

Pengaruh Variasi Teknik Irigasi dan Amandemen Biomassa Jerami terhadap Sifat Kimia dan Ketersediaan Hara Tanah

The Influence of Variations in Irrigation Techniques and Amendments of Rice Straw Biomass on the Chemical Properties and Nutrient Availability of Soil

Ni Made Dwi Tunjung Febriyanti¹⁾, Sumiyati*¹⁾, I Putu Gede Budisanjaya¹⁾, Ni Nyoman Sulastris¹⁾, I Wayan Tika¹⁾, I Putu Agus Arnadi¹⁾, Muhamad Khoiru Zaki²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

*email: sumiyati@unud.ac.id

Abstrak

Pertanian berkelanjutan menuntut strategi pengelolaan sumber daya tanah dan air yang efektif, salah satunya melalui penerapan teknik irigasi yang tepat dan amandemen biomassa jerami padi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan hara tanah pada variasi teknik irigasi dan amandemen biomassa jerami. Penelitian dilaksanakan di Subak Suala, Desa Pitera, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas dua faktor yaitu variasi teknik irigasi (*Ngenyatin*, *Genangan*, dan *Alternate Wetting and Drying* atau AWD) dan variasi amandemen biomassa jerami (Jerami dibakar/Abu dan Jerami dibenamkan). Data diperoleh dari perlakuan yang diulang sebanyak lima kali, sehingga terdapat total 30 plot percobaan. Parameter diuji di laboratorium, kemudian data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dua arah (*two-way ANOVA*). Parameter yang dianalisis meliputi kadar nitrogen total, C-organik, amonium, dan nitrat. Hasil analisis data menunjukkan bahwa kadar nitrogen total tanah berkisar antara 0,247% - 0,412% dan mengalami peningkatan setelah masa tanam pada perlakuan Jerami dibenamkan – *Genangan*. Kadar C-organik berkisar antara 2,576% - 3,312%, dengan penurunan setelah masa tanam tercatat pada perlakuan jerami dibenamkan – AWD. Konsentrasi amonium berkisar 4,551 - 8,248 ppm dan menurun pada semua perlakuan, dengan penurunan tertinggi setelah masa tanam terjadi pada perlakuan Jerami dibenamkan – *Ngenyatin*. Sementara itu, konsentrasi nitrat berada dalam rentang 8,267-94,224 ppm dan peningkatan paling besar terjadi pada perlakuan Jerami dibakar/Abu – *Ngenyatin*. Berdasarkan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang paling efektif dalam menjaga keseimbangan nitrogen total, C-organik, amonium, dan nitrat yaitu Jerami dibenamkan (bukan pembakaran) dengan teknik irigasi AWD (*Alternate Wetting and Drying*).

Kata kunci: Karbon organik, kadar nitrogen, amandemen biomassa jerami, kandungan hara, variasi teknik irigasi.

Abstract

Sustainable agriculture requires effective strategies for managing soil and water resources, one of which is through the application of appropriate irrigation techniques and rice straw biomass amendments. This study aims to analyze soil nutrient content in variations of irrigation techniques and rice straw biomass amendments. The research was conducted at Subak Suala, Pitera Village, Penebel District, Tabanan Regency, using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of two factors: variations in irrigation techniques (*Ngenyatin*, *Flooding*, and *Alternate Wetting and Drying* or AWD) and variations in rice straw biomass amendments (burned rice straw and incorporated rice straw). Data were obtained from treatments that were replicated five times, resulting in a total of 30 experimental plots. Parameters were tested in the laboratory, and the data were analyzed using two-way analysis of variance (*two-way ANOVA*). The parameters analyzed included total nitrogen content, organic carbon, ammonium, and nitrate. The results of data analysis showed that the total nitrogen content ranged from 0.247% to 0.412%, with an increase observed after the growing period in the incorporated rice straw-flooding treatment. Organic carbon content ranged from 2.576% to 3.312%, with a decrease after the growing period noted in the incorporated rice straw-AWD treatment. Ammonium concentration ranged from 4.551 to 8.248 ppm and decreased across all treatments, with the highest decline after the growing period found in the incorporated rice straw-*Ngenyatin* treatment. Meanwhile, nitrate concentration ranged from 8.267 to 94.224 ppm, with a significant increase occurring in the burned rice straw-*Ngenyatin* treatment. Based on the analysis conducted, it can be concluded that the most effective treatment in maintaining

the balance of total nitrogen, C-organic, ammonium, and nitrate is incorporated rice straw (not burned) with the AWD (Alternate Wetting and Drying) irrigation technique.

Keyword: *Organic carbon, nitrogen content, rice straw amadement, nutrient content, irrigation technique variations.*

PENDAHULUAN

Pertanian berkelanjutan menuntut strategi pengelolaan sumber daya tanah dan air yang efektif. Saat ini, pemberian air irigasi pada lahan sawah di Indonesia pada umumnya dilakukan dengan memberikan genangan pada lahan sawah. Irigasi yang tidak tepat berkontribusi pada salinisasi dan genangan yang merusak produktivitas lahan (Tolentino *et al.*, 2021). Inovasi yang berkembang salah satunya adalah teknik irigasi *Alternate Wetting and Drying* (AWD) merupakan salah satu metode pemberian air irigasi secara terputus, metode ini disebut juga dengan pengairan basah kering (PBK). Sementara itu, pada system subak telah diterapkan teknik irigasi ngenyatin, di mana pemberian irigasi secara umum dilakukan dengan sistem genangan, namun dilakukan penghentian pemberian air irigasi pada periode tertentu untuk kepentingan pemupukan dan atau pemberantasan gulma.

Selain faktor pemberian air irigasi pada lahan subak, faktor pengelolaan jerami juga perlu dianalisis. Jerami padi adalah salah satu sisa tanaman berlignoselulosa yang paling banyak di dunia (Binod *et al.*, 2010). Sisa panen padi berupa jerami dapat mencapai kurang lebih 17,5 ton/ha (Sumiyati, *et al.*, 2024).

