

## Pengaruh Kombinasi Pupuk NPK dan Batubara terhadap Ketersediaan Fosfor pada Lahan Pasang Surut

Rahman Hidayat\*, Fakhur Razie, Ratna

Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Jalan Jenderal A. Yani KM 36 Simpang Empat, Banjarbaru 70714, Indonesia

\* Email penulis korespondensi: [1610513310007@mhs.ulm.ac.id](mailto:1610513310007@mhs.ulm.ac.id)

### Informasi Artikel

Received 25 Juni 2024

Accepted 29 November 2024

Published 12 Desember 2024

Online 12 Desember 2024

### Keywords:

Coal; Iron; NPK fertilizer;  
Phosphorus binding; Wetland

### Abstract

Problems faced in tidal swamp land include low soil pH, low nutrient content, and high levels of Al and Fe. The aim of this research was to determine the effect of the combination of NPK fertilizer and Futura coal fertilizer on the availability of P and to determine the relationship between the solubility of Al and Fe, pH and organic C on the availability of P in tidal swamp land. This research was carried out at the Chemistry Laboratory, Soil Department, Faculty of Agriculture, Lambung Mangkurat University from October-December 2023 using a single factor in Randomized Block Design with five treatments and three replications to obtain 15 experimental units. The combination of NPK and Futura increased the availability of P, organic-C, and soil pH and reduced the solubility of Al and Fe. A relationship was found between Al and soil pH, C-organic and Al, C-organic and soil pH, organic-C and soluble-Fe, soluble-Fe and soil pH.

### 1. Pendahuluan

Luas lahan rawa pasang surut di Indonesia sekitar 20,12 juta ha, terdiri dari 2,07 juta ha lahan potensial, 6,72 juta ha lahan sulfat masam, 10,89 juta ha lahan gambut dan 0,44 juta ha lahan salin. Luas lahan rawa pasang surut yang sudah dijadikan lahan sawah hingga tahun 2011 baru sekitar 407.594 ha (Balai Penelitian Lahan Rawa, 2014). Kalimantan sebagai pulau terbesar kedua memiliki lahan rawa pasang surut dan rawa lebak seluas 11,77 juta ha. Lahan tersebut terdiri dari tanah gambut seluas 6,07 juta ha dan tanah mineral seluas 5,64 juta ha. Tanah mineral tersebut terdapat pada rawa lebak seluas 2,18 juta ha dan rawa pasang surut non salin seluas 3,31 juta ha dan lahan rawa salin seluas 0,14 juta ha (Sawiyo et al., 2000).

Tanaman sangat membutuhkan fosfor untuk pertumbuhannya. Hal ini menyebabkan tanah harus mampu dalam menyediakan P untuk meningkatkan kualitas tanah secara kimia. Namun, di satu sisi tanah pasang surut memiliki kendala yang umum terjadi pada kebanyakan tanah yaitu adanya kandungan Fe dan Al. Fosfor dalam tanah banyak dijerap oleh *clay*, Al, dan Fe, khususnya tanah yang memiliki pH rendah, kelarutan ion Al dan Fe yang relatif tinggi menyebabkan fiksasi P dalam tanah sehingga pertumbuhan pada tanaman menjadi kurang baik (Sari et al., 2017).

Pemberian pupuk organik saja dalam jangka pendek belum mampu memenuhi kebutuhan hara bagi tanaman, sehingga perlu dilakukan penambahan pupuk anorganik. Pupuk NPK merupakan pupuk majemuk yang sangat baik untuk pertumbuhan dan produksi tanaman serta mampu meningkatkan hasil panen dan dapat memberikan keseimbangan unsur N, P, K dan Mg terhadap pertumbuhan tanaman. Beberapa alternatif jenis pupuk saat ini telah banyak diproduksi diantaranya pupuk batubara, selain memperbaiki kesuburan (meningkatkan produksi) dan kesehatan tanah karena memiliki kandungan unsur hara yang lengkap termasuk asam humat 20,33% dan C-organik 30% (Bursa Tani, 2015). Pupuk batubara dengan merek Futura dapat menjadi alternatif yang tepat untuk mengurangi pupuk anorganik bahkan menggantikannya pada berbagai jenis tanaman perkebunan, sayuran, buah-buahan yang dikelola di lahan pasang surut.

Pupuk organik diintegrasikan dengan pupuk anorganik dalam hal ini pupuk NPK berguna untuk menopang pertumbuhan dan produksi tanaman. Selain itu penggunaan pupuk NPK dengan dosis yang tinggi dan terus menerus dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan, oleh sebab itu penggunaan dosis pupuk harus mempertimbangkan secara baik tingkat produktivitas tanah dan kebutuhan tanaman dengan perlindungan terhadap lingkungan sekitar. Berdasarkan uraian di atas, maka penulis mencoba melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh paket kombinasi pupuk NPK dan Futura terhadap ketersediaan P pada lahan pasang surut, serta untuk melihat hubungan antara Al-dd, Fe-larut, pH, dan C-organik terhadap ketersediaan P pada lahan pasang surut yang diberi perlakuan kombinasi NPK dan Futura.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lahan kelompok tani binaan Bank Indonesia Provinsi Kalimantan Selatan di Kecamatan Anjir Kabupaten Barito Kuala dilanjutkan uji sampel tanah di Laboratorium Kimia dan Fisika Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan, yaitu dari bulan Oktober 2023 sampai dengan bulan Desember 2023.

### 2.2. Pelaksanaan Penelitian

Rancangan lingkungan dan perlakuan yang dipergunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak kelompok faktor tunggal. Perlakuan yang dipilih adalah paket kombinasi Futura dan NPK-Mutiara 16.16.16.

