

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/375491496>

# Effect Of Nitrogen Fertilization And Irrigation Scheme On Growth, Production And Metane (Ch<sub>4</sub>) Emissions In Paddy Rice Cultivation

Article · January 2023

DOI: 10.55314/tsg.v4i5.596

CITATIONS

0

READS

13

9 authors, including:



**Tumiar Manik**

Lampung University

28 PUBLICATIONS 60 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Paul B Timotiwu**

Lampung University

73 PUBLICATIONS 123 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Eko Pramono**

Lampung University

33 PUBLICATIONS 39 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

## **Effect Of Nitrogen Fertilization And Irrigation Scheme On Growth, Production And Metane (CH<sub>4</sub>) Emissions In Paddy Rice Cultivation**

**Didik Purwanto<sup>1</sup>, Tumiar K. Manik<sup>2</sup>, Paul Benyamin Timotiwu<sup>3</sup>, dan Eko Pramono<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

<sup>2</sup>Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

<sup>3</sup>Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Correspondence Email: [paul.timotiwu@fp.unila.ac.id](mailto:paul.timotiwu@fp.unila.ac.id)

**Abstrak:** Pemanasan global yang ditandai dengan naiknya temperatur permukaan bumi disebabkan oleh kenaikan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) seperti metana (CH<sub>4</sub>), karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan dinitrogen oksida (NO<sub>2</sub>) di atmosfer. Emisi gas metana telah banyak diteliti dan didapatkan bahwa budidaya padi sawah merupakan sumber utama dari emisi metana sektor pertanian. Indonesia sebagai negara dengan beras sebagai makanan pokok sangat perlu melakukan penelitian tentang emisi gas metana dari budidaya padi sawah. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2021 sampai dengan Maret 2022 di sawah petani, Kecamatan Rawa Jitu Utara, Kabupaten Mesuji, Provinsi Lampung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh skema irigasi dan dosis pupuk yang berbeda terhadap pertumbuhan, hasil panen dan emisi gas CH<sub>4</sub> dalam budidaya sawah. Penelitian ini menggunakan desain faktorial dengan 3 ulangan. Skema irigasi sebagai faktor pertama dengan 2 taraf yaitu irigasi terputus (IR1) dan irigasi tergenang (IR2) sedangkan faktor nitrogen sebagai faktor kedua dengan 3 taraf yaitu 0 kg N/ha (N0), 50 kg N/ha (N50), 100 kg N/ha (N100). Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah anakan, bobot gabah per rumpun, bobot gabah per petak percobaan, berat brangkas dan emisi gas CH<sub>4</sub>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh tunggal perlakuan pemberian pupuk nitrogen menunjukkan pengaruh nyata pada variabel tinggi tanaman, bobot gabah per rumpun, produksi gabah kering panen (GKP) dan berat brangkas. Perlakuan skema irigasi terputus dan pemberian pupuk nitrogen dosis 100 kg N/ha berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan dan produksi gabah. Emisi gas metana mengikuti fase pertumbuhan tanaman, dosis pupuk N dan skema irigasi; secara umum perlakuan irigasi terputus menghasilkan emisi metana (CH<sub>4</sub>) lebih rendah dibandingkan perlakuan irigasi tergenang.

**Kata kunci:** Padi, Irigasi, Pemupukan Nitrogen, Emisi Gas CH<sub>4</sub>

**Abstract:** Global warming is characterized by an increase in the earth's surface temperature caused by an increase in the concentration of greenhouse gases (GHG) such as methane (CH<sub>4</sub>), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), and nitrous oxide (NO<sub>2</sub>) in the atmosphere. Methane gas emissions have been widely studied and found that rice cultivation is the main source of methane emissions in the agricultural sector. Indonesia as a country with rice as a staple food really needs to conduct research on methane gas emissions from rice cultivation. This research was conducted from October 2021 to March 2022 in farmers' rice fields, North Rawa Jitu District, Mesuji Regency, Lampung Province. The purpose of the study was to determine the effect of irrigation schemes and different fertilizer doses on growth, crop yield and CH<sub>4</sub> gas emissions in rice field cultivation. This study used a factorial design with 3 replications. The irrigation scheme as the first factor with 2 levels, namely interrupted irrigation (IR1) and flooded irrigation (IR2) while the nitrogen factor as the second factor with 3 levels, namely 0 kg N/ha (N0), 50 kg N/ha (N50), 100 kg N/ha (N100). The variables observed were plant height, number of tillers, grain weight per clump, grain weight per experimental plot, stach weight and CH<sub>4</sub> gas emissions. The results showed that the effect of nitrogen fertilizer treatment showed a significant effect on the variables of plant height, grain weight per clump, dry grain harvest production and biomass weight. The intermittent irrigation scheme and the application of nitrogen fertilizer dose of 100 kg N/ha had a significant effect on the number of tillers and grain production. Methane gas emissions follow the phase of plant growth, N fertilizer dose and irrigation scheme; in general, intermittent irrigation treatment produces lower methane (CH<sub>4</sub>) emissions than flooded irrigation treatment.

**Keywords:** Paddy, Irrigation, Nitrogen Fertilization, CH<sub>4</sub> Gas Emissions



### Article History :

*Received; 10-09-2023; Revised; 02-10-2023; Accepted; 04-11-2023*

## PENDAHULUAN

Pemanasan global (global warming) merupakan masalah lingkungan yang menjadi isu penting diseluruh dunia termasuk di Indonesia. Pemanasan global yang ditandai dengan naiknya suhu permukaan bumi disebabkan oleh kenaikan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) yaitu gas metana (CH<sub>4</sub>), karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan dinitrogen oksida (NO<sub>2</sub>) di atmosfer (Damayanti dan Pentiana, 2013). Pemanasan global yang akhirnya mengakibatkan perubahan iklim dapat mempengaruhi produksi tanaman dan akhirnya ketersediaan pangan. IPCC (International Panel for Climate Change) memproyeksikan kenaikan suhu 1.8 sampai 4 0C menjelang tahun 2100 (IPCC 2007). Kenaikan suhu mempengaruhi aspek fungsi, pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan cara berbeda tergantung jenis tanaman dan lokasi geografis. Produksi tanaman diproyeksikan menurun dengan kenaikan suhu 1-2 0C di wilayah tropis pada musim kering (Singh et al., 2013).