Selama musim panen, praktik pembakaran jerami secara terbuka telah ditunjukkan sebagai sumber emisi karbon yang signifikan. Pembakaran jerami secara terbuka secara signifikan juga telah mempengaruhi kualitas udara (Chang *et al.*, 2013; Nengah, 2021). Pembakaran jerami padi tidak saja menyebabkan polusi udara, tetapi juga berdampak pada kesehatan masyarakat dan perubahan iklim (Nengah *et al.*, 2007). Ketika Jerami dibakar/Abu, hampir seluruh N hilang, P hilang 25%, K hilang 20%, dan S hilang 5 hingga 60%, tergantung pada teknik pembakaran, jumlah nutrisi yang hilang berbeda-beda (Kanokkanjana *et al.*, 2013).

Penggunaan jerami padi sebagai pupuk organik di sawah juga merupakan langkah penting untuk menjaga ketersediaan kalium di tanah, yang diperlukan oleh tanaman. Kembalinya jerami padi ke tanah sebagai pupuk organik tidak hanya mempertahankan ketersediaan unsur hara yang mengandung C dan N, tetapi juga mendukung kelangsungan hidup populasi mikroba di tanah

(Muliarta, 2020). Untuk mengembalikan jerami ke tanah, jerami dapat dengan cara dibenamkan agar segera terdekomposisi. Pengembalian jerami ke tanah dapat meningkatkan hasil panen gabah karena 5 ton jerami dapat menyumbang 20 kg N, 35 kg K, 10 kg P, 20 kg, dan 395 kg Si (Suningsih *et al.*, 2019). Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk memberikan informasi pengetahuan kandungan nutrisi pada tanah yang tersedia bagi tanaman padi pada variasi teknik irigasi dan amandemen biomassa jerami.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lahan di Subak Suala, Desa Pitera, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan. Analisis sampel dilaksanakan di Pusat Kajian Modernisasi Irigasi dan Pertanian FTP UGM, Laboratorium Teknik Sumberdaya Lahan dan Air FTP UGM, Laboratorium Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian UNUD. Penelitian ini dilakukan pada Tahun 2024.

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel tanah meliputi cangkul, kantong wadah sampel tanah, alat tulis, kertas label. Adapun alat analisis di laboratorium meliputi *beaker glass*, *stopwatch*, saringan, oven, desikator, timbangan digital, ayakan, pipet, *erlenmeyer*, gelas ukur, tabung reaksi, buret, pipet filter, spatula laboratorium, *mortar pestle*, *spectrophotometer*, *Multi-pipettes*, 100 μ L, *Pipette*, 500 μ L, *Vortex mixer*, *Eppendorf vials* 50 ml, *Eppendorf vials small*, kertas saring, corong gelas. Alat yang digunakan dalam pengolahan data meliputi laptop Lenovo Ideapad Slime 3i dengan spesifikasi Processor Intel(R) Core (TM) i5-1235U, RAM 8.00 GB, dan *Microsoft Excel®*.

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah dari 30 blok pada Subak Suala, Desa Pitra, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan, dan bahan yang digunakan di laboratorium terdiri dari HCl 0,1N, H₃BO₃ (asam borat), K₂Cr₂O₇ (kalium *bicromat*), H₂SO₄ (asam sulfat), H₃PO₄ (asam fosfat), *Diphenylamine*, FeSO₄ (ferro sulfat) Tablet Kjeldahl, Akuades, NaOH 50%, Indikator PP 0,1N, K₂SO₄ (kalium sulfat), *Griess Reagent I (N-naphthylethylenediamine dihydrochloride)*, *Griess Reagent II (Sulfanilamide)*, VCl₃, 20 PPM Nitrat, 20 PPM NH₃, Kalium *bicromat*.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor, yaitu variasi teknik irigasi dan variasi amandemen biomassa jerami. Perlakuan variasi teknik irigasi terdiri dari tiga jenis: *Ngenyatin* (*Subak System Irrigation* – I₁), Penggenangan (*Continuous Irrigation* – I₂), dan AWD (*Alternate Wetting and Drying* – I₃). Sementara itu, variasi amandemen biomassa jerami terdiri dari dua perlakuan, yaitu Jerami dibakar/Abu (J_a) dan Jerami (J_b). Adapun rancangan percobaan ini adalah sebagai berikut: I₁-J_a; I₂-J_a; I₃-J_a; I₁-J_b; I₂-J_b; I₃-J_b. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak lima kali, sehingga terdapat total 30 plot perlakuan.

Pelaksanaan Penelitian

Secara garis besar, tahapan penelitian ini dimulai dengan studi pustaka, perlakuan teknik irigasi dan amandemen jerami, budidaya padi, pengambilan sampel tanah, pengujian sampel tanah sesuai parameter yang diuji, dan analisis data.

Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan kegiatan mengumpulkan referensi yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Sumber informasi ini biasanya diperoleh dari jurnal ilmiah, skripsi, media *online*, dan buku-buku yang berhubungan dengan topik penelitian.

Persiapan Lahan

Pada tahap persiapan lahan, diawali dengan pengukuran lahan untuk plot penelitian. Setelah terbentuk plot penelitian, perlakuan jerami dilakukan pada masing-masing plot. Selanjutnya dilakukan pengolahan tanah yang dimulai dengan pembajakan tahap pertama menggunakan bajak singkal. Selanjutnya, dilakukan pembajakan tahap kedua di mana tanah diolah menggunakan bajak *rotary* untuk menghancurkan gumpalan tanah menjadi lebih kecil, sehingga tanah menjadi gembur. Setelah itu dilakukan tahap perataan tanah agar lahan siap untuk ditanami.

Perlakuan Jerami

Terdapat dua perlakuan jerami pada penelitian ini, yaitu Jerami ditanam dan Jerami dibakar/Abu. Pada perlakuan pertama (Jerami ditanam) dilakukan dengan jerami ditebar merata di lahan dan dibiarkan selama 3 minggu. Setelah itu, dilakukan pengolahan tanah dengan traktor, sehingga jerami terbenam didalam tanah. Sementara pada perlakuan Jerami dibakar/Abu dilakukan dengan membakar jerami yang telah dikumpulkan di atas lahan, kemudian abu hasil pembakaran tersebut disebar merata ke masing-masing plot penelitian sesuai perlakuan.