Persiapan lahan yang dilakukan adalah melakukan pembersihan lahan petani seluas 0,25 ha. Setelah dibersihkan akan dibuat bedengan petak perlakuan mengikuti pembagian luas lahan yang ada. Sesuai dengan Kelompok perlakuan maka akan disiapkan sebanyak tiga jalur bedengan. Pada setiap jalur bedengan akan dibagi menjadi delapan petak kecil sebanyak lima perlakuan sehingga diperoleh 15 petak percobaan.

Pengolahan tanah pada bedengan dilakukan setelah membersihkan gulma/bekas sisa-sisa tanaman sebelumnya dan digemburkan (dicangkul). Setelah selesai penyiapan lahan, satu minggu sebelum tanam dilanjutkan dengan pengapuran setara dengan dolomit 2 t ha<sup>-1</sup>. Pupuk NPK dan Futura diberikan sesuai perlakuan yang mengacu rekomendasi pemupukan untuk tanaman padi dan cabai rawit. Rekomendasi pupuk NPK untuk cabai rawit 180 kg NPK/Ha dan rekomendasi pupuk batubara untuk cabai rawit 600 kg ha<sup>-1</sup>. Aplikasi pemupukan dilakukan dua kali, yaitu pada saat tanam 10 hari setelah tanam dan 30 hari setelah tanam. Paket kombinasi NPK-Futura sesuai dengan takaran/dosis diberikan pada masing-masing petak sesuai perlakuan. Perlakuan tersebut adalah kontrol; 100% NPK, 75% NPK + 25% Futura; 50% NPK + 50% Futura; dan 25% NPK + 75% Futura.

Pengambilan contoh tanah diambil empat minggu setelah pemberian perlakuan di lahan pasang surut. Dalam penetapan titik sampling dengan cara setiap plot diambil beberapa titik sampling untuk mewakili satu plot percobaan kemudian dikomposit menjadi satu sampel tanah pada tiap plot. Contoh tanah diambil pada kedalaman ± 20 cm menggunakan bor tangan pada titik yang telah ditetapkan. Contoh tanah yang telah diambil dikeringanginkan kemudian ditumbuk dan diayak menggunakan ayakan 2 mm.

Data yang diperoleh diuji kehomogenan ragam dengan menggunakan Uji Bartlett pada taraf uji 0,05. Jika hasilnya menunjukkan bahwa asumsi kehomogenan ragam galat semua peubah-peubah yang diamati dapat diterima ( $p > 0,01$ ), maka layak dilanjutkan melakukan analisis ragam (*analysis of variance-ANOVA*). Analisis ragam menggunakan Uji F pada taraf  $\alpha$  diamati. Apabila hasil Uji Bartlett tidak homogen, maka dilakukan transformasi, sehingga data menjadi homogen. Setelah analisis ragam dilakukan, apabila nilai F-hitung > F-tabel, maka perlakuan berpengaruh nyata atau sangat nyata, sebaliknya apabila F-hitung < F-tabel maka perlakuan tidak berpengaruh nyata. Apabila data hasil analisis Uji F berpengaruh nyata atau sangat nyata, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% dan 1%.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Analisis Awal Tanah

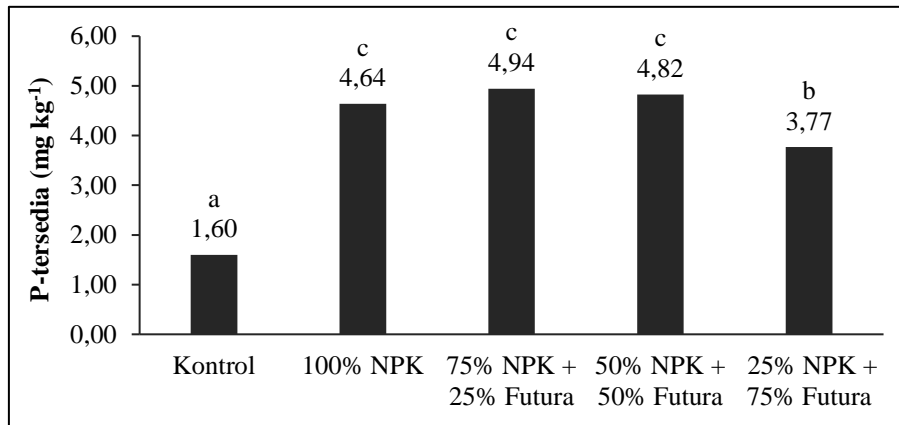
Analisis awal tanah dilakukan pada tanah yang digunakan sebagai media pengamatan dalam penelitian ini. Berikut ini hasil analisis awal tanah. Hasil analisis laboratorium sifat kimia tanah maka kondisi awal tanah dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis yang dilakukan pada tanah menunjukkan bahwa tanah yang digunakan memiliki kandungan P-tersedia P-Bray I sebesar 1,80 mg kg<sup>-1</sup> dengan kriteria yang sangat rendah, P-total 2,91% tanah dengan kriteria sangat rendah. Hasil analisis awal laboratorium juga menunjukkan kondisi awal tanah memiliki KTK 5,84 cmol kg<sup>-1</sup> dengan kriteria rendah, C-organik 1,59 % dengan kriteria rendah, Al-dd sebesar 4,01 me 100<sup>-1</sup> dengan kriteria sedang dan pH 4,53 dengan kriteria masam.

