain beras serta memiliki ekonomi tinggi sebagai bahan utama pakan ternak (Winahyu 2020). Produksi nasional jagung hibrida tahun 2020 mencapai 24,95 juta ton pipil kering (Kementan RI, 2021). Sementara itu, produksi jagung hibrida tahun 2022 di Kalimantan Barat sebesar 210.000 ton dengan produktivitas baru mencapai 3,8 ton/ha (BPS Kalbar 2023). Kebutuhan jagung hibrida di Kalimantan Barat baik untuk konsumsi maupun sebagai pakan ternak sebanyak 340.000 ton per tahun (DPTPH Kalbar 2023). Pemanfaatan lumpur merah dan pupuk kandang sapi diharapkan dapat memperbaiki kesuburan tanah gambut yang berbiaya rendah, efektif, ramah lingkungan dan berkelanjutan, serta bernilai ekonomis tinggi untuk budidaya tanaman jagung. Pemberian lumpur merah dan pupuk kandang sapi diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan makro serta pertumbuhan jagung pada tanah gambut.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Lahan Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, sedangkan untuk analisis sifat fisika dilakukan di Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah Fakultas Pertanian

Universitas Tanjungpura Pontianak. Waktu pelaksanaan ± 4 bulan dimulai dari persiapan sampai penyajian hasil. Pengujian merupakan percobaan faktorial yang disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan lumpur merah dan pupuk kandang sapi. Faktor pertama adalah lumpur merah yang dilakukan dengan empat taraf dosis yaitu tanpa lumpur merah (L0), 7 ton/ha (L1), 14 ton/ha (L2) dan 21 ton/ha (L3) serta faktor kedua adalah pupuk kandang sapi dengan empat taraf dosis yaitu tanpa pupuk kandang (P0), 50 ton/ha (P1), 100 ton/ha (P2) dan 150 ton/ha (P3). Percobaan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 48 unit percobaan.

Parameter penelitian yang diamati adalah ketersediaan hara makro dan pertumbuhan tanaman. Parameter ketersediaan

hara meliputi reaksi tanah (pH), C- organik, N-total, P-tersedia, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, Na-dd, KB dan KTK. Parameter pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman dan diameter batang. Analisis data dilakukan menggunakan uji statistik Anova (Uji-F) dan apabila terdapat beda nyata antar-perlakuan dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) taraf kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Tanah

Tanah yang digunakan sebagai media tanam dalam penelitian ini adalah tanah gambut yang diambil di Jalan Parit Demang, Kelurahan Parit Tokaya, Kecamatan Pontianak Selatan. Hasil analisis awal tanah gambut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Tanah Gambut

Parameter Kimia	Nilai	Kriteria
pH H ₂ O	3,24	Sangat Masam
C-organik	56,5 (%)	-
N-total	1,81 (%)	Sedang
P-Bray I	56,06 (ppm)	Tinggi
K-dd	0,17 (cmol(+) kg^{-1})	Rendah
Ca-dd	3,22 (cmol(+) kg^{-1})	Rendah
Mg-dd	1,53 (cmol(+) kg^{-1})	Rendah
Na-dd	0,28 (cmol(+) kg^{-1})	Rendah
KTK	119,42 ((cmol(+) kg^{-1})	Sedang
KB	4,35 (%)	Rendah

Sumber : Hasil Analisis di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, 2023

Berdasarkan kriteria sifat kimia tanah gambut Fatmawati (2013), menunjukkan bahwa tanah gambut yang digunakan sebagai media penelitian memiliki kriteria sifat kimia yang tergolong rendah. Hal ini dapat dilihat dari nilai pH gambut 3,24 yang tergolong sangat masam. Kandungan N-total dengan nilai 1,83% tergolong kriteria sedang, sedangkan P-tersedia dengan nilai 56,5 ppm tergolong kriteria tinggi. Kandungan basa seperti K-dd, Ca-dd, Mg-dd dan Na-dd memiliki nilai berturut-turut 0,17 (cmol(+) kg^{-1}), 3,22 (cmol(+) kg^{-1}), 1,53 (cmol(+) kg^{-1}), dan 0,28 (cmol(+) kg^{-1}) dengan kriteria tergolong

rendah. Kejenuhan basa tanah gambut tergolong rendah dengan nilai 4,35%. KTK tanah gambut dengan nilai 119,42 (cmol(+) kg^{-1}) termasuk kriteria sedang.

B. Ketersediaan Hara Makro Setelah Perlakuan

Hasil uji anova dan uji lanjut DMRT 5% interaksi lumpur merah dan pupuk kandang sapi dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil uji anova dan DMRT 5% perlakuan lumpur merah dan pupuk kandang sapi secara tunggal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Analisis Interaksi Lumpur Merah dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Ketersediaan Hara Makro