Disisi lain, sektor pertanian adalah kontributor utama pada antropogenik gas rumahkaca diluar CO<sub>2</sub> yang bertanggung jawab terhadap sekitar 10–12% dari gas rumah kaca global. Sebagai contoh, gas metana di atmosfer yang di emisikan dari budidaya padi yang tergenang memiliki dampak 25 kali terhadap pemanasan global dibandingkan dengan CO<sub>2</sub> dalam 100-tahun (Babu et al., 2006).

Kabupaten Mesuji dengan luas wilayah 2.184 km (BPS, 2021a) memiliki potensi lahan sawah tadah hujan dan pasang surut seluas 25.056,72 ha (BPS, 2021b). Semua penanaman padi di Kabupaten Mesuji merupakan lahan sawah tergenang yang dalam setiap tahunnya dapat ditanami dalam dua kali musim tanam yaitu musim tanam rendeng (MT I) dan musim tanam gadu (MT II). Tanah sawah yang tergenang merupakan kondisi ideal bagi terbentuknya gas metana. Selain tergenang, praktik yang umum dengan pemberian bahan organik berupa jerami maupun pupuk kandang menyebabkan emisi gas metana harian semakin tinggi dibanding tanpa bahan organik. (Mulyadi et al., 2001)

Produksi CH<sub>4</sub> adalah proses mikrobiologis, yang sebagian besar terbentuk karena tidak adanya oksigen. Metanogen adalah bakteri yang menghasilkan metana dalam kondisi anaerob. Penggenangan pada budidaya sawah memotong pasokan oksigen dari atmosfer ke tanah, yang menyebabkan fermentasi anaerob bahan organik dalam tanah, dan menghasilkan metana. Kemudian sebagian besar lolos dari tanah ke atmosfer melalui ruang gas di akar dan batang padi, dan sisa CH<sub>4</sub> menggelembung dari tanah dan / atau berdifusi perlahan melalui tanah dan genangan air di atasnya. Dengan demikian CH<sub>4</sub> dapat keluar dari tanah sawah melalui aerenkim pada tanaman (90%), ebullition (10%), dan difusi melalui lapisan tanah dan air (1%) (Rahman dan Yamamoto, 2020).

Dalam produksi padi, pengelolaan air dan pupuk nitrogen (N) merupakan dua faktor pendorong utama emisi gas rumah kaca. Aplikasi N dapat meningkatkan produksi CH<sub>4</sub> di sawah. Distribusi dan jumlah air yang masuk ke lahan sawah akan berpengaruh langsung terhadap proses denitrifikasi, karena hal tersebut menentukan kondisi tanah apakah dalam keadaan aerob atau anaerob. (Babu et al., 2006). Di sawah, tanaman padi biasanya dipupuk dengan senyawa yang mengandung N terutama dalam bentuk urea, dan hidrolisis urea menghasilkan amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), yang dioksidasi menjadi NO<sub>3</sub><sup>-</sup> di tanah sekitar akar tanaman padi. Kemudian NO<sub>3</sub><sup>-</sup> disebarkan ke tanah yang tak teroksidasi dan terlibat dalam proses seperti denitrifikasi, oksidasi NH<sub>4</sub><sup>+</sup> anaerob (anammox), dan oksidasi metan Gu dan Yang, 2022). Meskipun pemupukan nitrogen mempengaruhi proses nitrifikasi dan denitrifikasi dalam tanah tetapi pupuk terutama pupuk nitrogen tetap dibutuhkan. Nitrogen (N) sangat penting untuk hasil panen, dan aplikasi pupuk N dalam sistem produksi tanaman merupakan aspek penting dari praktik pengelolaan tanaman modern dan salah satu faktor penentu untuk meningkatkan hasil panen untuk mengimbangi kebutuhan pangan karena peningkatan populasi manusia.



Dengan latar belakang diatas tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan, hasil tanaman dan emisi gas metana pada budidaya padi sawah dengan perlakuan pemupukan nitrogen dan skema irigasi yang berbeda.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dalam satu musim tanam padi dari bulan Oktober 2021 sampai Maret 2022. Varietas padi yang digunakan adalah varietas Impari 32. Lokasi penelitian dilaksanakan pada areal sawah petani di Kecamatan Rawa Jitu Utara Kabupaten Mesuji. Penelitian ini menggunakan rancangan faktorial terdiri dari dua faktor yaitu skema irigasi dan pemupukan nitrogen (N) yang berbeda. Faktor skema irigasi diletakkan sebagai faktor utama terdiri dari 2 taraf yaitu; irigasi terputus/intermittent (IR1) dan irigasi tergenang (IR2), sedangkan pemupukan N sebagai faktor kedua terdiri dari 3 faktor yaitu; 0 kg N/ha (N0), 50 kg N/ha (N50), dan 100 kg N/ha (N100), masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data diolah dengan bantuan program statistik R dan dianalisis menggunakan sidik ragam, bila signifikan dilakukan uji lanjut dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5%. Desain tata letak percobaan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tata Letak Percobaan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian diantaranya: alat bor tanah untuk pengambilan sampel tanah, cangkul, hand sprayer, timbangan digital, alat pengambilan gas metana di lapangan (sungkup/chamber). Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: data iklim yang bersumber dari BMKG, data hasil analisis sampel tanah, benih padi varietas Impari 32, herbisida, pupuk urea, SP 36, dan KCL.

Penelitian dilakukan dengan tahapan pengambilan sampel tanah, pengolahan lahan, dan pelaksanaan budidaya. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan sistem komposit dengan menggunakan bor tanah. Analisis sifat fisik dan kimia tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Politeknik Negeri Lampung. Pengolahan tanah pertama dilakukan dengan pembajakan menggunakan bajak rotari. Setelah kurang lebih tiga minggu dilakukan pengolahan tanah kedua, tanah diratakan menggunakan bajak garu agar menjadi lumpur. Pembuatan petak percobaan masing-masing blok dibagi menjadi 6 petak percobaan berukuran 2x4 meter dan dibuat pembatas berupa pematang. Pada masing-masing petak percobaan dibuat parit atau saluran air untuk memudahkan proses pengisian dan pengurangan air. Persemaian dilakukan di lahan yang berbeda, sebelum disemai dilakukan seleksi benih dengan larutan garam kemudian benih direndam selama 24 jam setelah itu ditiriskan. Setelah benih mulai berkecambah benih disemai dengan cara ditabur dilahan pembibitan. Dilakukan pemeliharaan bibit sampai umur 25 HST dan siap untuk ditanam. Penanaman dilakukan dengan jarak tanam 25 x 25 cm, jumlah bibit yang ditanam dua bibit setiap lubang tanam.