Tabel 1. Hasil analisis awal tanah lahan pasang surut

No	Parameter	Hasil	Kategori
1	P-Bray I (mg kg <sup>-1</sup> )	1,80	Sangat rendah
2	P-total 25% HCl (%)	2,91	Sangat rendah
3	KTK (cmol kg <sup>-1</sup> )	5,84	Rendah
4	C-organik (%)	1,59	Rendah
5	Al-dd (me 100g <sup>-1</sup> )	4,01	Sedang
6	pH	4,53	Sangat masam

### 3.2. P-Tersedia ( $P_2O_5$ )

Hasil analisis rerata dengan DMRT ditunjukkan pada Gambar 1. Dari gambar terlihat bahwa perlakuan pemberian kombinasi NPK-Futura terhadap P-tersedia menunjukkan perlakuan 100% NPK, 75% NPK + 25% Futura, dan 50% NPK + 50% Futura tidak berbeda nyata akan tetapi berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan 25% NPK + 75% Futura, dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik adalah 75% NPK + 25% Futura dengan rata-rata  $4,94 \text{ mg kg}^{-1}$  P daripada perlakuan lainnya.

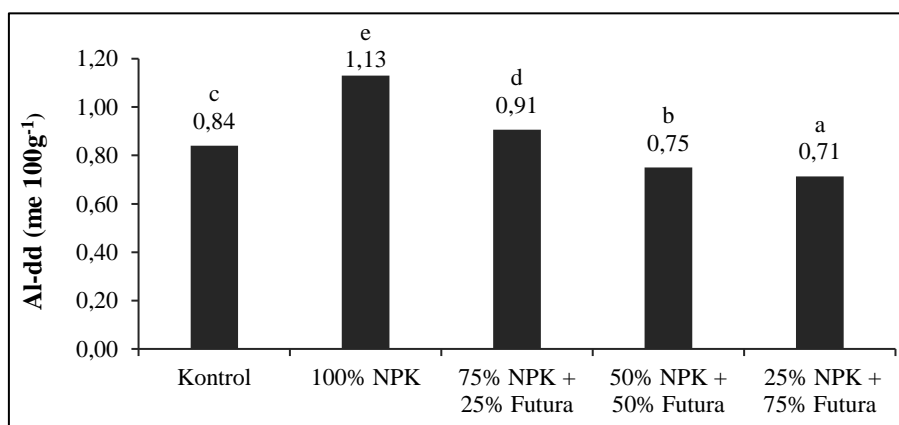


Gambar 1. Pengaruh pemberian kombinasi pupuk NPK-Futura terhadap kandungan P-tersedia pada lahan pasang surut. Huruf yang berbeda di atas bar menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan DMRT 5% .

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pemberian perlakuan 75% NPK + 25% Futura mampu meningkatkan P-tersedia pada tanah dibandingkan dengan perlakuan 100% pupuk anorganik. Hal ini diduga karena pupuk NPK merupakan pupuk *fast release*. Pupuk anorganik yang dikombinasikan dengan pupuk organik membuat ketersediaan P menjadi lebih baik dibandingkan dengan pupuk anorganik saja. Mabagala dan Mng'ong'o (2022), menyatakan bahwa penambahan bahan organik mampu memberikan dampak positif terhadap kelarutan P yang ada di dalam tanah. Setiap tanah memiliki respons yang berbeda terhadap penambahan bahan organik dalam meningkatkan P-tersedia dalam tanah.

### 3.3. Al-dd

Hasil analisis nilai tengah dengan DMRT ditunjukkan pada Gambar 2. Dari gambar terlihat bahwa perlakuan pemberian kombinasi NPK dan Futura terhadap Al-dd menunjukkan bahwa perlakuan 25% NPK + 75% Futura dapat menekan Al-dd lebih baik dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan 100% NPK meningkatkan Al-dd tertinggi dengan nilai rata-rata  $1,13 \text{ mg kg}^{-1}$ . Perlakuan terbaik ditunjukkan pada pemberian 25% NPK + 75% Futura dengan rata-rata  $0,71 \text{ me } 100 \text{ g}^{-1}$ .



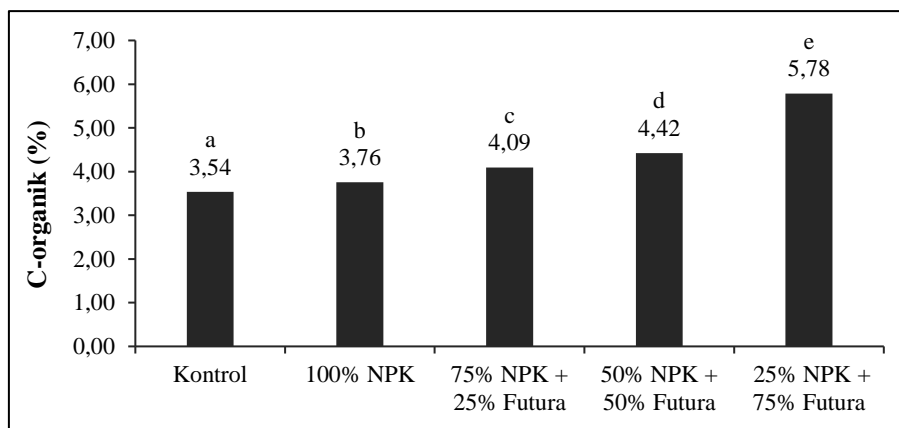
Gambar 2. Pengaruh pemberian kombinasi pupuk NPK-Futura terhadap kandungan Al-dd pada lahan pasang surut. Huruf yang berbeda di atas bar menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan uji DMRT 5% .