Perlakuan	Parameter Penelitian									
	pH	C-organik (%)	N-total (%)	P-tersedia (ppm)	K-dd (cmoli + kg ⁻¹)	Ca-dd (cmoli + kg ⁻¹)	Mg-dd (cmoli + kg ⁻¹)	Na-dd (cmoli + kg ⁻¹)	KB (%)	KTK (cmoli + kg ⁻¹)
L0P0	4,35	47,95	2,04	389,86	3,49	35,56	13,42	3,06g	29,98	93,50
L0P1	4,33	45,60	2,42	1440,39	8,71	40,69	23,12	5,37g	50,69	112,16
L0P2	5,25	43,51	2,34	2172,06	10,72	26,02	24,00	8,59f	107,03	107,10
L0P3	4,70	44,19	2,32	1519,37	13,70	32,41	19,31	9,99f	91,11	107,61
L1P0	5,45	46,50	2,00	529,52	3,82	25,96	22,50	11,57cdef	75,93	107,13
L1P1	5,06	47,81	2,47	1548,24	10,79	39,00	28,57	14,41bcd	82,98	102,34
L1P2	5,48	44,83	2,59	1867,96	14,25	41,79	17,28	14,78abc	63,15	113,06
L1P3	5,23	42,61	2,49	2184,06	12,40	32,56	20,74	11,08def	74,06	110,20
L2P0	6,03	43,71	2,12	319,73	3,49	17,17	12,60	12,03cdef	77,48	105,42
L2P1	6,30	47,00	2,47	1575,19	9,00	30,46	16,76	15,08abd	81,49	115,80
L2P2	6,07	45,98	2,58	2056,37	15,39	51,47	35,48	13,24cde	96,21	109,57
L2P3	5,80	44,70	2,60	2455,57	18,66	43,89	29,78	13,04cde	144,47	114,30
L3P0	6,07	47,52	2,12	406,32	4,51	40,22	22,48	13,90bcd	47,88	122,61
L3P1	6,55	45,55	2,20	1273,56	10,62	40,50	28,19	15,09abc	89,82	125,18
L3P2	6,08	44,57	2,72	2184,76	16,20	47,39	30,36	16,86ab	88,76	129,50
L3P3	6,09	40,82	2,80	1967,02	19,26	62,68	42,61	18,27a	74,99	132,48

Sumber : Hasil Analisis Statistik, 2024

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Tabel 3. Hasil Analisis Perlakuan Tunggal Lumpur Merah dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Ketersediaan Hara Makro

Perlakuan	Parameter Penelitian									
	pH	C-organik (%)	N-total (%)	P-tersedia (ppm)	K-dd (cmoli + kg ⁻¹)	Ca-dd (cmoli + kg ⁻¹)	Mg-dd (cmoli + kg ⁻¹)	Na-dd (cmoli + kg ⁻¹)	KB (%)	KTK (cmoli + kg ⁻¹)
Perlakuan Lumpur Merah										
L0	4,66c	45,31	2,28	1380,42	9,16c	33,67	19,96	6,75c	69,70	105,09b
L1	5,31b	45,44	2,39	1532,44	10,32bc	34,83	22,27	12,96b	74,03	108,18b
L2	6,05a	45,35	2,44	1601,72	11,63ab	35,75	23,65	13,35b	99,91	111,27b
L3	6,20a	44,61	2,46	1457,92	12,65a	47,70	30,91	16,03a	75,36	127,44a
Perlakuan Pupuk Kandang Sapi										
P0	5,48	46,42	2,07b	411,36c	3,83c	29,73	17,75	10,14b	57,82	107,17
P1	5,56	46,49	2,39a	1459,35b	9,78b	37,67	24,16	12,49a	76,25	113,87
P2	5,72	44,72	2,56a	2070,29a	14,14a	41,67	26,78	13,37a	88,79	114,81
P3	5,46	43,08	2,55a	2031,50a	16,00a	42,89	28,11	13,10a	96,16	116,15

Sumber : Hasil Analisis Statistik, 2024

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

1. Reaksi Tanah (pH)

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan tunggal lumpur merah 21 ton/ha (L3) berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (L0) dan lumpur merah 7 ton/ha (L1), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lumpur merah 14 ton/ha (L2). Perlakuan L3 memiliki nilai pH sebesar 6,20 dengan kriteria pH tanah yang sudah tergolong agak asam. Pemberian lumpur merah pada tanah yang bereaksi masam terbukti dapat meningkatkan pH tanah (Ujaczki *et al.*, 2016). Pencampuran secara komposit antara lumpur merah dan media

tanah dapat memacu pH tanah hingga mendekati netral (Amit and Kumar, 2019). Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Kristino *et al* (2022), yang menyatakan bahwa pemberian lumpur merah dapat meningkatkan pH pada tanah gambut.

2. Karbon Organik (%)

Tabel 2 dan 3 menunjukkan perlakuan lumpur merah dan pupuk kandang sapi baik secara interaksi maupun tunggal. Pemberian lumpur merah secara tunggal belum mampu menurunkan kandungan karbon organik tanah gambut secara

signifikan. Hal ini disebabkan pemberian lumpur merah yang bersifat alkalin serta mengandung natrium dan aluminium yang tinggi dapat mempengaruhi komunitas mikroba di tanah gambut (Joanna *et al.* 2009). Menurut Hofstede (1992) pemberian bahan-bahan yang mengandung kejenuhan basa yang tinggi dapat mengubah aktivitas mikroba yang ada di tanah. Hal ini didukung oleh penelitian Xu *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa pemberian lumpur merah pada tanah dapat merusak aktivitas enzimatik dalam proses dekomposisi bahan organik.

3. Nitrogen Total Tanah (%)

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan pupuk kandang sapi dosis 150 ton/ha (P3), 100 ton/ha (P2), dan 50 ton/ha (P1) berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (P0). Pemberian dosis pupuk kandang sapi yang semakin besar tidak memberikan peningkatan kandungan nitrogen total tanah secara signifikan. Pemberian pupuk kandang sapi baik secara tunggal maupun kombinasi mampu meningkatkan kandungan nitrogen tersedia tanah (Bagus *et al.*, 2022). Hal ini didukung oleh penelitian Ikechukwu *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa pupuk kandang sapi dapat meningkatkan proses mineralisasi nitrogen sehingga ketersediaannya meningkat di tanah gambut. Aktivitas organisme tanah mampu mengubah nitrogen organik menjadi nitrogen anorganik sehingga lebih tersedia dan dapat diserap oleh tanaman (Karin *et al.*, 2023).