Budidaya Tanaman Padi

Budidaya tanaman padi diawali dengan pembibitan. Benih varietas padi Inpari 32 direndam selama 24 jam kemudian disemaikan pada petak pembibitan sebelum dipindahkan ke lahan (transplantasi bibit) setelah berumur 25 hari. Setelah dilakukan transplantasi bibit ke lahan, dilakukan pemeliharaan tanaman yang meliputi penyiangan, pemberantasan hama, pemupukan, dan pengelolaan irigasi sesuai dengan perlakuan.

Perlakuan Pengelolaan Irigasi

Dalam penelitian ini, tiga variasi teknik irigasi yang diterapkan, yaitu *ngenyatin*, genangan, dan AWD. Teknik irigasi *ngenyatin* merupakan teknik irigasi yang biasa dilakukan pada sistem subak. Pada teknik irigasi *ngenyatin*, lahan dialiri air irigasi supaya tergenang. Namun pada periode tertentu, lahan tidak diairi hingga dalam kondisi macak-macam untuk keperluan pemupukan dan pemberantasan gulma. Pada usia tanaman padi 15-20 HST, lahan tidak diairi untuk melakukan pemupukan pertama. Kemudian lahan digenangi dengan kedalaman air 3–5 cm kembali setelah periode pemupukan tersebut hingga periode pemupukan kedua. Periode lahan tidak dialiri air irigasi kembali dilakukan selama 3–5 hari pada periode pemupukan kedua dan ketiga yang dilakukan setelah tanaman padi berusia 4-5 minggu, dan juga pada usia 90 HST. Setelah itu, pengairan dikurangi untuk persiapan panen, yang dilakukan saat padi berumur 105 HST atau sekitar dua minggu sebelum panen, hingga kondisi lahan yang kering.

Teknik irigasi genangan dilakukan dengan menggenangi lahan sepanjang masa budidaya tanaman padi. Hanya 1–2 hari lahan tidak diairi untuk keperluan pemupukan.

Pada teknik irigasi AWD, air diperlukan tetap menggenangi pada usia tanaman 1–14 hari setelah tanam (HST). Selanjutnya pada usia tanaman 15 – 80 HST, lahan digenangi 5 cm di atas permukaan tanah, kemudian air dibiarkan menyusut hingga air berada 12–15 cm di bawah permukaan. Setelah itu, lahan diairi kembali hingga kembali tergenang 5 cm di atas permukaan tanah. Siklus pengairan dan pengeringan ini diulang untuk menjaga keseimbangan air. Pada usia tanaman 81–95 HST atau pada periode pembungaan, air dijaga agar tetap tergenang 5 cm di atas permukaan tanah. Setelah periode pembungaan selesai, selanjutnya teknik irigasi AWD dilakukan kembali hingga menjelang panen. Pada saat menjelang panen, maka lahan tidak diairi air irigasi untuk membuat kondisi lahan menjadi kering.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanah yang dilakukan pada plot penelitian di Subak Suala, Desa Pitra, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan. Sampel diambil dua kali yaitu sebelum perlakuan (sebelum tanam) dan setelah perlakuan (setelah panen).

Analisis Sampel

Nitrogen Total

Uji laboratorium pada kandungan N-total dilakukan dengan metode Kjeldahl. Perhitungan N-Total menggunakan persamaan berikut (Syafuddin *et al.*, 2016):

$$(N) \text{ total } (\%) = \frac{(Vs - Vb)}{\text{berat sample (mg)}} \times 14,008 \times N.HCl \times 100\% \quad [1]$$

Keterangan:

Vs : Volume titrasi sampel (ml)

Vb : Volume titrasi blanko (ml)

N HCl : Normalitas HCl

C-Organik

Uji laboratorium karbon organik dilakukan dengan metode Walkley & Black. Perhitungan kandungan C-organik menggunakan persamaan berikut:

$$C (\%) = (b - a) N FeSO_4 \times \frac{3 \times 100}{77} \times \frac{100 + KU}{100} \quad [2]$$

Keterangan:

b : volume blanko (ml)

a : volume sampel (ml)

N : normalitas $FeSO_4$

KU : kadar air tanah kering udara (%)

Amonium

Uji laboratorium untuk menentukan kandungan amonium pada tanah dilakukan dengan metode

Hood-Nowotny (Hood-Nowotny *et al.*, 2010) menggunakan Spektrofotometer pada laboratorium.

Nitrat

Uji laboratorium untuk menentukan kandungan nitrat pada tanah dilakukan dengan metode Hood-Nowotny (Hood-Nowotny *et al.*, 2010) menggunakan Spektrofotometer pada laboratorium.

Analisis Data

Pengaruh variasi teknik irigasi dan amandemen biomassa jerami terhadap perubahan parameter Nitrogen Total, C-Organik, Amonium, dan Nitrat, dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Jika hasil analisa *Nested Design* menunjukkan pengaruh nyata pada $\alpha = 0,05$, maka dilakukan uji lanjut LSD (*least significant different*). Data diolah menggunakan IBM SPSS Statistics 26.

HASIL DAN PEMBAHASAN

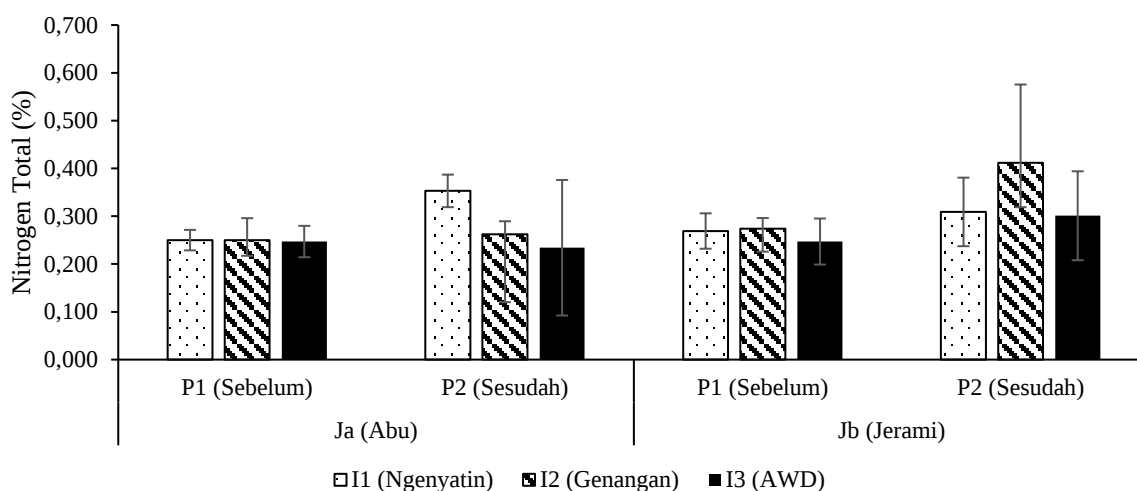
Gambaran Umum

Tempat pengambilan sampel tanah berlokasi di Subak Suala, Desa Pitra, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan. Gambaran umum anasir kondisi iklim pada lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1.