Hal ini karena pemberian Futura mengalami dekomposisi menghasilkan senyawa-senyawa organik (asam organik) yang dapat menekan kelarutan Al dan Fe di dalam tanah. Hal ini didukung oleh pendapat Li et al. (2023)

menyatakan bahwa bahan organik yang diberikan ke dalam tanah akan bereaksi dengan kation- kation logam sehingga membentuk senyawa organik sintetis. Kation logam seperti Al dan Fe menjadi tidak larut, sehingga pemberian bahan organik ke dalam tanah akan meningkatkan pembentukan kelat yang dapat menekan kelarutan Al dan Fe dalam larutan tanah.

### 3.4. C-organik

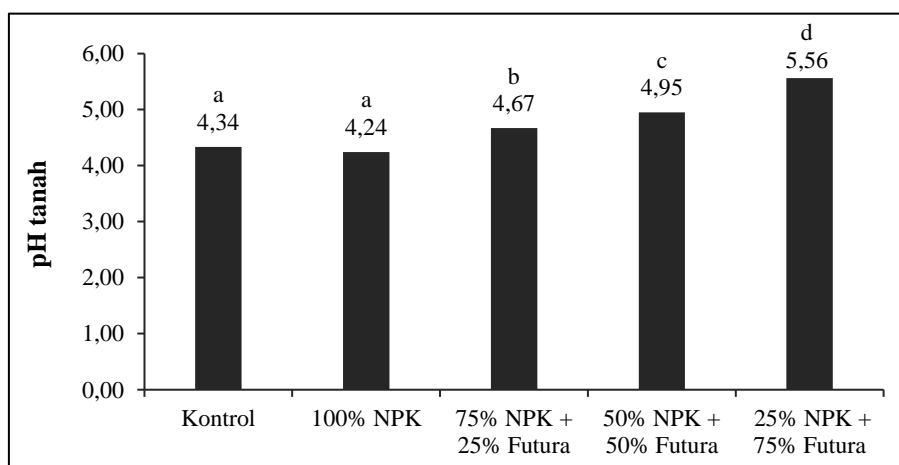
Hasil analisis rerata dengan DMRT ditunjukkan pada Gambar 3. Dari gambar terlihat bahwa perlakuan pemberian kombinasi pupuk NPK dan Futura terhadap C-organik menunjukkan pemberian 25% NPK + 75% Futura berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik adalah 25% NPK + 75% Futura dengan rata-rata 5,78%, karena perlakuan tersebut meningkatkan kadar C-organik yang ada di dalam tanah dengan nilai rata-rata tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Peran C-organik tanah sangat penting untuk kesuburan tanah karena pelapukan bahan organik akan menghasilkan humus yang memiliki permukaan yang dapat meningkatkan unsur yang terkandung dalam pupuk yang diberikan, sehingga mengakibatkan hara yang berasal dari unsur N, P dan K tidak mudah tercuci dan dapat diserap oleh tanaman secara optimal. Maka pemberian bahan organik diperlukan untuk memperbaiki kesuburan tanah (Gerke, 2022).



Gambar 3. Pengaruh pemberian kombinasi pupuk NPK-Futura terhadap kandungan C-organik pada lahan pasang surut. Huruf yang berbeda di atas bar menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan uji DMRT 5%.

### 3.5. Kemasaman tanah

Hasil analisis rerata dengan DMRT ditunjukkan pada Gambar 4. Dari gambar terlihat bahwa perlakuan pemberian kombinasi pupuk NPK dan Futura terhadap pH tanah menunjukkan pemberian 25% NPK + 75% Futura berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

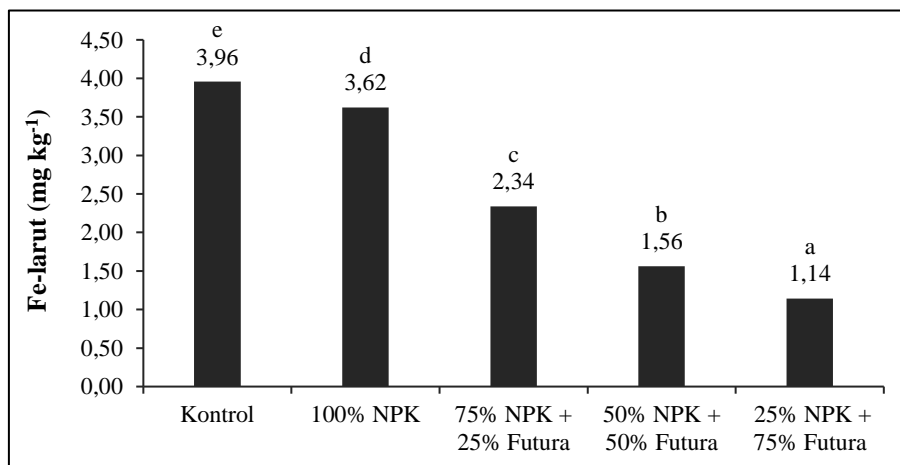


Gambar 4. Pengaruh pemberian kombinasi pupuk NPK-Futura terhadap kandungan pH tanah pada lahan pasang surut. Huruf yang berbeda di atas bar menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan uji DMRT 5%.