4. Fosfor Tersedia (ppm)

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan pupuk kandang sapi dosis 100 ton/ha (P2) dan 150 ton/ha (P3) berbeda nyata dengan perlakuan pupuk kandang sapi dosis 50 ton/ha (P1) dan kontrol (P0). Pemberian pupuk kandang sapi dapat meningkatkan kandungan fosfor tersedia di tanah gambut. Pemberian pupuk kandang sapi mampu meningkatkan ketersediaan fosfor tanah (Yan-Ting *et al.*, 2023). Penurunan kandungan fosfor tersedia pada perlakuan P3 disebabkan karena perlakuan P3 mengalami penurunan pH tanah. Penurunan nilai pH tanah gambut

mengakibatkan nilai fosfor tersedia juga mengalami penurunan (Bernard *et al.*, 2016). Sonia *et al.* (2021) menyatakan bahwa pada nilai pH tanah di atas 5,5 kandungan fosfor tersedia akan mengalami peningkatan. Tanah dengan nilai pH yang lebih tinggi memiliki kemampuan untuk mempertahankan kandungan fosfor tersedia (Aumtong *et al.*, 2022).

5. Kalium-dd (cmol (+) kg⁻¹)

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan lumpur merah dan pupuk kandang sapi berbeda nyata secara tunggal. Perlakuan lumpur merah 21 ton/ha (L3) berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (L0) dan 7 ton/ha (L1), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lumpur merah 14 ton/ha (L2). Pemberian dosis lumpur merah yang semakin tinggi dapat meningkatkan kandungan kalium pada tanah gambut (Kristino *et al.*, 2022). Menurut Yu (2016), pemberian lumpur merah secara efektif meningkatkan kadar kalium dalam tanah. Hasil penelitian ini juga didukung oleh pernyataan Hu (2016) dan Sun (2016) bahwa pemberian lumpur merah dapat memberikan pasokan unsur hara dalam tanah, terutama unsur kalium.

Pemberian pupuk kandang sapi dosis 150 ton/ha (P3) berbeda nyata dengan perlakuan 50 ton/ha (P1) dan kontrol (P0), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan dosis 100 ton/ha (P2). Aplikasi pupuk kandang sapi pada tanah gambut mampu meningkatkan kandungan kalium tanah secara signifikan (Yunik *et al.*, 2022). Menurut Daniel *et al.*, (2018) menyatakan bahwa pupuk kandang sapi mengandung unsur kalium yang dapat meningkatkan kadar kalium di tanah. Pemberian pupuk kandang sapi membantu melepaskan hara kalium yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman (Mageshen *et al.*, 2020).

6. Kalsium-dd (cmol (+) kg⁻¹)

Pemberian lumpur merah yang semakin tinggi dapat meningkatkan kandungan kalsium dalam tanah. Menurut Zhang *et al.* (2019) menyatakan bahwa lumpur merah mengandung hara kalsium yang dapat

meningkatkan kandungan hara kalsium di dalam tanah. Pemberian lumpur merah secara signifikan meningkatkan nilai pH tanah menjadi semakin netral, sehingga unsur hara kalsium menjadi lebih tersedia bagi tanaman (Baksa *et al.*, 2000; and Snars *et al.*, 2004). Pemberian pupuk kandang sapi dengan dosis yang semakin meningkat dapat meningkatkan kandungan kalsium pada tanah gambut. Aplikasi pupuk kandang sapi dapat meningkatkan kandungan kalsium pada tanah (Zobia *et al.*, 2018). Pemberian bahan organik berupa pupuk kandang sapi membantu proses dekomposisi bahan organik sehingga hara kalsium menjadi tersedia (Riopy *et al.*, 2022).

7. Magnesium-dd (cmol (+) kg⁻¹)

Pemberian lumpur merah dan pupuk kandang sapi yang semakin meningkat mampu memberikan pasokan hara magnesium bagi tanah. Pemberian lumpur merah yang mengandung magnesium dapat menyuplai unsur hara magnesium pada tanah (Zhao *et al.*, 2023). Aplikasi lumpur merah meningkatkan pH tanah sehingga KTK secara efektif membantu proses retensi hara magnesium (Josée *et al.*, 1998; Kayaalp 1990). Menurut Tajuddin *et al* (2018), meningkatnya nilai pH dan KTK tanah secara efektif dapat membantu proses retensi hara magnesium pada tanah gambut yang bersifat porous. Pemberian pupuk kandang sapi yang semakin meningkat juga terbukti memberikan tambahan nilai magnesium pada tanah gambut. Pemberian pupuk kandang sapi dapat menambah pasokan hara magnesium pada tanah (Jeong *et al.*, 2011). Pemberian pupuk kandang sapi sebagai bahan amandement tanah dapat membantu meningkatkan ketersediaan hara magnesium pada tanah gambut (Maciej *et al.*, 2009 ; Wesley *et al.*, 2016).

8. Natrium-dd (cmol (+) kg⁻¹)

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi lumpur merah 21 ton/ha (L3) dan pupuk kandang sapi 150 ton/ha (P3) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan L1P2, L2P1, L3P1 dan L3P2. Lumpur merah mengandung natrium yang sangat tinggi

sehingga dapat menambah kandungan natrium pada tanah (Narala *et al.*, 2018). Lumpur merah memiliki kandungan natrium yang mudah larut di tanah dan tersedia bagi tanaman (Zhang, 2017). Pemberian pupuk kandang sapi dapat membantu proses retensi unsur hara natrium yang ada didalam lumpur merah (Parastoo *et al.*, 2021). Kombinasi bahan pembenah tanah seperti lumpur merah dan pupuk kandang sapi dapat mempertahankan unsur hara natrium dalam tanah (Francisco *et al.*, 2019).