Hasil analisis laboratorium pada masing-masing parameter penelitian tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Nitrogen Total

Hasil analisis nitrogen pada masing-masing perlakuan variasi teknik irigasi dan amandemen biomassa jerami ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Perubahan Nitrogen pada Perlakuan Variasi Teknik Irigasi dan Amandemen Biomassa Jerami

Tabel 1. Data Kondisi Anasir Iklim di Lokasi Penelitian (Tahun 2024)

Bulan	Suhu Rata-rata (°C)	Kelembapan (%)	Curah Hujan (mm/bulan)	Kecepatan Angin (m/s)	Lama Penyinaran (jam/hari)
Jan	26.74	82.48	181.86	1.13	8.55
Feb	26.79	84.01	228.82	0.88	9.00
Mar	26.7	85.03	295.34	1.11	8.90
Apr	26.52	87.61	228.33	1.29	9.05
Mei	25.69	86.52	10.17	1.52	8.80
Jun	24.98	86.12	51.31	1.62	8.35
Jul	24.15	83.82	46.40	1.78	8.00
Agu	24.29	81.51	12.17	1.63	8.35
Sep	25.75	79.32	86.80	1.40	8.60
Okt	26.75	77.25	170.5	1.51	9.75
Nov	27.15	80.72	396.5	1.02	9.75
Des	26.08	86.66	552.7	1.35	9.05

Tabel 2. Nilai Hasil Analisis Laboratorium Tiap Parameter Penelitian

Parameter	Perlakuan	Sebelum Perlakuan	Setelah Perlakuan
Nitrogen (%)	(J _a -I ₁) Jerami dibakar/Abu – <i>Ngenyatin</i>	0,250	0,353
	(J _b -I ₁) Jerami dibenamkan – <i>Ngenyatin</i>	0,269	0,309
	(J _a -I ₂) Jerami dibakar/Abu – Genangan	0,250	0,262
	(J _b -I ₂) Jerami dibenamkan – Genangan	0,247	0,412
	(J _a -I ₃) Jerami dibakar/Abu – AWD	0,247	0,234
	(J _b -I ₃) Jerami dibenamkan – AWD	0,247	0,301
C-Organik (%)	(J _a -I ₁) Jerami dibakar/Abu – <i>Ngenyatin</i>	3,170	2,818
	(J _b -I ₁) Jerami dibenamkan – <i>Ngenyatin</i>	3,046	2,700
	(J _a -I ₂) Jerami dibakar/Abu – Genangan	3,180	2,746
	(J _b -I ₂) Jerami dibenamkan – Genangan	3,276	2,576
	(J _a -I ₃) Jerami dibakar/Abu – AWD	3,312	2,764
	(J _b -I ₃) Jerami dibenamkan – AWD	3,188	2,580
Amonium (ppm)	(J _a -I ₁) Jerami dibakar/Abu – <i>Ngenyatin</i>	8,242	9,930
	(J _b -I ₁) Jerami dibenamkan – <i>Ngenyatin</i>	8,248	10,098
	(J _a -I ₂) Jerami dibakar/Abu – Genangan	7,688	5,686
	(J _b -I ₂) Jerami dibenamkan – Genangan	7,882	5,397
	(J _a -I ₃) Jerami dibakar/Abu – AWD	7,390	6,419
	(J _b -I ₃) Jerami dibenamkan – AWD	7,852	5,702
Nitrat (ppm)	(J _a -I ₁) Jerami dibakar/Abu – <i>Ngenyatin</i>	15,430	94,224
	(J _b -I ₁) Jerami dibenamkan – <i>Ngenyatin</i>	19,798	81,581
	(J _a -I ₂) Jerami dibakar/Abu – Genangan	8,267	21,321
	(J _b -I ₂) Jerami dibenamkan – Genangan	14,014	52,628
	(J _a -I ₃) Jerami dibakar/Abu – AWD	8,667	23,378
	(J _b -I ₃) Jerami dibenamkan – AWD	9,783	69,083

Berdasarkan Gambar 1, rata-rata kadar nitrogen total meningkat setelah perlakuan dibandingkan sebelum perlakuan. Pada perlakuan Jerami dibakar/Abu–*Ngenyatin* (J_a-I₁), kadar N meningkat dari 0,250% menjadi 0,353%. Peningkatan ini bukan berasal dari

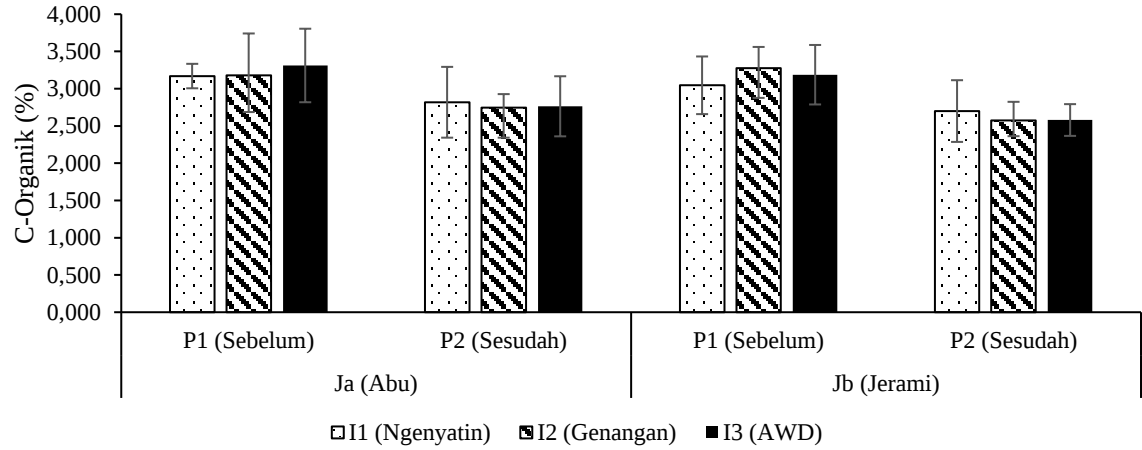
kandungan nitrogen dalam abu, melainkan karena abu memperbaiki pH dan struktur tanah, sehingga mempercepat mineralisasi nitrogen dari sumber lain (El-Sayed, 2006; Hadi *et al.*, 2023; Elvayani *et al.*, 2024). Pada Jerami dibakar/Abu–Genangan (J_a-I₂),