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik adalah 25% NPK + 75% Futura dengan rata-rata 5,56 , karena perlakuan tersebut dapat meningkatkan kadar pH yang ada di dalam tanah dengan nilai rata-rata tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Penggunaan bahan organik dapat meningkatkan pH tanah dan menurunkan kejenuhan Al di dalam tanah (Dai et al., 2021). Kemudian dikuatkan pendapat Xu dan Zhang (2021), yang menjelaskan bahwa tinggi rendahnya nilai PH dapat dipengaruhi beberapa faktor diantaranya penambahan bahan organik. Sedangkan pada perlakuan 100% NPK memberikan hasil nilai pH terendah dari setiap perlakuan. Wang et al. (2020) mengemukakan bahwa pupuk anorganik yang mengandung nitrogen dalam bentuk amonia atau dalam bentuk lainnya dapat berubah menjadi  $\text{NO}_3$  yang berakibat pada penurunan pH. Hal ini juga diperjelas oleh Wang et al. (2019) menyatakan bahwa pemupukan menggunakan pupuk NPK dapat menurunkan pH tanah karena pupuk ini mengandung S dan  $\text{NH}_4$  yang akan terhidrolisis menghasilkan ion  $\text{H}^+$  yang menyebabkan pH tanah menurun.

### 3.6. Fe-larut

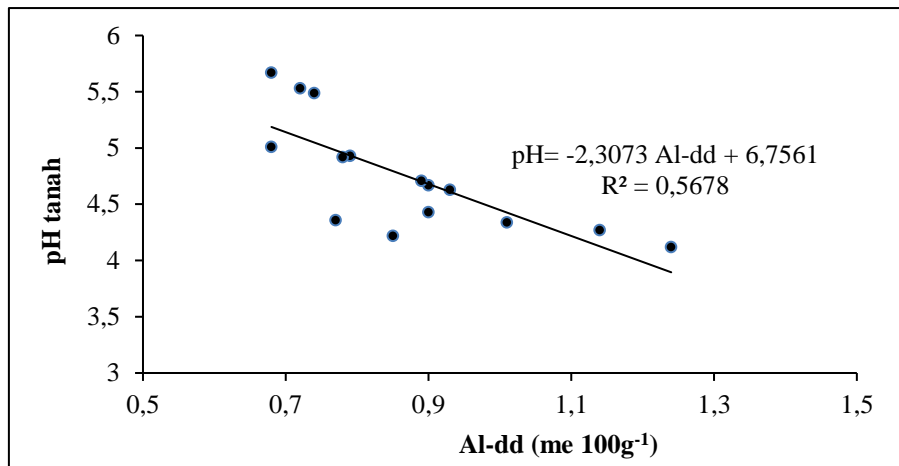
Hasil analisis rerata dengan DMRT ditunjukkan pada Gambar 5. Dari gambar tersebut terlihat bahwa perlakuan pemberian kombinasi pupuk NPK dan pupuk Batubara Futura terhadap Fe larut menunjukkan perlakuan pemberian 25% NPK + 75% Futura berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa kontrol menunjukkan Fe larut tertinggi dengan nilai rata-rata  $3,96 \text{ mg kg}^{-1}$  dan perlakuan terbaik ditunjukkan pada pemberian 25% NPK + 75% Futura dengan rata-rata  $1,14 \text{ mg kg}^{-1}$  Fe. Hal ini sejalan dengan pendapat Annisa dan Subagyo (2016), bahwa penurunan konsentrasi  $\text{Fe}^{2+}$  pada awal pengamatan disebabkan karena proses pengkelatan  $\text{Fe}^{2+}$  yang berbanding lurus dengan muatan negatif bahan organik yang terdekomposisi. Hal ini juga didukung dengan penelitian yang dilaksanakan oleh Mowidu (2017) bahwa pemberian bahan organik memberikan pengaruh nyata terhadap kadar Fe pada tanaman padi mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya umur tanaman padi.



Gambar 5. Pengaruh pemberian kombinasi pupuk NPK-Futura terhadap kandungan Fe-larut pada lahan pasang surut. Huruf yang berbeda di atas bar menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan uji DMRT 5%.

### 3.7. Analisis hubungan dan bentuk hubungan Al-dd dengan pH tanah

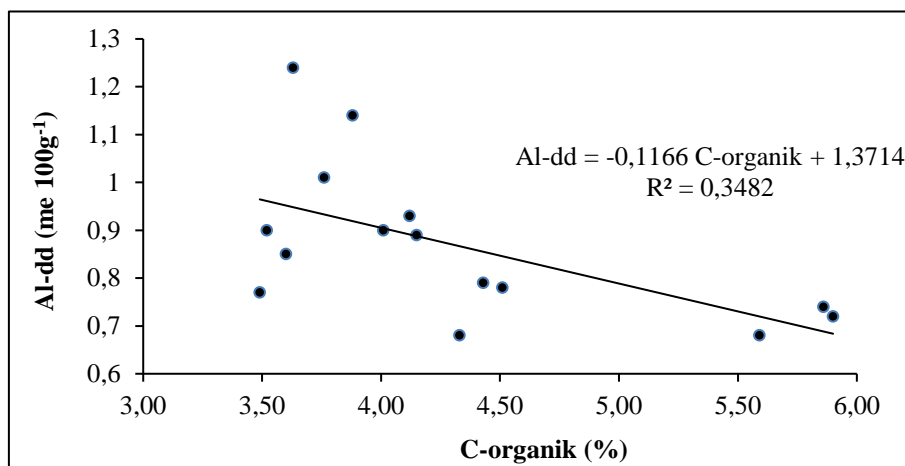
Hasil analisis hubungan dan bentuk hubungan dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil analisis hubungan menunjukkan bahwa dalam analisis regresi antara Al-dd dengan pH tanah diketahui memiliki nilai koefisien determinan ( $R^2$ ) sebesar 0,57 yang artinya Al-dd 57% memiliki hubungan terhadap pH tanah. Nilai koefisien korelasi yaitu sebesar -0,75 artinya Al-dd dan pH tanah memiliki hubungan yang sangat kuat. Hasil analisis hubungan Al-dd terhadap pH tanah dapat diketahui bahwa nilai koefisien korelasinya sebesar -75 yang nilainya negatif menunjukkan bahwa hubungan antara Al-dd dan pH tanah jika nilai Al-dd semakin menurun maka akan semakin meningkat pH tanahnya, begitu pula sebaliknya. Menurut laporan Lestari et al. (2016) kadar ion  $\text{Al}^{3+}$  terlarut berhubungan secara langsung dengan nilai pH, apabila terjadi peningkatan nilai pH maka Al akan mengendap sebagai hidroksida yang sukar larut di dalam tanah, sehingga menyebabkan kelarutan Al menjadi berkurang.