Sumber pupuk nitrogen (N) yang digunakan dalam percobaan ini merupakan pupuk urea dengan kadar N sebesar 46%. Pemupukan dibagi dalam 2 kali aplikasi yaitu aplikasi ke-1 (50%) pada umur 10 – 15 HST dan aplikasi ke-2 (50%) pada umur 30 – 35 HST. Dosis pemupukan pada masing-masing petak dengan berbagai taraf perlakuan dilakukan dengan perhitungan dibawah ini.

$$\text{Dosis urea} \left( \frac{\text{gr}}{\text{petak}} \right) = \frac{100}{46} \times \text{taraf N} \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \times \frac{\text{luas petak m}^2}{10.000 \text{ m}^2} \times 1000 \text{ gr}$$



Sedangkan untuk jenis pupuk yang lain yaitu SP 36 dan KCL diberikan bersamaan pada saat pemupukan jenis pupuk urea.

Pada faktor perlakuan skema irigasi ada dua perlakuan yaitu irigasi dengan cara terputus dan dengan cara tergenang. Kedua metode irigasi ini dilakukan selama fase pertumbuhan sampai menjelang panen (Tabel 1 dan 2).

Pemeliharaan diantaranya yaitu; penyulaman dilakukan 5-7 hari setelah tanam; pengendalian gulma dan juga pemantauan serta pengendalian hama dan penyakit jika serangannya sudah melebihi ambang ekonomi. Pemanenan dilakukan pada saat kondisi isi gabah sudah mulai mengisi penuh atau mengeras dan warna sudah menguning.

Data pengamatan lapang yang dikumpulkan berupa data variabel pertumbuhan tanaman padi yaitu; tinggi tanaman, jumlah anakan dan berat brangkasan. Data variabel hasil (produksi) yaitu; bobot bobot gabah per rumpun dan bobot gabah kering panen (GKP) perpetak percobaan. Sedangkan pengambilan sampel gas dilakukan pada 2 fase pertumbuhan tanaman yang penting yaitu fase vegetatif (45 - 50 HST) dan fase generatif (75 - 80 HST) pada periode waktu pukul 12.00-14.00 WIB. Pengambilan gas CH<sub>4</sub> dilakukan dengan menggunakan alat penangkap gas yaitu sungkup static chamber yang terbuat dari bahan polikarbonat. Analisis gas CH<sub>4</sub> dilakukan menggunakan Gas Chromatography (GC) di Laboratorium PPID Balai Pengujian Standar Instrumen Lingkungan, Rembang Jawa tengah. Peningkatan konsentrasi CH<sub>4</sub> (ppm/menit) ditentukan dari kemiringan kurva regresi konsentrasi CH<sub>4</sub> terhadap waktu (5, 10, 15 dan 20 menit). Emisi CH<sub>4</sub>, dinyatakan sebagai mg CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> d-1 dihitung menggunakan persamaan berikut (Gaihre, 2011):

$$\text{Emisi CH}_4 \text{ (E)} = \frac{\text{Slope (ppm m}^{-1}\text{)} \times 265.5 \times 16 \times 60 \times 24}{22.4 \times \left(\frac{273 + T}{273}\right) \times 0.25 \times 1000}$$

Dimana 265.5 adalah volume sungkup/chamber (L), 16 adalah berat molekul gas CH<sub>4</sub> dalam kondisi standar, 60 adalah menit/jam, 24 adalah jumlah jam dalam satu hari, 22.4 adalah volume 1 mol gas dalam L pada suhu dan tekanan kondisi standar, 273 adalah suhu standar dalam °K, T adalah temperatur rata-rata selama pengambilan sampel (0C), 0.25 adalah luas yang ditempati sungkup (chamber) (m<sup>2</sup>) dan 1000 adalah µg mg-1.

Tabel 1. Skema Irigasi terputus (IR1)

No	Pengaturan Air	Hari Setelah Tanam (hst)
1	Dikeringkan	0 – 3 hst
2	Diairi (0 – 2 cm)	4 – 13 hst
3	Dikeringkan	14 – 16 hst
4	Diairi (0 – 2 cm)	17 – 26 hst
5	Dikeringkan	27 – 29 hst
6	Diairi (0 – 2 cm)	30 – 39 hst
7	Dikeringkan	40 – 42 hst
8	Diairi (0 – 2 cm)	43 – 52 hst
9	Dikeringkan	53 – 55 hst
10	Diairi (0 – 2 cm)	56 – 65 hst
11	Dikeringkan	66 – 68 hst
12	Diairi (0 – 2 cm)	69 – 78 hst



13	Dikeringkan	79 – 81 hst
14	Diiri (0 – 2 cm)	82 – 91 hst
15	Dikeringkan Sampai Panen	92 – 105 * hst

Tabel 2. Skema Irigasi Tergenang (IR2)

No	Pengaturan Air	Hari Setelah Tanam (hst)
2	Diiri Tergenang (7-10 cm)	1 – 91 hst
3	Dikeringkan sampai panen	<b>92</b> – 105 * hst

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Tekstur tanah yang ada dilokasi penelitian tergolong lempung liat berpasir (sandy clay loam) terdiri dari 42,2% pasir, 12,0% debu, 42,8% liat. Sedangkan unsur iklim selama penelitian seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Unsur-Unsur Iklim pada Tahun 2021-2022

No	Unsur Iklim	2021	2022
1	Suhu Maksimum (°C)	29 – 30	28 – 32
2	Suhu Minimim (°C)	24– 25	24 – 25
3.	Kelembapan Udara (rata-rata) (%)	84 – 89	85 – 89
4.	Daily precipitation (mm)	7.7 – 15.4	3.91 – 7.81
5.	2m Wind speed (m/s)	1.21 – 2.05	1.09 – 1.97

Hasil pengukuran curah hujan total selama periode tanam (105 hari) menunjukkan total curah hujan sebesar 2.205 mm dengan jumlah hari hujan sebanyak 52 hari. Hasil pengukuran dengan menggunakan data logger menunjukkan suhu maksimal rata-rata mencapai 32,04 oC dan suhu minimal rata-rata 24,52 oC sedangkan suhu rata-rata harian sebesar 28,28 oC. Suhu udara didalam sungkup pengukur emisi metan lebih tinggi dari pada suhu udara dilura sungkup (Tabel 4)