terjadi peningkatan dari 0,250% menjadi 0,262%. Kondisi anaerob akibat genangan memperlambat dekomposisi, namun tetap mendukung retensi nitrogen melalui peningkatan kapasitas tukar kation (KTK). Sebaliknya, pada Jerami dibakar/Abu–AWD (J_a-I_3), kadar nitrogen menurun dari 0,247% menjadi 0,234%. Sistem AWD meningkatkan aerasi dan fluktuasi kelembaban, memicu volatilisasi nitrogen, terutama akibat naiknya pH tanah akibat abu yang bersifat basa. Pada perlakuan jerami dibenamkan (J_b), kadar nitrogen meningkat di semua variasi teknik irigasi. Pada Jerami dibenamkan–*Ngenyatin* (J_b-I_1), nitrogen naik dari 0,269% menjadi 0,309% karena aerasi mendukung aktivitas mikroba dekomposer. Pada Jerami dibenamkan– Genangan (J_b-I_2), peningkatan dari 0,274% menjadi 0,412%

terjadi akibat kondisi tanah yang anaerob. Sedangkan pada Jerami dibenamkan – AWD (J_b-I_3), kenaikan dari 0,247% menjadi 0,301% mencerminkan kombinasi fase aerob dan anaerob yang mempercepat dekomposisi dengan mempertahankan nitrogen. Secara statistik, variasi teknik irigasi dan amandemen biomassa jerami tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan nitrogen total ($p>0,05$). Hal ini menunjukkan terjadinya imobilisasi nitrogen oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan sel (Kurniawati *et al.*, 2021).

C-Organik

Hasil analisa C-Organik pada masing-masing perlakuan variasi teknik irigasi dan amandemen biomassa jerami ditunjukkan pada Gambar 2.



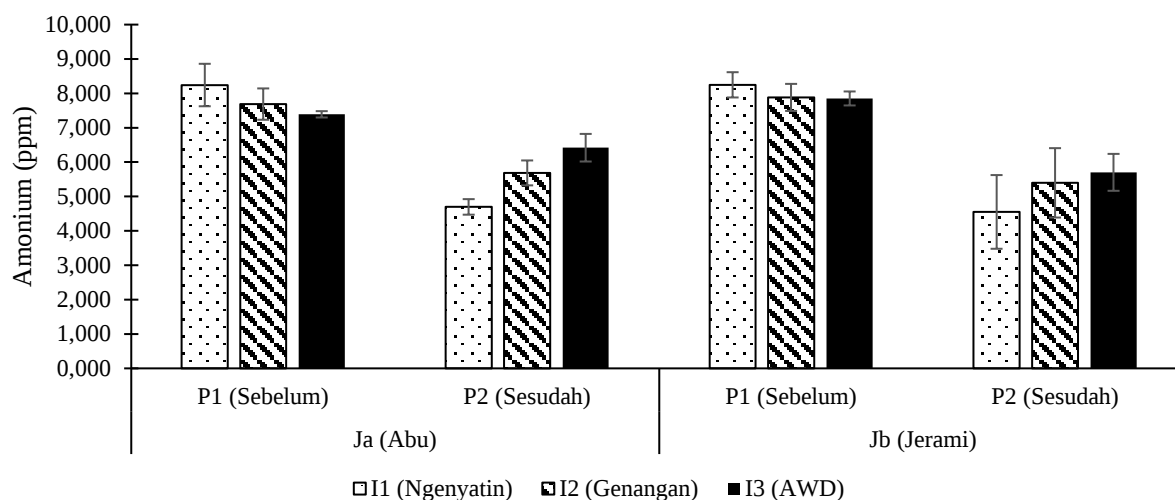
Gambar 2. Diagram Perubahan C-Organik pada Perlakuan Variasi Teknik Irigasi dan Amandemen Biomassa Jerami

Berdasarkan Gambar 2, seluruh perlakuan menunjukkan penurunan kadar C-organik setelah perlakuan atau setelah panen dari sebelum perlakuan. Pada pengelolaan Jerami dibakar/Abu (J_a), penurunan terjadi karena abu telah kehilangan sebagian besar karbonnya selama pembakaran. Pada pada perlakuan Jerami dibakar/Abu–*Ngenyatin* (J_a-I_1), kadar C-organik turun dari 3,170% menjadi 2,818%, sedangkan pada pada perlakuan Jerami dibakar/Abu–Genangan (J_a-I_2) kadar C-organik turun dari 3,180% menjadi 2,746%, dan pada perlakuan Jerami dibakar/Abu–AWD (J_a-I_3) kadar C-organik turun dari 3,312% menjadi 2,764%. Teknik irigasi *intermintent* seperti *Ngenyatin* dan AWD mempercepat dekomposisi karena meningkatkan aktivitas mikroba (Regazzoni *et al.*, 2013; Maulana *et al.*, 2024). Pada amandemen biomassa jerami dibenamkan (J_b), penurunan C-organik lebih besar karena jerami mengandung senyawa karbon kompleks yang terdekomposisi aktif oleh mikroba. Contohnya, pada perlakuan Jerami dibenamkan–

Ngenyatin (J_b-I_1) kadar C-organik turun dari 3,046% menjadi 2,700%, pada perlakuan Jerami dibenamkan–Genangan (J_b-I_2) kadar C-organik turun dari 3,276% ke 2,576%, dan pada perlakuan Jerami dibenamkan – AWD (J_b-I_3) kadar C-organik turun dari 3,188% ke 2,580%. Fluktuasi basah – kering pada teknik irigasi AWD dapat mempercepat pelepasan karbon sebagai CO_2 (Bolly & Apelabi, 2022; Ninkuu *et al.*, 2025). Penurunan kadar C-organik dipengaruhi oleh jenis bahan organik dan kondisi tanah (aerob/anaerob), dimana mikroorganisme memanfaatkan karbon sebagai sumber energi. Secara statistik, perlakuan variasi teknik irigasi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar C-organik dalam tanah ($p>0,05$), namun amandemen biomassa jerami menunjukkan pengaruh nyata karena dekomposisi aktif bahan organik.