Gambar 6. Persamaan regresi antara Al-dd terhadap pH tanah.

### 3.8. Analisis hubungan dan bentuk hubungan C-organik dengan Al-dd

Hasil analisis hubungan dan bentuk hubungan dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil analisis hubungan menunjukkan bahwa dalam analisis regresi antara C-organik dengan Al-dd diketahui memiliki nilai koefisien determinan ( $R^2$ ) sebesar 0,35 yang artinya C-organik 35% memiliki hubungan terhadap Al-dd. Nilai koefisien korelasi yaitu sebesar -0,59 artinya C-organik dan Al-dd memiliki hubungan yang kuat.

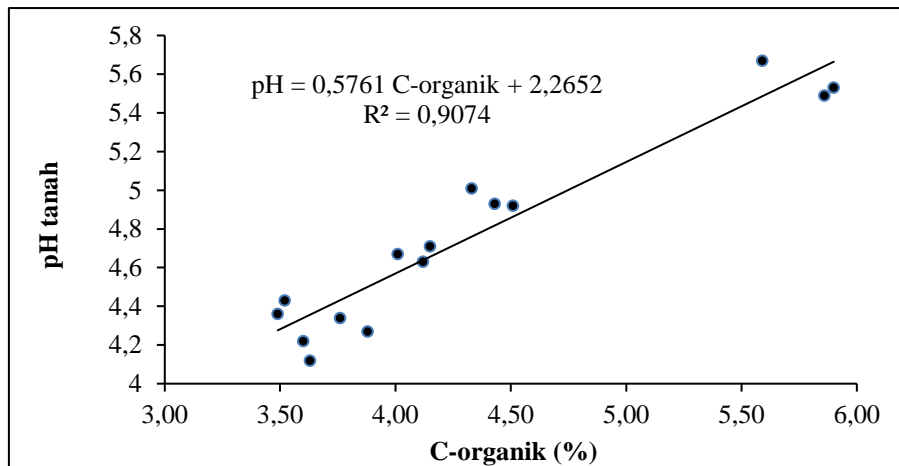


Gambar 7. Persamaan regresi antara C-organik terhadap Al-dd.

Hasil analisis hubungan C-organik terhadap Al-dd dapat diketahui bahwa nilai koefisien korelasinya sebesar -0,59 yang nilainya negatif menunjukkan bahwa hubungan antara C-organik dan Al-dd tanah jika nilai C-organik semakin menurun maka Al-dd akan semakin meningkat, begitu pula sebaliknya. Hal ini diduga karena kadar bahan organik yang lebih tinggi akan mempengaruhi kadar asam-asam organik sederhana di dalam tanah. Menurut laporan Li et al. (2023) asam-asam organik sederhana dapat bereaksi dengan Al membentuk suatu ikatan sukar larut, berupa ikatan kelat, sehingga hal ini dapat menyebabkan penurunan aktivitas ion Al yang hasil akhirnya akan mengurangi kelarutan Al di dalam tanah. Asam-asam organik seperti asam humat dan asam fulvat dapat berperan dalam proses pengikatan hidroksida-oksida Al pada tanah masam (Stevenson, 1994).

### 3.9. Analisis hubungan dan bentuk hubungan C-organik dengan pH tanah

Hasil analisis hubungan dan bentuk hubungan dapat dilihat pada Gambar 8. Hasil analisis hubungan menunjukkan bahwa dalam analisis regresi antara C-organik dengan pH tanah diketahui memiliki nilai koefisien determinan ( $R^2$ ) sebesar 0,91 yang artinya C-organik 91% memiliki hubungan terhadap pH tanah. Nilai koefisien korelasi C-organik dengan pH tanah adalah sebesar 0,95 yang nilainya positif menunjukkan bahwa hubungan antara C-organik dan pH tanah jika nilai C-organik mengalami peningkatan maka nilai pH tanah juga akan meningkat, begitu juga sebaliknya. Nilai koefisien korelasi pada hasil analisis ini adalah 0,95 artinya C-organik dan pH tanah memiliki hubungan yang mendekati sempurna.

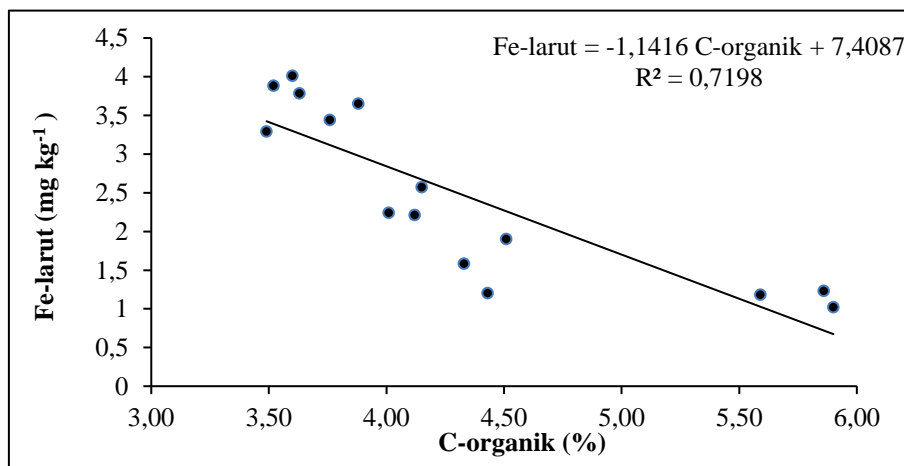


Gambar 8. Persamaan regresi antara C-organik terhadap pH tanah.