Tabel 4. Suhu udara didalam sungkup pengukuran gas metana (CH4)

Perlakuan	Umur tanaman		
	35 hst	65 hst	90 hst



This work is licensed under a  
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

R1N0	35.78	37.58	40.50
R1N50	36.18	36.63	39.75
R1N100	35.79	37.38	40.25
R2N0	36.10	36.30	39.67
R2N50	35.63	37.22	39.46
R2N100	36.04	37.64	39.88

Tinggi Tanaman. Hasil pengamatan dan sidik ragam menunjukkan untuk variabel tinggi tanaman perbedaan skema irigasi tidak memberikan pengaruh yang nyata. Tinggi tanaman padi baik diberikan pengairan secara terputus maupun tergenang terus menerus tinggi tanaman sama. Pemupukan nitrogen (N) pada berbagai taraf dosis menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman padi pada 27 HST, 47 HST dan 85 HST. Secara nyata ditunjukkan bahwa makin tinggi dosis pupuk N makin tinggi tanaman, terutama pada 85 HST.

Tabel 2. Tinggi Tanaman Padi pada umur 27 HST, 47 HST, dan 85 HST

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)		
	27 HST	47 HST	85 HST
Terputur (IR1)	44,52 <sup>a</sup>	73,91 <sup>a</sup>	111,87 <sup>a</sup>
Tergenang (IR2)	45,09 <sup>a</sup>	76,15 <sup>a</sup>	112,77 <sup>a</sup>
BNT 5%	2.87	6.35	8.43
	CV = 7.01 %	CV = 9.33 %	CV = 8.28%
Tanpa N (N0)	41,61 <sup>b</sup>	72,14 <sup>b</sup>	108,60 <sup>c</sup>
50 kg N/ha (N50)	43,77 <sup>b</sup>	74,37 <sup>ab</sup>	112,65 <sup>b</sup>
100 kg N/ha (N100)	49,03 <sup>a</sup>	78,58 <sup>a</sup>	115,70 <sup>a</sup>
BNT 5%	5,12	4,72	2,69
	CV = 15,94 %	CV = 8,78 %	CV = 3,35 %

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada  $\alpha=5\%$

Jumlah anakan. Hasil sidik ragam menunjukkan interaksi dari perlakuan pemupukan nitrogen dan pemberian irigasi memberikan pengaruh nyata untuk variabel jumlah anakan. Makin tinggi dosis pupuk akan dengan nyata meningkatkan jumlah anakan, baik pada irigasi terputus maupun pada irigasi tergenang. Pada dosis pupuk N 100 kg/ha jumlah anakan pada irigasi intermiten berbeda nyata dengan jumlah anakan pada irigasi tergenang (23.07 batang dibandingkan dengan 20.07 batang). Pada usia tanaman 47 HST, perbedaan jumlah anakan antara irigasi intermiten dengan tergenang makin terlihat. Pada semua dosis pemupukan jumlah anakan pada irigasi intermiten berbeda nyata (lebih banyak) secara nyata dibandingkan dengan pemberian irigasi secara tergenang Tabel 3). umur 47 HST. Perlakuan terbaik dalam menghasilkan jumlah anakan tanaman padi terbanyak yaitu 35,53



batang/rumpun pada kombinasi pemupukan nitrogen 100 kg N/ha (N100) dengan kondisi irigasi terputur (IR1).

Tabel 3. Interaksi Faktor Irigasi dan Faktor Nitrogen Terhadap Jumlah Anakan Padi pada umur 27 HST dan 47 HST

Perlakuan	Faktor irigasi			
	Umur 27 HST		Umur 47 HST	
	Terputur (IR1)	Tergenang (IR2)	Terputur (IR1)	Tergenang (IR2)
Faktor Nitrogen				
N0 (0 kg N)	9,20 <sup>aC</sup>	10,67 <sup>aC</sup>	20,87 <sup>aC</sup>	14,80 <sup>bC</sup>
N50 (50 kg N)	17,80 <sup>aB</sup>	16,80 <sup>aB</sup>	28,87 <sup>aB</sup>	22,73 <sup>bB</sup>
N100 (100 kg N)	23,07 <sup>aA</sup>	20,07 <sup>bA</sup>	35,53 <sup>aA</sup>	26,00 <sup>bA</sup>
CV interaksi : 18,9 %			CV interaksi : 11,82 %	
BNT : 2,25			BNT : 2,13	

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf besar yang sama pada lajur yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada  $\alpha=5\%$

Bobot gabah per rumpun. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan irigasi terputur (IR1) berpengaruh nyata terhadap bobot gabah/rumpun dibandingkan dengan perlakuan irigasi tergenang (IR2) (70.80 dibandingkan 59.36 gr). Pemberian pupuk N secara konsisten menunjukkan bahwa makin tinggi dosis pupuk secara nyata akan meningkatkan bobot gabah per rumpun.

Tabel 4. Bobot Gabah Per Rumpun Dan Produksi Gabah Kering Panen (GKP)

Perlakuan	Bobot gabah per rumpun (gr)	Produksi gabah kering panen (GKP) (kg)
Terputur (IR1)	70,80 <sup>a</sup>	6,54 <sup>a</sup>
Tergenang (IR2)	59,36 <sup>b</sup>	5,64 <sup>b</sup>
BNT 5%	1,40	0,18
	CV = 2,4 %	CV = 1,49 %
Tanpa N (N0)	57,01 <sup>c</sup>	5,16 <sup>c</sup>
50 kg N/ha (N50)	64,34 <sup>b</sup>	6,02 <sup>b</sup>
100 kg N/ha (N100)	73,88 <sup>a</sup>	7,12 <sup>a</sup>
BNT 5%	2,70	0,12
	CV = 5,78%	CV = 1,29 %

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada  $\alpha=5\%$





Produksi gabah kering panen (GKP). Hasil sidik ragam untuk produksi gabah kering panen juga secara konsisten menunjukkan Perlakuan terputur (IR1) berpengaruh nyata terhadap produksi gabah kering panen/unit percobaan dibandingkan dengan perlakuan irigasi tergenang (IR2). Produksi gabah kering panen perlakuan irigasi terputur lebih tinggi dibandingkan dengan irigasi tergenang sebesar 6,54 kg/unit percobaan atau setara dengan 8,17 ton/ha gabah kering panen dibandingkan dengan 5.64 kg/unit percobaan (7.05 ton/ha).