9. Kejenuhan Basa (%)

Pemberian lumpur merah dosis 14 ton/ha (L2) merupakan dosis terbaik dalam meningkatkan kejenuhan basa pada tanah gambut. Aplikasi lumpur merah dapat meningkatkan nilai pH tanah dan kejenuhan basa pada tanah gambut (Josée *et al.*, 1998). Lumpur merah mengandung kation basa-basa seperti K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ dan Na⁺ yang dapat meningkatkan kejenuhan basa pada tanah (Suchita *et al.*, 2023). Lumpur merah bersifat alkalin yang sangat mudah untuk melarutkan kation-kation basa sehingga lebih tersedia serta meningkatkan kejenuhan basa tanah (Haomin *et al.*, 2022; Xinming *et al.*, 2023). Pupuk kandang sapi mampu meningkatkan aktivitas organisme dalam proses mineralisasi bahan organik tanah sehingga kation-kation basa dapat terlarut serta dapat meningkatkan kejenuhan basa tanah (Juliane *et al.*, 2018). Menurut Ahmed *et al* (2019), pupuk kandang sapi dapat melepaskan kation-kation basa didalam tanah sehingga nilai kejenuhan basa secara signifikan bertambah.

10. Kapasitas Tukar Kation (cmol (+) kg⁻¹)

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan lumpur merah memberikan perbedaan yang nyata terhadap kapasitas tukar kation tanah. Pemberian lumpur merah dosis 21 ton/ha (L3) berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (L0), 7 ton/ha (L1), dan 14 ton/ha (L2). Lumpur merah memiliki sifat alkalin yang dapat meningkatkan pH tanah serta mengandung oksida besi yang membantu meningkatkan kapasitas tukar kation tanah (Qingke *et al.*, 2020). Aplikasi

lumpur merah pada tanah mampu secara signifikan meningkatkan nilai kapasitas tukar kation tanah (Mirian *et al.*, 2015). Penelitian ini juga didukung oleh pernyataan Yijun *et al* (2020) bahwa aplikasi lumpur merah dapat meningkatkan nilai KTK tanah.

C. Pertumbuhan Tanaman

1. Tinggi Tanaman Minggu ke 6

Hasil uji lanjut DMRT 5% lumpur merah dan pupuk kandang sapi secara tunggal dapat dilihat di Tabel 5. Nilai rerata kombinasi perlakuan lumpur merah dan pupuk kandang sapi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Minggu ke 6

Lumpur Merah (ton/ha)	Pupuk Kandang Sapi (ton/ha)				Rata-rata
	0 (P0)	50 (P1)	100 (P2)	150 (P3)	
0 (L0)	159,67	158,67	194,00	215,00	181,83b
7 (L1)	138,00	213,67	219,00	225,67	199,08ab
14 (L2)	205,00	193,00	219,67	215,00	208,17a
21 (L3)	152,00	172,33	175,00	210,33	177,42b
Rata-rata	163,67c	184,42b	201,92ab	216,50a	

Sumber : Hasil Analisis Data, 2024
Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa pemberian lumpur merah dosis 14 ton/ha (L2) berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (L0) dan 21 ton/ha (L3), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 7 ton/ha (L1). Pemberian lumpur merah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, terutama tinggi tanaman (Yijun *et al.*, 2020). Menurut Han *et al* (2015) dan Liu (2018), pemberian lumpur merah dapat meningkatkan pH tanah sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih optimal. Penelitian ini juga sesuai dengan hasil penelitian Kristino *et al* (2022) yang menyatakan bahwa pemberian lumpur merah pada tanah gambut dapat meningkatkan tinggi tanaman jagung.

Perlakuan pupuk kandang sapi 150 ton/ha (P3) berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (P0) dan 50 ton/ha (P1), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 100 ton/ha (P2). Pencampuran pupuk kandang sapi pada

media tanah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung terutama tinggi tanaman (Suntari, 2022). Aplikasi pupuk kandang sapi juga memacu ketersediaan hara makro pada tanah sehingga serapan hara lebih maksimal dan membantu meningkatkan proses pertumbuhan tanaman jagung (Ololade *et al.*, 2022). Selain itu pupuk kandang sapi memberikan pengaruh signifikan terhadap kesuburan tanah, sifat fisik serta proses serapan hara berjalan secara maksimal (Adekiya *et al.*, 2016).

2. Diameter Tanaman Minggu ke 6

Hasil uji Anova menunjukkan bahwa interaksi lumpur merah dan pupuk kandang sapi berpengaruh nyata baik secara kombinasi maupun tunggal. Hasil uji lanjut DMRT 5% lumpur merah dan pupuk kandang sapi dapat dilihat di Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh Perlakuan Terhadap Diameter Batang Minggu ke 6

Lumpur Merah (ton/ha)	Pupuk Kandang Sapi (ton/ha)				Rata-rata
	0 (P0)	50 (P1)	100 (P2)	150 (P3)	
0 (L0)	20,27cd	21,09cd	27,59b	28,23ab	24,29b
7 (L1)	16,25d	29,42ab	29,49ab	28,32ab	25,87b
14 (L2)	25,73bc	24,57bc	34,32a	30,81ab	28,86a
21 (L3)	20,57cd	25,52bc	25,77bc	29,26ab	25,28b
Rata-rata	20,70c	25,15b	29,29a	29,15a	

Sumber : Hasil Analisis Data, 2024

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Tabel 6 menunjukkan bahwa Perlakuan lumpur merah 14 ton/ha dan pupuk kandang sapi 100 ton/ha (L2P2) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan L0P3, L1P1, L1P2, L1P3, L2P3 dan L3P3. Aplikasi lumpur merah dan kompos dapat memberikan peningkatan diameter batang tanaman (Aini *et al.*, 2017). Pemberian lumpur merah yang dimodifikasi dengan bahan organik dapat meningkatkan pH tanah dan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman terutama diameter batang (Keyu *et al.*, 2015). Menurut Xiaofei *et al* (2023), lumpur merah dapat memperbaiki kualitas tanah seperti proses serapan hara, retensi air serta penetrasi akar sehingga membantu proses pertumbuhan tanaman.