Hasil analisis hubungan menunjukkan bahwa dalam analisis regresi antara C-organik dengan pH tanah diketahui bahwa nilai koefisien korelasi C-organik dengan pH tanah adalah sebesar 0,95 yang nilainya positif menunjukkan bahwa hubungan antara C-organik dan pH tanah jika nilai C-organik mengalami peningkatan maka nilai pH tanah juga akan meningkat, begitu juga sebaliknya. Nilai koefisien korelasi pada hasil analisis ini adalah 0,95 artinya C-organik dan pH tanah memiliki hubungan yang mendekati sempurna. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian dari Afandi et al. (2015) bahwa dengan penambahan bahan organik dapat meningkatkan pH tanah. Peningkatan pH tanah ini sangat berkaitan dengan adanya proses dekomposisi asam-asam organik yang ada pada pupuk organik.

### 3.10. Analisis hubungan dan bentuk hubungan C-organik dengan kelarutan besi

Hasil analisis hubungan dan bentuk hubungan dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini. Hasil analisis hubungan menunjukkan bahwa dalam analisis regresi antara C-organik dengan Fe-larut diketahui memiliki nilai koefisien determinan ( $R^2$ ) sebesar 0,72 yang artinya C-organik 72% memiliki hubungan terhadap Fe-larut. Nilai koefisien korelasi yaitu sebesar -0,85 artinya C-organik dan Fe-larut memiliki hubungan yang sangat kuat.



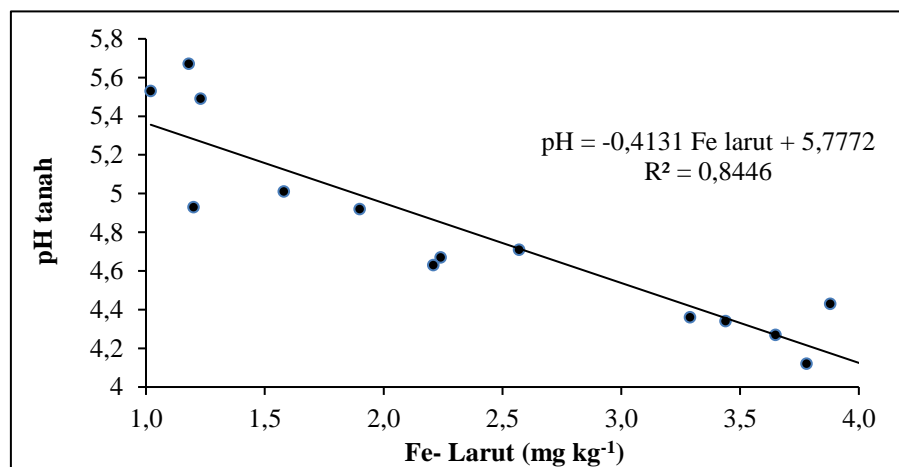
Gambar 9. Persamaan regresi antara C-organik terhadap Fe-larut.

Hasil analisis hubungan dari C-organik terhadap kelarutan besi di dalam tanah dapat diketahui bahwa nilai koefisien korelasinya sebesar -0,85 (negatif) artinya C-organik memiliki hubungan sangat kuat dengan kelarutan besi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Barry et al. (2023) bahwa bentuk atau jenis besi terlarut dalam air tanah sangat bergantung pada kondisi redoks tanah, pH air, oksigen terlarut dan bahan organik. Kadar bahan organik yang tinggi di lahan rawa sangat mempengaruhi bentuk mineral Fe di dalam tanah. Kelarutan dan mobilitas Fe di tanah sangat ditentukan oleh keberadaan bahan organik di tanah tersebut sehingga jika nilai c-organik tinggi akan menurunkan kelarutan besi (Fahmi et al., 2019).

### 3.11. Analisis hubungan dan bentuk hubungan C-organik dengan pH tanah

Hasil analisis hubungan dan bentuk hubungan dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini. Hasil analisis hubungan menunjukkan bahwa dalam analisis regresi antara Fe-larut dengan pH tanah diketahui memiliki nilai koefisien

determinan ( $R^2$ ) sebesar 0,84 yang artinya Fe-larut 84% memiliki hubungan terhadap pH tanah. Nilai koefisien korelasi yaitu sebesar -0,92 artinya Fe-larut dan pH tanah memiliki hubungan yang mendekati sempurna.



Gambar 10. Persamaan regresi antara Fe-larut terhadap pH tanah.

Hasil analisis hubungan kelarutan besi terhadap pH tanah dapat diketahui bahwa nilai koefisien korelasinya sebesar -92 (negatif) artinya Fe-larut memiliki hubungan yang mendekati sempurna dengan pH tanah, maka dari itu semakin menurun kelarutan besinya maka akan semakin meningkat juga pH tanahnya begitu pula sebaliknya, hal ini sesuai dengan hasil dari penelitian Alwi et al. (2023) bahwa kelarutan besi dipengaruhi oleh dua faktor yaitu pH tanah dan kondisi redoks tanah. Perubahan pH tanah atau redoks tanah akan cenderung mengubah jenis Fe yang aktif di larutan tanah. Pada saat Fe meningkat maka pH tanah akan rendah dan menyebabkan semakin banyak daya penyerapan unsur hara yang terjadi (Li et al., 2023).