Peningkatan pemberian dosis pupuk N secara nyata meningkatkan hasil gabah, perlakuan pemberian dosis 100 kg N/ha menghasilkan bobot gabah kering panen paling tinggi dibandingkan dengan tanpa pemupukan N0 dan dosis 50 kg N/ha yaitu sebesar 17,12 kg/ unit percobaan atau setara dengan 8,9 ton/ha.

Berat brangkas tanaman padi. Hasil

analisis seragam menunjukkan padi yang ditanam dengan irigasi intermiten memiliki bobot berangkas kering yang lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan irigasi tergenang meskipun tidak berbeda nyata. Sedangkan pemberian pupuk tetap menunjukkan bahwa semakin banyak pupuk diberikan semakin nyata kenaikan bobot brangkas tanaman.

Tabel 5. Berat Brangkas Tanaman Padi

Perlakuan	Berat brangkas kering (gram)
Terputur (IR1)	22,39 <sup>a</sup>
Tergenang (IR2)	21,32 <sup>a</sup>
BNT 5%	34,43
	CV = 17,34 %
Tanpa N (N0)	17,62 <sup>c</sup>
50 kg N/ha (N50)	21,97 <sup>b</sup>
100 kg N/ha (N100)	26,07 <sup>a</sup>
BNT 5%	38,67
	CV = 24,65 %

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada lajur yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada  $\alpha=5\%$

### Hasil Pengamatan Gas CH<sub>4</sub> di Lapang.

Dalam penelitian ini selain dipelajari bagaimana pengaruh skema irigasi dan pemupukan terhadap faktor pertumbuhan dan produksi padi, juga perlu dikaji bagaimana emisi metan dari budidaya padi ini. Apakah terdapat pengaruh dari skema irigasi dan dosis pemupukan terhadap emisi metan yang sangat penting untuk menjawab pertanyaan tentang pengaruh budidaya tanaman padi terhadap emisi metan.

Pada skema irigasi terputus, pada perlakuan tanpa pupuk (N0) pada fase vegetatif (35 HST) emisi metan selama masa tanam 105 hari tertinggi (mg/ha/musim) yaitu 68.32, kemudian menurun tajam pada fase awal generatif 65 HST (19.72 mg/ha) dan menurun lagi pada menjelang panen (1.78



mg/ha). Pada dosis pupuk 50 kg (N50) pada fase vegetatif emisi metan lebih tinggi daripada tanpa pemupukan (87.58 mg/ha) dan masih meningkat pada fase awal generatif 65 HST (109.64 mg/ha) dan sangat menurun menjelang panen 90 HST (1.53 mg/ha). Pemberian dosis pupuk 100 kg N pada skema irigasi terputus tidak meningkatkan emisi metan dengan nyata tercatat terendah dari dua dosis pupuk lainnya dari awal fase vegetatif sampai menjelang panen.

Pada skema irigasi tergenang, pada perlakuan tanpa pupuk (N0) emisi metan pada fase vegetatif lebih tinggi daripada skema terputus (71.44 mg/ha dibandingkan 53.29 mg/ha). Berbeda dengan skema terputus pada awal generatif 65 HST meningkat tajam (122.38 mg/ha), dan menurun pada menjelang panen 100 HST tetapi jauh lebih tinggi dibanding pada skema irigasi terputus (20.32 mg/ha dibandingkan dengan 1.39 mg/ha). Pada perlakuan pupuk 50 kg N (N50) pada fase awal vegetatif emisi metan jauh lebih rendah dari perlakuan tanpa pupuk (28.54 mg/ha dibandingkan dengan 71.44 mg/ha) dan lebih rendah juga dibanding perlakuan terputus (68.31 mg/ha), meningkat pada awal generatif 65 HST (66.97 mg/ha) lebih rendah dari skema irigasi terputus (85.52 mg/ha) dan sangat menurun pada fase menjelang panen (1.39 mg/ha). Pada perlakuan pupuk 100 kg N, pola emisi metan sama dengan perlakuan pupuk 50 kg N, tetap lebih rendah daripada tanpa pupuk (54.85 mg/ha dibandingkan dengan 71.44 mg/ha) lebih tinggi daripada perlakuan terputus (37.81 mg/ha), meningkat pada fase awal generatif 65 HST (82.51 mg/ha, lebih rendah dari tanpa pupuk 122.38 mg/ha, lebih tinggi daripada terputus 40.56 mg/ha). Menurun pada menjelang panen (10.15 mg/ha) tetapi jauh lebih tinggi daripada terputus (0.87 mg/ha). Meskipun terdapat dinamika, secara umum emisi metan pada lahan tergenang lebih tinggi daripada lahan padi yang diirigasi secara terputus.

Tabel 6. Hasil Analisis Fluks CH<sub>4</sub> Pada Perlakuan Skema Irigasi Terputus (IR1) Dengan Dosis Nitrogen Berbeda

Laju Fluks CH <sub>4</sub>	Perlakuan								
	N0			N50			N100		
	35 hst	65 hst	90 hst	35 hst	65 hst	90 hst	35 hst	65 hst	90 hst
Fluks harian (mg/m <sup>2</sup> /hari)	65,06	18,78	1,70	83,41	104,42	1,46	46,17	49,52	1,07
Fluks/musim tanam (mg/ha/musim)	68,32	19,72	1,78	87,58	109,64	1,53	48,48	52,00	1,12
Kg C/ha	53,29	15,38	1,39	68,31	85,52	1,19	37,81	40,56	0,87

Keterangan: N0: dosis nitrogen 0 kg/ha; N50: dosis nitrogen 50 kg/ha; N100: dosis nitrogen 100 kg/ha; 35 hst: 35 hari setelah tanam; 65 hst: 65 hari setelah tanam; 90 hst: 90 hari setelah tanam

Tabel 7. Hasil Analisis Fluks CH<sub>4</sub> Pada Perlakuan Skema Irigasi Tergenang (IR2) Dengan Dosis Nitrogen Berbeda

Laju Fluks CH <sub>4</sub>	Perlakuan		
	N0	N50	N100



	35 hst	65 hst	90 hst	35 hst	65 hst	90 hst	35 hst	65 hst	90 hst
Fluks harian (mg/m <sup>2</sup> /hari)	87,23	149,42	24,81	34,85	81,77	1,69	66,97	100,75	12,39
Fluks/musim (mg/ha/musim)	91,59	156,89	26,05	36,59	85,85	1,78	70,32	105,79	13,01
Kg C/ha	71,44	122,38	20,32	28,54	66,97	1,39	54,85	82,51	10,15

Keterangan: N0: dosis nitrogen 0 kg/ha; N50: dosis nitrogen 50 kg/ha; N100: dosis nitrogen 100 kg/ha; 35 hst: 35 hari setelah tanam; 65 hst: 65 hari setelah tanam; 90 hst: 90 hari setelah tanam

## Pembahasan

Perbedaan skema irigasi (tergenang dan terputus) tidak berpengaruh nyata terhadap variabel pertumbuhan (tinggi tanaman dan brangkasian kering tanaman), tetapi berpengaruh nyata pada komponen produksi yaitu bobot gabah/rumpun dan produksi gabah kering panen. Sedangkan jumlah anakan dipengaruhi interaksi antara air dan pupuk.