KESIMPULAN

1. Interaksi lumpur merah dan pupuk kandang sapi hanya berpengaruh nyata pada parameter ketersediaan natrium dapat ditukar dan diameter batang.
2. Perlakuan tunggal lumpur merah berpengaruh nyata pada parameter pH, K-dd, Na-dd, KTK dan tinggi tanaman dengan dosis lumpur merah 21 ton/ha merupakan dosis terbaik.
3. Perlakuan tunggal pupuk kandang sapi berpengaruh nyata pada parameter N-total, P-tersedia, K-dd, Na-dd dan tinggi tanaman dengan dosis pupuk kandang sapi 150 ton/ha merupakan dosis terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adekiya, A, O., S., O., Ojeniye, O., E., Owonifari, Oe. 2016. Effect of Cow Dung on Soil Physical Properties, Growth And Yield of Maize (Zea Mays) in a Tropical Alfisol.
- Ahmed, Mohammed-Nour., Mohamed, Al-Sewailem., Ahmed, H., El-Naggar. 2019. The Influence of Alkalization and Temperature on Ammonia Recovery from Cow Manure and the Chemical Properties of the Effluents. *Sustainability*, 11(8):2441-. [doi: 10.3390/SU11082441](https://doi.org/10.3390/SU11082441).
- Aini SN., Iskandar, Iskandar., Darmawan, Darmawan. 2017. The Utilization of Red Mud as a Plant Growing Medium with The Addition of Ultisol Soil Material and Compost. *Sains Tanah: Journal of Soil Science and Agroclimatology*, 14(2):51-62. [doi: 10.15608/STJSSA.V14I2.863](https://doi.org/10.15608/STJSSA.V14I2.863).
- Amit, Kumar. 2019. Red Mud (RM) and Soil Amelioration: Improvement in Soil Quality. 151-167. [doi: 10.4018/978-1-5225-7940-3.CH009a](https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7940-3.CH009a)
- Armanto ME., Arif, F., Hermawan., Momon, Sodik, Imanudin., Elisa, Wildayana. 2023. Restoring Degraded Peatlands through Improving Land Suitability and Cultivating Native and Non Native Plants of Peatlands. [doi: 10.4108/eai.5-10-2022.2328261](https://doi.org/10.4108/eai.5-10-2022.2328261)

- Aryanti E., Sevi, Dwi, Adiya., Novita, Hera. 2023. Impact of Forest Fires on Micronutrients on Peat Soils in Rimbo Panjang Kampar Regency. *Jurnal Biologi Tropis*, doi: [10.29303/jbt.v23i1.4417](https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.4417)
- Astiani D., Tri, Widiastuti., Siti, Latifah., Darbin, Simatupang. 2020. Soil Characteristics and CO2 Emissions of Ex-Burnt Peatland in Kubu Raya District, West Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, doi: [10.13057/BIODIV/D210836](https://doi.org/10.13057/BIODIV/D210836)
- Aumtong S., Chakrit, Chotamonsak., Bundit, Somchit. 2022. The Increased Carbon Storage Changes with a Decrease in Phosphorus Availability In The Organic Paddy Soil. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*, 7(2):91-91. doi: [10.22146/ipas.71381](https://doi.org/10.22146/ipas.71381)
- Bagus, Aprianto., Saberina, Hasibuan., Syafriadiman, Syafriadiman. 2022. Increased in Soil and Water Phosphate in Peat Ponds Treated with a Mixture of Biological Fertilizers. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 27(1):37-37. doi: [10.31258/jpk.27.1.37-43](https://doi.org/10.31258/jpk.27.1.37-43)
- Baksa, Gyoergy., Bucsky, Gyoergy., Kovacs, Zoltan., Ujhidy, Aurel., Vallo, Ferenc., Zajacz, Istvan. 2000. With a Big Microelement and Nutrivite Content Soil-Improvement Composite Material and Method for Producing that.
- Bernard, Simmonds., Bernard, Simmonds., Richard, W., McDowell., Richard, W., McDowell., Leo, M., Condrón., Neil, R., Cox. 2016. Can Phosphorus Fertilizers Sparingly Soluble in Water Decrease Phosphorus Leaching Loss From an Acid Peat Soil. *Soil Use and Management*, 32(3):322-328. doi: [10.1111/SUM.12274](https://doi.org/10.1111/SUM.12274)
- BPS Kalbar. 2023. Produksi Tanaman Sayuran di Provinsi Kalimantan Barat, 2022. Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat.
- Daniel, Pazzini, Eckhardt., Marciel, Redin., Natielo, Almeida, Santana., Lessandro, De, Conti., Jorge, Domínguez., Rodrigo, Josemar, Seminoti, Jacques., Zaida, Inês, Antonioli. 2018. Cattle Manure Bioconversion Effect on the Availability of Nitrogen, Phosphorus, and Potassium in Soil. *Revista Brasileira De Ciencia Do Solo*, 42 doi: [10.1590/18069657RBCS20170327](https://doi.org/10.1590/18069657RBCS20170327)
- DPTPH Kalbar. 2023. Data produksi, luas panen dan kebutuhan jagung di kalbar tahun 2022. Tersedia online pada: <https://distan.kalbarprov.go.id/node/472> (diakses 2 Juni 2024)
- Fatmawati E. 2013. Pemanfaatan Tras sebagai Pupuk Silika dan Pemberian Dolomit untuk Padi di Tanah Gambut dari Kumpeh, Jambi [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Francisco, Gonçalo, Filho., Nildo, da, Silva, Dias., Stella, Ribeiro, Prazeres, Suddarth., Jorge, F., S., Ferreira., Ray, G., Anderson., Cleyton, dos, Santos, Fernandes., Raniere, Barbosa, de, Lira., Miguel, Ferreira, Neto., Christiano, Rebouças, Cosme. (2019). Reclaiming Tropical Saline-Sodic Soils with Gypsum and Cow Manure. *Water*, 12(1):57-. doi: [10.3390/W12010057](https://doi.org/10.3390/W12010057)
- Han, Keyu., Li, Song., Zhao, Minglun., Wang, Qing., Peng, Dezhi., Lyu, Bichang., Xu, Shanwen., Feng, Dehua. 2015. Red Mud Modifier.
- Haomin, Lei., Xin, Xu., Xiaofen, Liu., Junboum, Park., Zhongyu, Yu., Hao, Liu. 2022. Red Mud-Amended Soil as Highly Adsorptive Hybrid-Fill Materials for Controlling Heavy Metal Sewage Seepage in Industrial Zone. *International Journal of Environmental Research and Public*

