

# HASIL PADI, EMISI GAS RUMAH KACA DAN PRODUKTIVITAS AIR DARI PERLAKUAN PENGELOLAAN AIR DI LAHAN SAWAH

Ali Pramono, Jumari dan Terry Ayu Adriany

Balai Penelitian Lingkungan Pertanian  
Jln Raya Jakenan-Jaken Km 5 Pati-Jawa Tengah  
Email: [ali\\_pramono@yahoo.com](mailto:ali_pramono@yahoo.com)

## Abstrak

Penghematan air dan penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) tanpa mengurangi hasil padi merupakan teknik budidaya padi yang berkelanjutan. Teknik penghematan air belum banyak diadopsi oleh petani di Indonesia karena berbagai kendala. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *alternate wetting and drying* (AWD) terhadap hasil padi, emisi GRK dan produktivitas air. Penelitian dilaksanakan pada MK I 2015 di lahan sawah tadah hujan, Jakenan-Pati, Jawa Tengah. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan 3 perlakuan yaitu 1) Pengairan tergenang secara terus menerus (*continuous flooding/CF*), 2) AWD15 cm, 3) AWD 25 cm. Setiap perlakuan diulang 3 kali. Parameter yang diamati meliputi fluks GRK ( $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$ ), tinggi muka air pH dan Eh, hasil dan komponen hasil padi, jumlah air irigasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan AWD15 dan AWD25 merupakan teknik pengairan yang aman untuk mengurangi emisi GRK tanpa mengurangi hasil gabah. Perlakuan AWD15 dapat meningkatkan hasil gabah sebesar 4,4% dan produktivitas air sebesar 3,6 % dibandingkan dengan pengairan tergenang terus-menerus (CF). Perlakuan AWD15 dan AWD25 dapat menurunkan emisi gas  $\text{CH}_4$  masing-masing sebesar 30% dan 45% dibandingkan dengan pengairan tergenang.

Kata Kunci : *Alternate wetting and drying*, emisi gas rumah kaca, hasil padi, produktivitas air

## Pendahuluan

Budidaya padi menggunakan sebagian besar air irigasi 70% secara global (FAO, 2014). Untuk mencukupi kebutuhan pangan, jumlah air yang digunakan untuk budidaya tanaman diperkirakan meningkat sebesar 0,7% per tahun (Rosegrant *et al.*, 2009). Budidaya padi di lahan sawah berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca (GRK) secara signifikan terutama  $\text{CH}_4$  sebesar 12% dari total  $\text{CH}_4$  antropogenik (IPCC, 2007). Diperkirakan, emisi  $\text{CH}_4$  dari lahan sawah berkisar antara 39 hingga 112 Tg  $\text{CH}_4$  per tahun (Denman *et al.*, 2007). Pada umumnya tanaman padi dibudidayakan dengan kondisi air yang selalu tergenang selama periode pertumbuhannya. Penggenangan menyebabkan kondisi reduktif pada lapisan olah tanah (Patrick dan Reddy, 1976). Kondisi redoks potensial yang rendah tersebut meningkatkan produksi  $\text{CH}_4$  (Cicerone and Oremland, 1988).

Salah satu teknik yang telah dikembangkan sejak 1970-an untuk mengurangi kebutuhan air dalam budidaya padi adalah dengan *alternate wetting and drying* (AWD) (Bouman and Tuong, 2001). Penerapan AWD dapat menurunkan emisi  $\text{CH}_4$  dari pertanaman

padi di lahan sawah dan tanpa menurunkan hasil yang signifikan dan dapat mengurangi penggunaan air 15-20% tanpa mengurangi produksi hasil padi (Belder *et al.*, 2004). Penerapan irigasi berselang merupakan upaya mitigasi untuk menurunkan emisi gas CH<sub>4</sub> dari lahan sawah (Zhang *et al.*, 2012). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengelolaan air pada lahan sawah terhadap hasil padi, emisi GRK dan produktivitas air.