Tidak ada alasan khusus kenapa sawah harus digenangi tetapi penggenangan sawah meningkatkan pertumbuhan sebagian besar varietas padi, mengurangi kerentanan terhadap fluktuasi curah hujan yang tidak merata, dan menghasilkan hasil yang lebih tinggi relatif dibandingkan yang ditanam di tanah kering karena penggenangan mengurangi hama dan gulma. Lebih dari 90% beras dunia diproduksi di Asia oleh negara-negara seperti Cina, India, Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Thailand, Myanmar, dan Jepang, dan sebagian besar produksi ini berasal dari budidaya sawah tergenang (AgLEDx, 2023). Penelitian berkaitan dengan skema irigasi atau pemberian air pada padi sawah banyak dilakukan di Indonesia karena dengan perubahan iklim ketersediaan air diperkirakan akan makin terbatas. Nugroho et al. (2018) melakukan penelitian pada areal pertanian di Wonogori dan menemukan bahwa irigasi terputus dalam sistem SRI (air dialirkan air segera setelah

penanaman, menjaga tanah dijaga tetap basah tetapi tidak terendam selama tahap vegetatif, dan lapisan air dipertahankan 1-2 cm setelah pembentukan malai) memberikan peningkatan hasil gabah secara nyata dari tahun 2013 sampai 2016. Sementara Haque, et al. (2015) di Korea Selatan mendapatkan tidak ada penurunan produksi secara nyata sebagai akibat dari skema irigasi terputus; di China skema irigasi terputus juga menaikkan produksi sebanyak 5.4% (Zhuang et al., 2019). Tetapi terdapat juga hasil penelitian di India yang menemukan bahwa gabah panen dari irigasi tergenang nyata lebih tinggi dibandingkan terputus, masing masing 516 dibandingkan 467 g m<sup>-2</sup> (Cowan, 2021).

Masalah perlu tidaknya penanaman padi sawah digenangi terus menerus atau terputus mulai diteliti karena mempertimbangkan ketersediaan air. Kebutuhan untuk penggunaan air yang efisien meningkat karena kekeringan diperkirakan akan makin sering terjadi akibat perubahan iklim, juga berkurangnya sumber daya air di daerah pedesaan; sementara kebutuhan beras sebagai makanan utama terus meningkat. Dari penelitian penelitian diatas efisiensi pemberian air dengan cara irigasi terputus tidak merugikan dari segi produksi tetapi menghemat air. Dalam penelitian ini skema irigasi tergenang menggunakan air setinggi 10 cm, dengan masa tanam 105 hari setelah memperhitungkan curah hujan dan evapotranspirasi, air yang dibutuhkan sebanyak 8347.17 m<sup>3</sup>/ha, sejalan dengan hasil yang didapat dari penelitian di Sichuan, China bahwa konsumsi air pertanaman padi adalah 8884.4 m<sup>3</sup>/ha (Hong, Xinlu, dan Jiaguo, 2012). Pemberian irigasi secara terputus dalam penelitian ini mengkonsumsi air sebanyak 5979.12 m<sup>3</sup>/ha; menghemat pemakaian air sebanyak 28 %.



Efisiensi penggunaan pupuk sangat bergantung pada kelembaban tanah, karena hara hanya tersedia bagi tanaman jika terlarut dalam air sehingga dapat diserap tanaman. Pengaruh air pada pertumbuhan tanaman dan penggunaan nutrisi sangat kompleks, dan sebagian besar prosesnya

saling bergantung (interaksi) (Subhani et al., 2012), seperti yang ditunjukkan dalam penelitian ini (khususnya pada variable jumlah anakan). Jumlah anakan tanaman padi terbanyak yaitu 35,53 batang/rumpun terbentuk pada kombinasi pemupukan nitrogen 100 kg N/ha (N100) dengan kondisi irigasi terputur (IR1). Karakteristik anakan dipengaruhi oleh lingkungan dan oleh praktik budidaya padi. Pemupukan adalah faktor penting yang mempengaruhi jumlah anakan, dalam penelitian ini dosis tertinggi N (100 kg/ha) menghasilkan anakan terbanyak (Huang et al., 2013). Jumlah anakan ditemukan secara signifikan lebih tinggi dalam manajemen berbasis SRI ( $p \leq 0,05$ ;  $p = 0,0001$ ) (Gambar 3, Tabel 6). Hal ini sejalan dengan perbandingan antara SRI dan sistem irigasi padi tergenang yang dilakukan pada penelitian sebelumnya. Jumlah anakan yang lebih tinggi dalam metode SRI berkaitan dengan pengembangan sinergis antara akar dan anakan (Shah et al., 2021).

Semua variabel pertumbuhan dan produksi pada dalam penelitian ini dipengaruhi pemberian pupuk N. Nitrogen adalah unsur mineral yang paling melimpah dalam tanaman dan faktor pembatas utama dalam produksi beras. Dari bahan kimia yang disintesis pupuk N, 16% (~ 19,2 Tg N thn<sup>-1</sup>) diterapkan pada padi. Aplikasi pupuk N penting untuk mempertahankan dan bahkan meningkatkan produktivitas padi sehingga penting untuk ketahanan pangan (Gu and Yang, 2022). Penelitian penelitian yang menunjukkan pengaruh nitrogen terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi telah banyak dilakukan (Syakhril et al., 2014; Abu et al., 2017; Leghari et al., 2016)

Secara umum rekomendasi pupuk untuk tanaman padi sawah adalah, Urea sebesar 200 kg - 250 kg, SP36 100 kg - 150 kg dan KCl 75 kg - 100 kg. Jika menggunakan NPK dosisnya adalah 100-150 kg urea dan 300 kg NPK. Dalam penelitian ini pupuk yang diberikan adalah dalam bentuk urea, sehingga 50 kg N/ha setara dengan 109 kg urea/ha dan 100 kg N/ha setara dengan 217 kg urea/ha. Dari angka tersebut perlakuan pupuk dalam penelitian ini dapat diartikan lebih rendah dari rekomendasi dan sesuai dengan rekomendasi.