- Health*, 19(22):15043-15043. doi: [10.3390/ijerph192215043](https://doi.org/10.3390/ijerph192215043).
- Hofstede., Goen, Ho. 1992. Red Mud For Production Of Novel Clay-Compost From Organic Waste. Xu, Qinghua., Jin, Baiyun., Huang, Yunjin., Chen, Liping., Jiang, Wenlan., Xu, Shengying., Yuan, Changbing., Yuan, Xin. 2015. Production Method of Red-Mud Carbonized Nutrient Soil.
- Hu, Yuqing. 2016. Red Mud Composite Fertilizer and Preparation Method Thereof.
- Ikechukwu, Agomoh., Ikechukwu, Agomoh., Francis, Zvomuya., Xiyang, Hao., Tim, A., McAllister. 2017. A Bioassay of Nitrogen Availability in Soils Amended with Manure from Cattle Fed Dried Distiller Grains with Solubles: Effects of Construction and Demolition Waste and Peat Moss. *Canadian Journal of Soil Science*, 98(1):27-44. doi: [10.1139/CJSS-2017-0031](https://doi.org/10.1139/CJSS-2017-0031)
- Indriyati LT., Budi, Setio, Nugroho., Fahrizal, Hazra. 2022. Detoksifikasi Aluminium dan Ketersediaan Fosforus dalam Tanah Masam Melalui Aplikasi Bahan Organik. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, doi: [10.18343/jipi.28.1.10](https://doi.org/10.18343/jipi.28.1.10)
- Jeong, Ka, Yeon., Paul, V., Nelson., Jonathan, M., Frantz., W., Brinton. 2011. Impact of Composted Dairy Manure on pH Management and Physical Properties of Soilless Substrate.. 173-180. doi: [10.17660/ACTAHORTIC.2011.891.19](https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2011.891.19)
- Joanna, M., Clark., D, Ashley., Markus, Wagner., Pippa, J., Chapman., Stuart, N., Lane., Chris, D., Evans., Ann, Louise, Heathwaite. 2009. Increased Temperature Sensitivity of Net DOC Production from Ombrotrophic Peat Due to Water Table Draw-Down. *Global Change Biology*, 15(4):794-807. doi: [10.1111/J.1365-2486.2008.01683.X](https://doi.org/10.1111/J.1365-2486.2008.01683.X)
- Josée, Fortin., Antoine, Karam. 1998. Effect of a Commercial Peat Moss-Shrimp Wastes Compost on Puciniella Growth in Red Mud. *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*, 12(3):105-109. doi: [10.1080/09208118908944032](https://doi.org/10.1080/09208118908944032)
- Juliane, Hahn., Juliane, Hahn., Heli, Juottonen., Hannu, Fritze., Eeva-Stiina, Tuittila. 2018. Dung Application Increases CH₄ Production Potential and Alters the Composition and Abundance of Methanogen Community in Restored Peatland Soils From Europe. *Biology and Fertility of Soils*, 54(4):533-547. doi: [10.1007/S00374-018-1279-4](https://doi.org/10.1007/S00374-018-1279-4).
- Karin, T., Rebel. 2023. Nutrient Dynamics in Fen Peat in Relation to Water Level Management: A Mesocosm Experiment. doi: [10.5194/egusphere-egu23-12066](https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-12066)
- Kayaalp NM. 1990. Phosphorus Movement Through Red Mud Amended Soils.
- Kementan RI. 2021. Inilah 10 Provinsi Produsen Jagung Terbesar Indonesia. Tersedia online pada <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=4639>. (diakses 2 Juni 2024).
- Kristino D, Suswati D, Manurung D. 2022. Peranan kombinasi lumpur merah dan pupuk kandang sapi terhadap ketersediaan hara n, p, k, dan pertumbuhan tanaman jagung pada tanah gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*. Volume 11 (2) : 1-11.
- Leifeld J., Haji S. 2023. Analyzing the Degree of Organic Matter Transformation of Rewetted European Peatlands in the Context of Their Greenhouse Gas Emission Potential. doi: [10.5194/egusphere-egu23-2244](https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-2244).
- Liang Q., Meng-lin, Zhang., Cai, Liang., Huichao, Chen. 2023. Modified red mud tailored to chromium