Amonium

Hasil analisa amonium pada masing-masing perlakuan variasi teknik irigasi dan amandemen biomassa jerami ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Perubahan Amonium pada Perlakuan Variasi Teknik Irigasi dan Amandemen Biomassa Jerami

Tabel 3. Hasil Uji LSD Kadar Amonium dalam Tanah pada Perlakuan Variasi Teknik Irigasi

Perlakuan Variasi Teknik Irigasi	Mean
<i>Ngenyatin</i>	3,76 ^a
Genangan	2,134 ^b
AWD	1,58 ^b

Keterangan: *) Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

Berdasarkan data pada Tabel 2., kadar amonium menurun pada setelah perlakuan dibandingkan dengan sebelum perlakuan pada seluruh perlakuan variasi teknik irigasi (I₁: *Ngenyatin*, I₂: Genangan, I₃: AWD) dan perlakuan variasi amandemen biomassa jerami (J_a: Jerami dibakar/Abu, J_b: Jerami ditanam). Penurunan ini disebabkan oleh transformasi biologis nitrogen, pemanfaatan oleh tanaman, serta kehilangan melalui volatilisasi dan pencucian (Norton & Ouyang, 2019; Cui *et al.*, 2021; Elvayani *et al.*, 2024). Pada perlakuan Jerami dibakar/Abu (Ja), penurunan kadar amonium paling besar terjadi pada Jerami dibakar/Abu–*Ngenyatin* (Ja-I₁) dari 8,242 ppm menjadi 4,697 ppm akibat minimnya nitrogen organik dalam abu serta proses nitrifikasi pada kondisi aerob (Ahn, 2006; Ayiti & Babalola, 2022). Pada perlakuan Jerami dibakar/Abu–Genangan (Ja-I₂), amonium turun dari 7,688 ppm menjadi 5,686 ppm karena adanya serapan aktif tanaman padi terhadap NH_4^+ di lingkungan anaerob (Gu & Yang, 2022; Zayed *et al.*, 2023). Pada perlakuan Jerami dibakar/Abu–AWD (Ja-I₃), kadar amonium menurun dari 7,390 ppm menjadi 6,419 ppm. Hal ini dipengaruhi oleh amonia saat fase kering dan *leaching* saat fase basah (Elvayani *et al.*, 2024).

Penurunan kadar amonium juga terjadi perlakuan Jerami ditanam–*Ngenyatin* (J_b-I₁) dari 8,248 ppm menjadi 4,551 ppm. Pada perlakuan Jerami

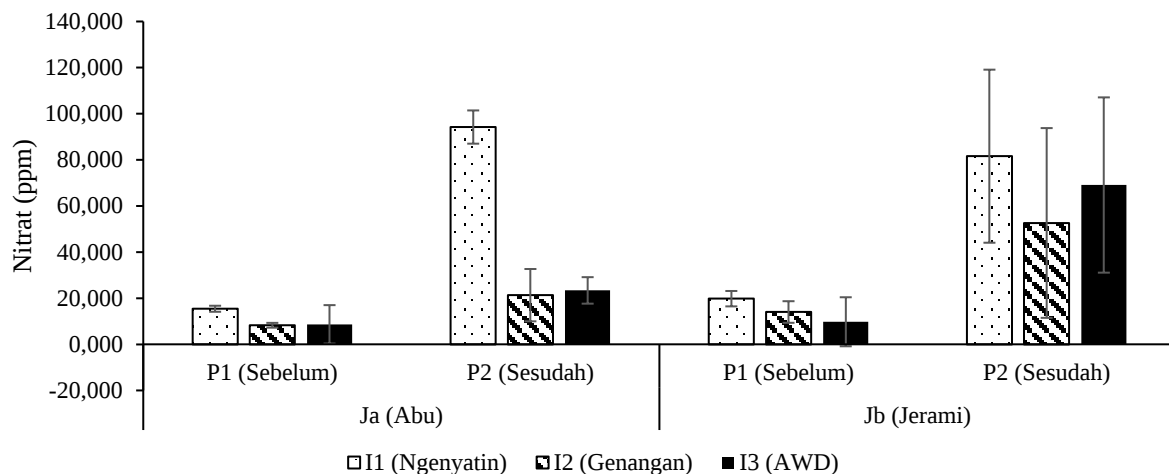
ditanam–Genangan (J_b-I₂) terjadi penurunan kadar amonium dari 7,882 ppm menjadi 5,397 ppm, dan perlakuan Jerami ditanam–AWD (J_b-I₃) terjadi penurunan kadar amonium dari 7,852 ppm ke 5,702 ppm. Penurunan ini akibat dekomposisi jerami yang melepaskan NH_4^+ , kemudian diserap tanaman atau dikonversi melalui nitrifikasi (Elvayani *et al.*, 2024). Terdapat pengaruh nyata ($p < 0,05$) dari perlakuan variasi teknik irigasi terhadap perubahan kadar amonium tanah, sementara variasi amandemen biomassa jerami tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$). Peningkatan kadar amonium sesaat setelah panen pada perlakuan variasi amandemen biomassa jerami disebabkan oleh mineralisasi N dalam hasil pembakaran (Arunrat *et al.*, 2023). Perubahan kadar amonium mengikuti pola perubahan BOT tanah dan pembedaan jerami dalam tanah bertekstur liat dapat menghambat fiksasi amonium (Zhang *et al.*, 2022). Tabel 3 menunjukkan hasil Uji LSD pada perlakuan variasi teknik irigasi yang memiliki pengaruh nyata terhadap kadar amonium dalam tanah.