## Metodologi

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Balingtan pada Musim Kemarau I (MK I 2015) bulan April - Juli 2015. Perlakuan yang diterapkan adalah 1) Pengairan tergenang secara terus menerus (CF), 2) Pengairan AWD dengan penurunan air 15 cm (AWD15), 3) Pengairan AWD dengan penurunan air 25 cm (AWD25). Varietas padi yang digunakan adalah Cisadane. Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan 3 ulangan. Plot berukuran 5 m x 7 m, pematangnya dilapisi plastik sedalam 40 cm. Pengolahan tanah dilakukan secara sempurna. Bibit umur 14 hari ditanam dengan jarak 20 x 20 cm. Pupuk organik diberikan dengan takaran 5 ton ha<sup>-1</sup> diaplikasikan pada saat pengolahan tanah. Dosis pupuk anorganik yang digunakan adalah 120 kg N ha<sup>-1</sup>, 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, dan 90 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Pemupukan dilakukan 3 kali yaitu pertama pada 5 hari setelah tanam (HST), terdiri dari 1/3 N, seluruh P, dan 1/3 K, kedua pada 41 HST terdiri 1/3 N dan 1/3 K dan ketiga pada 56 HST terdiri dari 1/3 N dan 1/3 K. Irigasi dilakukan dengan menggunakan air embung yang disalurkan melalui pipa PVC. Pengendalian serangan OPT dilakukan dengan penyemprotan pestisida.

Parameter yang diamati antara lain fluks GRK (CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O), tinggi muka air dan curah hujan harian, pH dan Eh, hasil dan komponen hasil padi, serta jumlah air irigasi. Pengukuran fluks GRK pada lahan sawah dilakukan seminggu sekali dan lima hari berturut-turut setelah dilakukannya pemupukan. Pengambilan sampel gas CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dilakukan manual dengan boks berukuran 50 cm x 50 cm x 100 cm. Sampel diambil menggunakan jarum suntik volume 10 ml dengan interval waktu pengambilan setiap 5, 10, 15, 20 dan 25 menit. Sampel GRK dianalisis dengan menggunakan gas kromatografi, kemudian dihitung menjadi fluks dan emisi GRK (IAEA, 1993).

$$E = \frac{\Delta C}{\Delta t} \times \frac{MW}{MV} \times \frac{V}{A} \times \frac{273.2}{T+273.2}$$

Keterangan :

E : Fluks gas CH<sub>4</sub>/N<sub>2</sub>O (mg m<sup>-2</sup> hari<sup>-1</sup>)

$\Delta c/\Delta t$	: Perbedaan konsentrasi CH <sub>4</sub> /N <sub>2</sub> O per waktu (ppm menit <sup>-1</sup> )
V	: Volume boks (m <sup>3</sup> )
A	: Luas boks (m <sup>2</sup> )
MW	: Berat molekul CH <sub>4</sub> /N <sub>2</sub> O (g)
MV	: Volume molekul CH <sub>4</sub> /N <sub>2</sub> O (l)
T	: Temperatur rata-rata selama pengambilan contoh gas (°C)