- contaminated soil remediation. *Journal of environmental chemical engineering*, doi: 10.1016/j.jece.2023.109720
- Liu, Zhongkai., Liu, Wanchao., Li, Shuai., Yan, Kun., Kang, Zeshuang., Li, Xuepeng., Sun, Fengjuan., Cao, Ruixue., Lian, Yicheng., Zhang, Tengfei., Su, Zhongyang. 2018. Red Mud Soilification Repairing Agent And Application Method Thereof.
- Maciej, Chowaniak., Krzysztof, Gondek. 2009. Changes in The Available Magnesium And Zinc Contents Of Soils After The Application Of Sewage Sludges And Sewage Sludge – Peat Mixtures. *Journal of Central European Agriculture*, 10(1):79-87.
- Maftu'ah E and Nursyamsi D. 2019. Effect of Biochar on Peat Soil Fertility and NPK Uptake by Corn. *Agrivita*. 41 (1): 64-73. doi: [10.17503/agrivita.v41i1.854](https://doi.org/10.17503/agrivita.v41i1.854).
- Mageshen VR., R., Jayaraghavi., V.S.V.G., Naresh., N., Sathiya, Bama. (2020). Effect of Soil Test Crop Response based Manure and Fertilizer Application on Potassium Fractions in Soil Inceptisol. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(8):1971-1978. doi: [10.20546/IJCMAS.2020.908.225](https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2020.908.225).
- Mirian, Chieko, Shinzato., Vanessa, da, Silva, Andrade., José, Vinicius, Martins., Marília, Mayumi, Augusto, dos, Santos., Vinícius, Tadeu, Ribeiro., Flavio, Machado, de, Souza, Carvalho. 2015. Efeito Da Adição De Lama Vermelha Nas Propriedades Eletroquímicas E De Adsorção De Um Latossolo Vermelho. 36(1):51-65. doi: [10.5935/0100-929X.20150004](https://doi.org/10.5935/0100-929X.20150004)
- Muryati S., Citra, Rahmatia., Hario, Tamtomo. 2023. Identifikasi Potensi Ekonomi Kawasan Gambut i Desa Petanang, Kecamatan Kumpeh, Kabupaten Muaro Jambi. doi: [10.53978/jfsa.v2i1.267](https://doi.org/10.53978/jfsa.v2i1.267)
- Narala, Gangadhara, Reddy., Bendadi, Hanumantha, Rao., Krishna, R., Reddy. 2018. Biopolymer Amendment for Mitigating Dispersive Characteristics of Red Mud Waste. *Geotechnique Letters*, 8(3):201-207. doi: [10.1680/JGELE.18.00033](https://doi.org/10.1680/JGELE.18.00033)
- Ololade, O., Komolafe., M., B., Adewole., Olajumoke, Josephine, Matthew. 2022. Assessment of Different Biochar and Composted Cow Dung on Soil Properties, Growth and Cob Weight of Maize. *Journal of Tropical Crop Science*, 9(02):124-136. doi: [10.29244/jtcs.9.02.124-136](https://doi.org/10.29244/jtcs.9.02.124-136)
- Parastoo, Sharifi., Mahdi, Shorafa., Mohammad, Hossein, Mohammadi. (2021). Investigating the Effects of Cow Manure, Vermicompost and Azolla Fertilizers on Hydraulic Properties of Saline-Sodic Soils. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 10(1):43-51. doi: [10.30486/IJROWA.2020.1893432.1039](https://doi.org/10.30486/IJROWA.2020.1893432.1039)
- Perkasa A. 2022. Peranan Kombinasi Lumpur Merah dan Pupuk Kandang Ayam Terhadap Serapan Hara N, P dan K Serta Hasil Tanaman Jagung di Tanah Gambut [skripsi]. Pontianak (ID) : Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Permatasari NA, Suswati D, Arief FB, Aspan A, dan Akhmad A. 2021. Identifikasi Beberapa Sifat Kimia Tanah Gambut pada Kebun Kelapa Sawit Rakyat di Desa Rasau Jaya Kabupaten Kubu Raya. *Agritech*. 23(2): 199-207.
- Qin S. 2022. Nutrient Availability for Lactuca sativa Cultivated in an Amended Peatland: An Ionic Exchange Study. *Nitrogen*, doi: [10.3390/nitrogen3010002](https://doi.org/10.3390/nitrogen3010002)
- Qingke, Nie., Youdong, Li., Guohui, Wang., Bing, Bai. 2020. Physicochemical and Microstructural Properties of Red Muds under Acidic and Alkaline