Nitrat

Hasil analisa Nitrat pada masing-masing perlakuan variasi teknik irigasi dan amandemen biomassa jerami ditunjukkan pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4, terjadi peningkatan kadar nitrat dalam tanah dari sebelum perlakuan (P1) ke sesudah perlakuan (P2) pada seluruh kombinasi perlakuan

variasi teknik irigasi (I_1 : *Ngenyatin*, I_2 : Genangan, I_3 : AWD) dan variasi amandemen biomassa (Jerami dibakar/Abu (J_a) dan Jerami dibenamkan (J_b)). Pada Jerami dibakar/Abu, peningkatan kadar nitrat tertinggi terjadi pada Jerami dibakar/Abu–*Ngenyatin* (J_a-I_1) dari 15,430 ppm menjadi 94,224 ppm. Kadar

nitrat dalam tanah pada perlakuan Jerami dibakar/Abu–Genangan (J_a-I_2) dan Jerami dibakar/Abu–AWD (J_a-I_3) masing-masing meningkat dari 8,267 ppm menjadi 21,321 ppm dan dari 8,667 ppm menjadi 23,378 ppm.



Gambar 4. Diagram Perubahan Nitrat pada Perlakuan Pengelolaan Jerami

Pada jerami dibenamkan, peningkatan kadar nitrat terjadi pada jerami dibenamkan–*Ngenyatin* (J_b-I_1) dari 19,798 ppm menjadi 81,581 ppm, jerami dibenamkan–Genangan (J_b-I_2) dari 14,014 ppm ke 52,628 ppm, dan jerami dibenamkan–AWD (J_b-I_3) dari 9,783 ppm menjadi 69,083 ppm. Peningkatan nitrat ini terkait dengan mineralisasi nitrogen dari bahan organik yang terdekomposisi dan konversi amonium (NH_4^+) menjadi nitrat (NO_3^-) melalui proses nitrifikasi oleh mikroorganisme tanah seperti *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* (Irwanto *et al.*, 2021). Pada perlakuan teknik irigasi *Ngenyatin* (I_1), tanah mengalami kondisi aerob yang mempercepat nitrifikasi, menghasilkan kadar nitrat lebih tinggi dibandingkan teknik irigasi genangan (I_2) yang bersifat anaerobik, dan teknik irigasi AWD (I_3) yang mengalami fluktuasi aerasi. Perlakuan amandemen biomassa jerami dibenamkan (J_b) menyediakan bahan organik kompleks yang terurai lambat, sedangkan Jerami dibakar/Abu (J_a) mengalami kehilangan sebagian nitrogen, dan mempercepat mineralisasi nutrisi lain, mendukung pembentukan nitrat, khususnya pada Jerami dibakar/Abu–*Ngenyatin* (J_a-I_1) (Ghadikolayi *et al.*, 2015). Meskipun secara statistik tidak ada pengaruh nyata ($p>0,05$) dari perlakuan variasi teknik irigasi dan amandemen biomassa jerami terhadap kadar nitrat, namun transformasi amonium menjadi nitrat tetap terjadi melalui nitrifikasi (Irwanto *et al.*, 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kandungan hara tanah pada variasi teknik irigasi dan amandemen biomassa jerami berdampak pada kandungan nitrogen yang mengalami peningkatan dalam satu musim tanam pada perlakuan Jerami dibakar/Abu–*Ngenyatin* (J_a-I_1) yaitu 0,250% menjadi 0,353% setelah perlakuan. Kandungan C-organik mengalami penurunan setelah perlakuan Jerami dibakar/Abu–*Ngenyatin* (J_a-I_1) mengalami penurunan dari 3,170% menjadi 2,818% dalam 1 musim tanam. Kandungan amonium mengalami penurunan pada seluruh perlakuan dalam 1 musim tanam. Perlakuan Jerami dibakar/Abu–*Ngenyatin* (J_a-I_1) menunjukkan penurunan kadar amonium paling besar, yaitu dari 8.242 ppm menjadi 4.697 ppm dan nitrat mengalami peningkatan dalam 1 musim tanam pada perlakuan Jerami dibakar/Abu–*Ngenyatin* (J_a-I_1) sebesar 94,224 ppm, meningkat dari 15,430 ppm pada sebelum tanam. Perlakuan Jerami dibakar/Abu–Genangan (J_a-I_2) menunjukkan peningkatan dari 8,267 ppm menjadi 21,321 ppm dalam 1 musim tanam, dan perlakuan Jerami dibakar/Abu–AWD (J_a-I_3) meningkat dari 8,667 ppm menjadi 23,378 ppm selama 1 musim tanam. Berdasarkan analisis yang dilakukan, menunjukkan bahwa perlakuan yang paling efektif dalam menjaga keseimbangan nitrogen total, C-organik,