Varietas Inpari 32 adalah varietas turunan Ciherang. Varietas baru yang dilepas tahun 2013, berumur kurang lebih 120 hari setelah semai; memiliki tinggi tanaman 97 senti meter, dengan postur tanaman tegak, serta daun bendera yang tegak menjulang sehingga mampu menerima dan memanfaatkan sinar matahari secara optimum untuk pertumbuhannya. Dalam penelitian ini pemberian pupuk N memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman tinggi tanaman. Tanpa pupuk N (N0) tinggi tanaman padi 108 cm. dengan pupuk N 50 kg/ha (N50) tinggi tanaman 112.65 cm dan dengan pupuk N 100 kg/ha (N100) tinggi tanaman 115.70 cm. Angka angka ini lebih tinggi dari deskripsi varietes Inpari 32 (97 cm).

Tingkat ketersediaan nitrogen tanah yang seimbang antara manfaat dan risiko bervariasi tergantung pada kandungan liat tanah. Di tanah pasir, keseimbangan terbaik dicapai dengan pasokan nitrogen tanah berlevel sedang (25 – 50 mg-N/kg tanah). Sebaliknya, di tanah lempung dan tanah liat, pasokan nitrogen tanah dengan level tinggi paling cocok (masing-masing 50 – 75 dan 75 – 125 mg-N/kg tanah) (Angus, 2001). Hasil analisa tanah di lokasi penelitian (0.00255 %) menunjukkan kandungan nitrogen pada lokasi penelitian sebelum pemberian pupuk N sudah mencukupi, sehingga pemberian pupuk nitrogen menyebabkan tanaman tumbuh lebih tinggi. Direkomendasikan pada saat curah hujan tinggi padi Inpari 32 disarankan tidak diberi pupuk N berlebihan untuk mencegah kerobohan.

Dalam konteks perubahan iklim, selain boros pemakaian air, budidaya tanam padi sawah juga dikaitkan dengan emisi gas metana, salah satu gas rumah kaca yang bertahan lama di atmosfer. Hasil yang didapat dari penelitian ini menunjukkan dinamika emisi metana sesuai dengan pertumbuhan tanaman padi, dosis pupuk dan skema irigasi. Pada irigasi terputus, penanaman tanpa pemberian pupuk (N0) menunjukkan emisi yang tinggi dan makin menurun seiring umur tanaman. Tanah tempat penanaman padi sudah mengandung N dari penanaman sebelumnya terlihat dari kandungan N yang tergolong medium. Sejalan dengan umur padi, emisi metana mulai menurun, karena nitrogen mulai dimanfaatkan oleh tanaman, dan semakin menurun pada 90 HST karena tanah



tidak lagi digenangi, tetapi sudah dikeringkan menjelang panen. Pada pemberian pupuk 50 kg/ha pada awal penanaman emisi metana lebih tinggi daripada tanpa pemupukan dan masih tetap tinggi pada umur padi 65 HST. Meskipun nitrogen sudah digunakan tanaman tetapi masih cukup residu di tanah yang memungkinkan terjadinya emisi. Seperti petak lain pada umur 90 HST lahan sudah dikeringkan sehingga emisi sudah jauh menurun. Pada pemberian pupuk 100 kg/ha emisi tidak meningkat, karena jumlah ini memang optimal diperlukan oleh tanaman (lihat komponen pertumbuhan yang mencapai tertinggi pada pemberian pupuk 100 kg/ha, semua nitrogen diserap oleh tanaman).

Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa skema irigasi sawah tergenang menghasilkan emisi metana yang lebih tinggi. Dalam penelitian ini pada perlakuan tanpa pupuk (N0) di awal penanaman (35HST) emisi metana lebih tinggi dari terputus. Kandungan nitrogen yang sudah ada dalam tanah dan digenangi membuat emisi metana pada lahan tidak diberi pupuk lebih tinggi daripada perlakuan yang sama dengan irigasi terputus (terputus). Pada awal fase generatif (65HST) emisi meningkat menunjukkan penggenangan mampu membuat nitrogen yang ada untuk melepas metana. Pada 100 HST pasti menurun karena pada perlakuan penggenangan juga sudah dilakukan pengeringan menjelang panen. Pada pemberian pupuk 50 kg N/ha emisi di fase vegetatif sangat rendah, seharusnya dengan penambahan dosis pupuk dan digenangi emisi yang dihasilkan lebih tinggi. Pupuk N sangat penting di awal pertumbuhan karena itu tanaman menyerap banyak nitrogen di awal penanaman, dan pada 65 HST tanaman padi dengan aerenkim yang sudah terbentuk maka emisi metana lebih tinggi. Pemberian pupuk 100 kg N/ha tidak menunjukkan emisi metana naik, karena jumlah pupuk ini sangat mendorong tanaman bertumbuh tidak banyak nitrogen tersisa untuk menjadi emisi metana. Sedangkan pada 90 HST semua emisi rendah karena lahan sudah dikeringkan menjelang panen. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa emisi metana sangat dinamis bergantung fase tanaman padi, dosis pupuk dan skema irigasi yang diaplikasikan. Secara umum emisi metana lebih tinggi pada perlakuan irigasi tergenang.