- Conditions. *Applied Sciences*, 10(9):2993-. [doi: 10.3390/APP10092993](https://doi.org/10.3390/APP10092993)
- Riopy, Suanda., Hilwa, Walida., Khairul, Rizal., Kamsia, Dorliana, Sitanggang. 2022. Analisis Karakteristik Sifat Kimia Tanah Gambut setelah Diinkubasi dengan Kascing dari Campuran Kotoran Ayam, Bonggol Pisang dan Ampas Tahu. *Ziraa'ah : Majalah Ilmiah Pertanian*, 47(2):162-162. [doi: 10.31602/zmip.v47i2.6734](https://doi.org/10.31602/zmip.v47i2.6734)
- Salmon VG., D., J., Brice., Paul, J., Hanson. 2021. Nitrogen and Phosphorus Cycling in an Ombrotrophic Peatland: A Benchmark For Assessing Change. *Plant and Soil*, [doi: 10.1007/S11104-021-05065-X](https://doi.org/10.1007/S11104-021-05065-X)
- Sekali JEK, Suswati D, Aspan A. 2021. Peranan Amelioran Red Mud dan Pupuk Kandang Sapi terhadap Serapan Hara N, P, dan K pada Tanaman Jagung di Lahan Pasca Tambang Bauksit Kabupaten Sanggau. *Jurnal Sains Pertanian Equator*. Volume 11 (1) : 1-7.
- Snars K., J.C., Hughes., Robert, Gilkes. 2004. The Effects of Addition of Bauxite Red Mud to Soil on P Uptake by Plants. *Crop & Pasture Science*, 55(1):25-31. [doi: 10.1071/AR03067](https://doi.org/10.1071/AR03067)
- Soepardi G. dan Surowinoto S. 1982. Pemanfaatan tanah gambut pedalaman, kasus Lereng Bengkel. Disajikan pada Sem. Lahan Pertanian se Kalimantan di Palangkaraya, 11-14 Nopember 1982. 28 hal.
- Sonia, Mayakaduwege., Luke, M., Mosley., Petra, Marschner. 2021. Phosphorus Pools in Acid Sulfate Soil Are Influenced by pH, Water Content, and Addition of Organic Matter. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(2):1066-1075. [doi: 10.1007/S42729-021-00422-2](https://doi.org/10.1007/S42729-021-00422-2)
- Suchita Rai, Sneha Bahadure, M.J. Chaddha, A. Agnihotri. 2023. Use of Red Mud As Advanced Soil Stabilization Material. 45-56. [doi: 10.1016/b978-0-323-85604-1.00016-0](https://doi.org/10.1016/b978-0-323-85604-1.00016-0)
- Sun, Rengui. 2016. Red Mud-Assisted Soil Remediation Fertilizer.
- Suntari, Retno. 2022. Growth Enhancement, Uptake of N, P, K Nutrients and Production of Maize in an Entisol of Kalidawir, Tulungagung due to Application of Cow Manure Fertilizer and NPK Fertilizer. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 9(1):193-200. [doi: 10.21776/ub.jtsl.2022.009.1.21](https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.1.21)
- Tajuddin SAM., J., A., Rahman., Radin, Maya, Saphira, Radin, Mohamed. 2018. Study on Magnesium in Rainwater and Fertilizer Infiltration to Solidified Peat. 140(1):012056-. [doi: 10.1088/1755-1315/140/1/012056](https://doi.org/10.1088/1755-1315/140/1/012056)
- Ujaczki E., Viktória, Feigl., Éva, Farkas., Emese, Vaszita., Katalin, Gruiz., Monika, Molnar. 2016. Red mud as acidic sandy soil ameliorant: A microcosm incubation study. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 91(6):1596-1606. [doi: 10.1002/JCTB.4898](https://doi.org/10.1002/JCTB.4898)
- Wesley, D., Bannister., David, H., Kattes., Michael, Wade., Barry, D., Lambert. 2016. Use of Composted Dairy Cow Manure as a Peat Moss Substitute in a Greenhouse Growing Substrate. *Texas Journal of Agriculture and Natural Resources*, 26:68-72.
- Winahyu N. 2020. Analisis Penentuan Komoditas Unggulan Tanaman Pangan di Kabupaten Kediri Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*. 5(2), 50–54. <https://doi.org/https://doi.org/10.32503/hijau.v5i2.1139>.
- Xiaofei, L., Ting-an, Zhang., Guozhi, Lv., Kun, Wang. 2023. Summary of Research Progress on Metallurgical Utilization Technology of Red Mud. *Minerals*, [doi: 10.3390/min13060737](https://doi.org/10.3390/min13060737)
- Xinming, Li., Pan, Yan., S., Yin., Xianwei, Zhang., Peng, Li., Jia'ning, Huang. 2023. Research on Strength

- Characteristics and Micro-Mechanism of Silty Soil Modified by Red Mud Co-Cement. *Social Science Research Network*, doi: [10.2139/ssrn.4238430](https://doi.org/10.2139/ssrn.4238430)
- Xu, Qinghua., Jin, Baiyun., Huang, Yunjin., Chen, Liping., Jiang, Wenlan., Xu, Shengying., Yuan, Changbing., Yuan, Xin. 2015. Production Method of Red-Mud Carbonized Nutrient Soil.
- Yan-Ting, Mao., Wei, Hu., Yongmei, Li., Yuan, Li., Baokun, Lei., Yi, Zheng. 2023. Long-Term Cattle Manure Addition Enhances Soil-Available Phosphorus Fractions in Subtropical Open-Field Rotated Vegetable Systems. *Frontiers in Plant Science*, 14 doi: [10.3389/fpls.2023.1138207](https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1138207)
- Yijun ,Cao., Wang, Chongqing. 2020. Red Mud Soil Substrate And Preparation Method Thereof.
- Yu, Yu. 2016. Phosphogypsum Soil Improver For Enriching Potassium Content and Preparation Method for Phosphogypsum Soil Improver.
- Yunik, Istikorini., Nurhafifah., Adisti, Permatasari, Putri, Hartoyo., Achmad, Solikhin., E., A., Octiaviani. 2022. Effect of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria and Bionanomaterial Membrane Applications on Chemical Properties of Peat Soils. *IOP conference series*, 959(1):012049-012049. doi: [10.1088/1755-1315/959/1/012049](https://doi.org/10.1088/1755-1315/959/1/012049)
- Zhang, Gui. 2017. Red-Mud-Based Modified Soil Repair Agent Used for Improving Salinity Soil and Preparation Method Thereof.
- Zhang, Jianwei., Gan, Ke., Leng, Jiebin. 2019. Red Mud-Silico-Calcium-Potash Fertilizer and Preparation Method Thereof.
- Zhao Cong., Youming, Li., Yingming, Pang., Daoping, Peng., T., Huang., Jiannan, Chen. 2023. Red Mud as A Magnesium Carrier for Enhanced N and P Recovery from Wastewater by the Struvite Method. *Environmental Technology and Innovation*, 30:103030-103030. doi: [10.1016/j.eti.2023.103030](https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103030)
- Zobia, Anwar., Muhammad, Irshad., An, Ping., Farhan, Hafeez., Shao, Yang. 2018. Water Extractable Plant Nutrients in Soils Amended with Cow Manure Co-Composted with Maple Tree Residues. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(5):167-173. doi: [10.25165/IJABE.V11I5.3494](https://doi.org/10.25165/IJABE.V11I5.3494)