#### 4. Kesimpulan

Pemberian paket kombinasi pupuk NPK dan Futura dengan dosis pupuk NPK 75% + Futura 25% merupakan perlakuan terbaik terhadap ketersediaan Fosfor yaitu dapat meningkatkan ketersediaan Fosfor di dalam tanah dan pemberian paket kombinasi pupuk NPK 25% + Futura 75% merupakan perlakuan terbaik terhadap beberapa parameter pengamatan lainnya yaitu dapat meningkatkan C-organik dan pH tanah serta dapat menurunkan Al-dd dan Fe larut pada lahan pasang surut. Al-dd dan Fe-larut tidak berhubungan terhadap ketersediaan Fosfor.

#### Daftar Pustaka

- Afandi, F.N., Siswanto, B., Nuraini, Y. 2015. Pengaruh pemberian berbagai jenis bahan organik terhadap sifat kimia tanah pada pertumbuhan dan produksi tanaman ubi jalar di Entisol Ngrangkah Pawon, Kediri. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 2(2), 237-244.
- Alwi, M.K., Razie, F., Kurnain, A. 2023. Hubungan ketersediaan fosfor dan kelarutan Fe pada tanah sawah sulfat masam. *Acta Solum* 1(2), 61-67. <https://doi.org/10.20527/actasolum.v1i2.1839>
- Annisa, W., Subagyo, H. 2016. Analisis profit pengaruh bahan organik terhadap konsentrasi besi ferro dan serapannya di lahan rawa pasang surut. *Jurnal Informatika Pertanian* 25(2), 241-248. <http://dx.doi.org/10.21082/ip.v25n2.2016.p241-248>
- Balai Penelitian Lahan Rawa. 2014. Laporan Tahunan 2014. Kementerian Pertanian, Banjarbaru.
- Barry, D.S.P.A., Anshari, G.Z., Nusantara, R.W. 2023. Analisis besi (Fe) terlarut dalam air tanah pada lahan gambut dengan sekat kanal. *Jurnal Sains Pertanian Equator* 12(4), 813-823. <https://dx.doi.org/10.26418/jspe.v12i4.66813>
- Bursa Tani. 2015. Pupuk Futura. Pupuk Batubara Inovasi Anak Bangsa. <https://bursatani.com/pupuk-futura/>
- Dai, P., Cong, P., Wang, P., Dong, J., Dong, Z., Song, W. 2021. Alleviating soil acidification and increasing the organic carbon pool by long-term organic fertilizer on tobacco planting soil. *Agronomy* 11, 2135. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112135>
- Fahmi, A., Radjaguguk, B., Purwanto, B.H. 2019. Kelarutan fosfat dan ferro pada tanah sulfat masam yang diberi bahan organik jerami padi. *Journal of Tropical Soils* 14(2), 119-125. <http://dx.doi.org/10.5400/jts.2009.v14i2.119-125>



- Gerke, J. 2022. The central role of soil organic matter in soil fertility and carbon storage. *Soil Syst.* 6(2), 33. <https://doi.org/10.3390/soilsystems6020033>
- Lestari, Y., Ma'as, A., Flora, J. 2016. Pengaruh aerasi tanah sulfat masam potensial terhadap pelepasan  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ . *Jurnal Tanah dan Iklim* 40(1), 25-34.
- Li, Q., Hu, W., Li, L., Li, Y. 2023. Interactions between organic matter and Fe oxides at soil micro-interfaces: Quantification, associations, and influencing factors. *Science of The Total Environment* 855, 158710. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158710>
- Mabagala, F.S., Mng'ong'o, M.E. 2022. On the tropical soils; The influence of organic matter (OM) on phosphate bioavailability. *Saudi Journal of Biological Sciences* 29(5), 3635-3641. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.02.056>
- Mowidu, I. 2017. Pengelolaan keracunan Fe pada tanah sawah oleh petani di Kabupaten Poso. *Agropet* 14(2).
- Sari, M.N., Sudarsono, Darmawan. 2017. Pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan fosfor pada tanah-tanah kaya Al dan Fe. *Buletin Tanah dan Lahan* 1(1), 65-71.
- Sawiyo, Subardja, D., Djaenudin, D. 2000. Potensi lahan rawa di daerah Kapuas Murung dan Kapuas Barat untuk pengembangan pertanian. *Jurnal Badan Litbang Pertanian* . 19(1).
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction*. A Wiley-Interscience and Sons, New York. 496 pp.
- Wang, J., Tu, X., Zhang, H., Cui, J., Ni, K., Chen, J., Cheng, Y., Zhang, J., Chang, S.X. 2020. Effects of ammonium-based nitrogen addition on soil nitrification and nitrogen gas emissions depend on fertilizer-induced changes in pH in a tea plantation soil. *Science of The Total Environment* 747, 141340. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141340>
- Wang, H., Xu, J., Liu, X., and Zhang, D., Li, L., Li, W., Sheng, L. 2019. Effects of long-term application of organic fertilizer on improving organic matter content and retarding acidity in red soil from China. *Soil and Tillage Research* 195, 104382. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104382>
- Xu, H., Zhang, C. 2021. Investigating spatially varying relationships between total organic carbon contents and pH values in European agricultural soil using geographically weighted regression. *Science of The Total Environment* 752, 141977. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141977>