## KESIMPULAN

Perbedaan skema irigasi (tergenang dan terputus) tidak berpengaruh nyata terhadap variabel pertumbuhan (tinggi tanaman dan brangkasan kering tanaman), tetapi berpengaruh nyata pada komponen produksi yaitu bobot gabah/rumpun dan produksi gabah kering panen. Sedangkan jumlah anakan dipengaruhi interaksi antara air dan pupuk. Semua variabel pertumbuhan dan produksi pada dalam penelitian ini dipengaruhi pemberian pupuk N. Emisi metana sangat dinamis bergantung fase tanaman padi, dosis pupuk dan skema irigasi yang diaplikasikan. Secara umum emisi metana lebih tinggi pada perlakuan irigasi tergenang. Dari hasil penelitian ini dapat diterapkan skema irigasi secara terputus karena tidak merugikan produksi, menghemat air dan tidak menimbulkan emisi metan yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abu, R.L.A., Z. Basri, and U. Made. 2017. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Terhadap Kebutuhan Nitrogen Menggunakan Bagan Warna Daun. *J. Agrol.* 24(2): 119–127. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/AGROLAND/article/view/8782/6975>.
- AgLEDx, 2023. Methane Cycling in Paddy Field: A Global Warming Issue. <https://agledx.ccafs.cgiar.org/emissions-led-options/production-systems/flooded-rice/>
- Angus J.F.2001. Nitrogen supply and demand in Australian agriculture. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41: 277–288. Study on the water and nitrogen balance in paddy fields with irrigation and drainage dual purpose channel mode using the tank model.
- Babu, Y.J., C. Li, S. Frohling, D.R. Nayak, and T.K. Adhya. 2006. Field validation of DNDC model for methane and nitrous oxide emissions from rice-based production systems of India. *Nutr. Cycl. Agroecosystems* 74(2): 157–174. doi: 10.1007/s10705-005-6111-5.
- BPS. 2021a. Kabupaten Mesuji Dalam Angka 2021. BPS Kabupaten Mesuji,



Mesuji.

BPS. 2021b. Provinsi Lampung Dalam Angka 2021. BPS Provinsi Lampung, Lampung.

Cowan, Nicholas, Arti Bhatia, Julia Drewer, Niveta Jain, Renu Singh, Ritu Tomer, Vinod Kumar, Om Kumar, Radha Prasanna, Bala Ramakrishnan, Dinesh Kumar, Sanjoy K. Bandyopadhyay, Mark Sutton, dan Himanshu Pathak. 2021. Experimental comparison of continuous and intermittent flooding of rice in relation to methane, nitrous oxide and ammonia emissions and the implications for nitrogen use efficiency and yield. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 319. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107571>.

Damayanti, and D. Pentiana. 2013. Global Warming in the Perspective of Environmental Management Accounting (EMA). *J. Ilm.* 7(1): 1–14.

Gaihre, Y. K., A. Tirol-Padre, R. Wassmann, E. Aquino, G. V. Pangga, dan P. C. Sta. Cruz. 2011. Spatial and Temporal Variations in Methane Fluxes from Irrigated Lowland Rice Fields. *Philipp Agric Scientist* 94 (4) :335-342

Gu, Junfei, dan Jianchang Yang. 2002. 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. <https://doi.org/10.1016/j.crope.2022.03.003>.

IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

Haque, Md. Mozammel, Jatish Chandra Biswas, Sang Yoon Kim, Pil Joo Kim. 2017. Intermittent drainage in paddy soil: ecosystem carbon budget and global warming potential *Paddy Water Environ* 15:403–411. DOI 10.1007/s10333-016-0558-7

Huang Min, Cailing Yang, Qiumei Ji, Ligeng Jiang, Jianlin Tan, dan Yongqing Li. 2013. Tillering responses of rice to plant density and nitrogen rate in a subtropical environment of southern China. *Field Crops Research* 149:187-192. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.04.029>.

Laghari, S.J., N.A. Wahocho, G.M. Laghari, and A. Hafeez Laghari. 2016. Role of nitrogen for plant growth and development : A review. *Adv. Environ. Biol.* 10(9): 209–218.

Mulyadi, A. Wiharjaka, S.H. Mulya, I.J. Sasa, and S. Partohardjono. 2001. Penekanan Emisi dan Mitigasi Gas CH<sub>4</sub> melalui Teknik Budi Daya Padi Walik Jerami di Lahan Sawah Tadah Hujan. *J. Penelit. Pertan. Tanam. Pangan* 21(1): 33–38.

Nugroho, Bayu Dwi Apri, Kazunobu Toriyama, Kazuhiko Kobayashi, Chusnul Arif, · Shigeki Yokoyama, dan Masaru Mizoguch. 2018. Effect of intermittent irrigation following the system of rice intensification (SRI) on rice yield in a farmer's paddy fields in Indonesia. *Paddy and Water Environment*. <https://doi.org/10.1007/s10333-018-0663-x>

Rahman, Mohammed Mahabubur dan Akinori Yamamoto. 2020. Methane Cycling in Paddy Field: A Global Warming Issue. DOI: 10.5772/intechopen.94200

Shah, T.M., Tasawwar, S., Bhat, M.A., dan Otterpohl, R. 2021. Intercropping in Rice Farming under the System of Rice Intensification—An Agroecological Strategy for Weed Control, Better Yield, Increased Returns, and Social–Ecological Sustainability. *Agronomy* 11, 1010. <https://doi.org/10.3390/agronomy11051010>

Singh, S.D., V. Kumar, dan S. Misra. 2013. Growth and yield response of wheat and chickpea crops under high temperature. (May 2014): 6–14. doi: 10.1007/s40502-013-0002-6.

Subhani, Abid, Muhammad Tariq, M. Sulaman Jafar, M. Sulaman Jafar, Muhammad Sajid Iqbal, Rizwan Latif, Madeeha Khan, dan Muhammad Sajid Iqbal. 2012. Role of Soil Moisture in Fertilizer Use Efficiency for Rainfed Areas-A Review. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 2 (11). ISSN 2224-3208



- Syakhрил, Riyanto, and H. Arsyad. 2014. Pengaruh pupuk nitrogen terhadap penampilan dan produktivitas padi Inpari Sidenuk. *Agrifor* 13(1): 85–92.
- Zhang, Hong., Jiang XinLu., dan Zheng, JiaGuo. 2012. Studies on water consumption of paddy field in seasonal drought hilly region in Sichuan Province. *Hybrid Rice* 27(1):71-74.
- Zhou, W., Dong, B., dan Liu, J. Study on the water and nitrogen balance in paddy fields with irrigation and drainage dual-purpose channel mode using the tank model. *Paddy Water Environ* 18, 121–138 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10333-019-00769-4>
- Zhuang, Yanhua, Liang Zhang, Sisi Li, Hongbin Liu, Limei Zhai, Feng Zhou, Yushi Ye, Shuhe Ruan, dan Weijia Wen. 2019. Effects and potential of water-saving irrigation for rice production in China, *Agricultural Water Management*, 217: 374-382. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.03.010>.



This work is licensed under a  
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.