amonium, dan nitrat yaitu pengembalian jerami ditanamkan dengan sistem irigasi AWD (*Alternate Wetting and Drying*).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahn, Young-Ho. (2006). Sustainable Nitrogen Elimination Biotechnologies: A Review. *Process Biochemistry*, 41(8), 1709–1721. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2006.03.033>
- Arunrat, N., Sereenonchai, S., Sansupa, C., Kongsurakan, P., & Hatano, R. (2023). Effect of Rice Straw and Stubble Burning on Soil Physicochemical Properties and Bacterial Communities in Central Thailand. *Biology*, 12(4). doi: <https://doi.org/10.3390/biology12040501>
- Ayiti, O. E., & Babalola, O. O. (2022). Factors Influencing Soil Nitrification Process and the Effect on Environment and Health. *Front. Sustain. Food Syst.*, 6, 821994. doi: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.821994>
- Bolly, Y. Y., & Apelabi, G. O. (2022). Analisis Kandungan Bahan Organik Tanah Sawah Sebagai Upaya Penilaian Kesuburan Tanah di Desa Magepanda Kecamatan Magepanda Kabupaten Sikka. *AGRICA: Journal of Sustainable Dryland Agriculture*, 15(1), 26–32. doi: <https://doi.org/10.37478/agr.v15i1.1919>
- Chang, C.-H., Liu, C.-C., & Tseng, P.-Y. (2013). Emissions Inventory for Rice Straw Open Burning in Taiwan Based on Burned Area Classification and Mapping Using Formosat-2 Satellite Imagery. *Aerosol and Air Quality Research*, 13(2), 474–487. doi: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2012.06.0150>
- Cui, L., Li, D., Wu, Z., Xue, Y., Xiao, F., Zhang, L., Cui Y. (2021). Effects of Nitrification Inhibitors on Soil Nitrification and Ammonia Volatilization in Three Soils with Different pH. *Agronomy*, 11(8), 1674. doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy11081674>
- Dewi, F. A., Widiasunu, P., & Maryanto, J. (2021). Distribusi Unsur Hara Kalium Tanah dan Kadarnya pada Tanaman Padi Sawah di Wilayah Sub Das Serayu Hilir Kecamatan Sampang Kabupaten Cilacap. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 2, 117-123. doi: <https://doi.org/10.30595/pspfs.v2i.178>
- EI-Sayed, M. A. (2006). Physical and Chemical Properties of Rice Straw Ash and Its Effect on the Cement Paste Produced from Different Cement Types. *Journal of King Saud University*, 19(1), 21-29. doi: [https://doi.org/10.1016/S1018-3639\(18\)30845-6](https://doi.org/10.1016/S1018-3639(18)30845-6)
- Elvayani, I. G., Sulastri, N. N., & Setiyo, Y. (2024). Dinamika Bahan Organik dan Total Nitrogen Tanah pada Pengelolaan Jerami Padi. *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 13(1). <https://ojs.unud.ac.id/index.php/beta/article/view/116572>
- Foth, H. D. (1990). *FUNDAMENTALS OF SOIL SCIENCE*. United States of America: Arcata Graphics Company.
- Ghadikolayi, A. K., Kazemeini, S. A., & Bahrani, M. J. (2015). Wheat Yield and Soil Properties as Influenced by Crops Residues and Nitrogen Rates. *Australian Journal of Crop Science*, 9(9), 853–858. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.528546993125832>
- Gu, J., & Yang, J. (2022). Nitrogen (N) Transformation in Paddy Rice Field: Its Effect on N Uptake and Relation to Improved N Management. *Crop and Environment*, 1(1), 7-14. doi: <https://doi.org/10.1016/j.crope.2022.03.003>
- Hadi, D., Rahayu, E., & Himawan, A. (2023). Pengaruh Abu Jerami dan Pupuk P terhadap Pertumbuhan dan Nodulasi Mucuna Bracteata di Tanah Masam. *Agroforetech*, 1(1), 13-21. <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/348>
- Irwanto, D., Bahaudin, R., Wardana, R. L. A., Muhammad, F., Luthfi, M., Suyuti, M., Kustiningsih, I., Lestari, R. S. D., & Jayanudin, J. (2021). Analisis Kandungan Nitrat, Nitrit, dan Ammonia dalam Air sebagai Medium Release dari Pupuk Urea Pelepasan Terkendali untuk Mengidentifikasi Pengaruhnya terhadap Lingkungan. *Jurnal Integrasi Proses*, 10(1), 57. doi: <https://doi.org/10.36055/jip.v10i1.10066>
- Kanokkanjana, K., & Garivait, S. (2013). Alternative Rice Straw Management Practices to Reduce

- Field Open Burning in Thailand. *International Journal of Environmental Science and Development*, 4(2) 119–123. doi: <https://doi.org/10.7763/Ijesd.2013.V4.318>
- Maulana, H., Hermita, N., Fatmawaty, A. A., & Firnia, D. (2024). Analisa dan Pemetaan Nilai C-Organik, Bahan Organik, dan Tekstur Tanah di Lahan Tumbuh Talas Beneng (*Xanthosoma undipes*) Berdasarkan Ketinggian. *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian*, 27(2), 188-178. doi: <https://doi.org/10.30596/agrium.v27i2.21261>
- Minarsih, S., Samijan, S., & Arianti, F. (2020). Peningkatan Ketersediaan Phosphat pada Tanah Masam Melalui Inokulasi BPF dan Penambahan Bahan Organik. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020*, (1), 958-965. <https://conference.unsri.ac.id/index.php/lahanubsuboptimal/article/view/1998>
- Nengah, M. (2021). Pengetahuan dan Persepsi Petani terhadap Pengomposan Limbah Jerami Padi. *Jurnal Agrisepe*, 20(1), 81–94. doi: <https://doi.org/10.31186/jagrisep.20.1.81-94>
- Ninkuu, V., Liu, Z., Qin, A., Xie, Y., Song, X., & Sun, X. (2025). Impact of Straw Returning on Soil Ecology and Crop Yield: A Review. *Heliyon*, 11, e41651. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e41651>
- Norton, J., & Ouyang, Y. (2019). Controls and Adaptive Management of Nitrification in Agricultural Soils. *Front. Microbiol*, 10, 1931. doi: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01931>
- Regazzoni, O., Sugito, Y., & Suryanto, A. (2013). Sistem Irigasi Berselang (*Intermittent Irrigation*) pada Budidaya Padi (*Oryza sativa L.*) Varietas Infari-13 dalam Pola Sri (*System of Rice Intensification*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(2), 42-51. <https://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/18>
- Sumiyati, I Wayan Tika, Ni Nyoman Sulastri, Mentari Kinasih. (2024). Increasing Physical Soil Quality by Using Rice Straw Biomass. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 13(4), 1006-1012. doi: <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v13i4.1006-1013>
- Suningsih, W. Ibrahim, O. Liandris, & R. Yulianti. (2019). Kualitas Fisik dan Nutrisi Jerami Padi Fermentasi pada Berbagai Penambahan Starter. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 14(2), 191-200. doi: <https://doi.org/10.31186/jspi.id.14.2.191-200>
- Tolentino, L. K. S., Bacaltos, P. C., Cruz, R. M. V., Dela Cruz, N. J. S., Medina, L. R. S., Panergalin, J. V., Padilla, M. V. C., & Velasco, J. S. (2021). Autogation: An Alternate Wetting and Drying-Based Automatic Irrigation and Paddy Water Level Control System Through Internet of Things. *Agrivita*, 43(3), 479–494. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v43i3.2627>
- Zayed, O., Hewedy, O. A., Abdelmoteleb, A., Ali, M., Youssef, M. S., Roumia, A. F., Yuan, Z.-C. (2023). Nitrogen Journey in Plants: From Uptake to Metabolism, Stress Response, and Microbe Interaction. *Biomolecules*, 13, 1443. doi: <https://doi.org/10.3390/biom13101443>