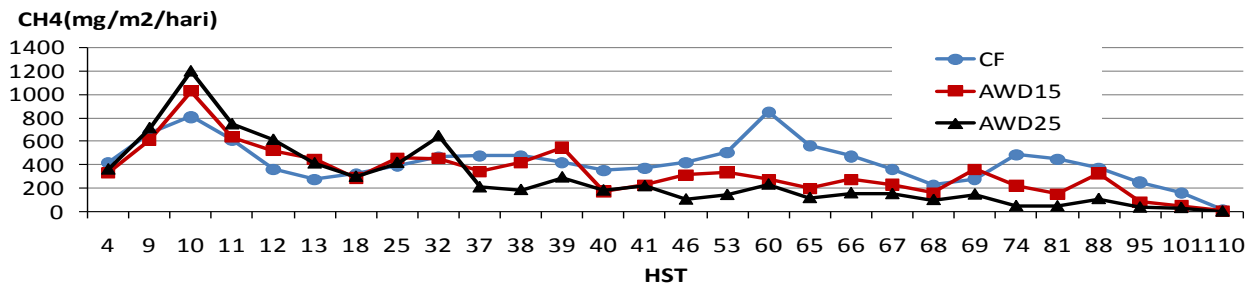
Pada perlakuan AWD15, pengairan dilakukan ketika tinggi muka air tanah mencapai -15 cm dari permukaan tanah, demikian juga AWD25 pada -25 cm, diberikan pengairan sampai 5 cm diatas permukaan tanah. Selama 7-10 hari sebelum panen, pemberian air dihentikan. Pengamatan terhadap tinggi muka air dilakukan dengan menggunakan piezometer yang dipasang 2 buah per plot. Jumlah air diberikan selama pertumbuhan tanaman dihitung berdasarkan volume air yang diberikan melalui pipa yang diketahui debitnya kemudian dikonversikan ke satuan ton ha<sup>-1</sup> (Chapagain and Riseman, 2011). Produktivitas air dihitung dari hasil gabah dibagi total input air (kebutuhan air dan curah hujan) (Liang *et al.*, 2016).

Data emisi GRK, parameter tanaman dan komponen hasil dianalisis menggunakan ANOVA (*analysis of variance*), yang dilanjutkan dengan uji Tukey untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing nilai tengah perlakuan. Analisis statistik menggunakan software SAS (*System Analysis Statistic*).

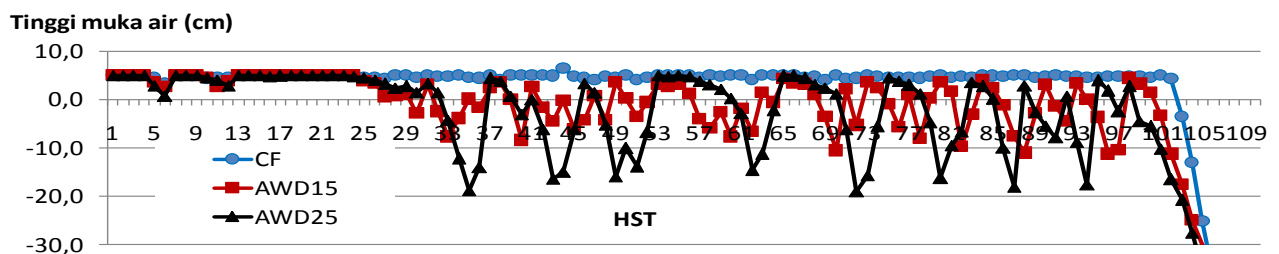
## Hasil dan Pembahasan

Pengamatan terhadap fluks CH<sub>4</sub> pada awal pertumbuhan, perlakuan tergenang (CF) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan AWD15 dan AWD25 (Gambar 1). Pada semua perlakuan, fluks CH<sub>4</sub> meningkat pada awal pertumbuhan dan kemudian terjadi penurunan. Hal ini karena pemberian bahan organik pada awal tanam dan pada MK I 2015 adanya sisa jerami di lahan sawah, sehingga dekomposisi sisa jerami pada pertanaman padi musim sebelumnya masih berlangsung. Setelah fase anakan maksimum, fluks CH<sub>4</sub> pada perlakuan tergenang lebih tinggi dibandingkan AWD15 dan AWD25. Fluks CH<sub>4</sub> menurun pada masa pemasakan biji, hal ini disebabkan karena eksudat akar semakin berkurang dengan bertambahnya umur padi dan pengeringan membuat kondisi oksidatif di sekitar perakaran.

Perlakuan AWD15 dan AWD25 menunjukkan penurunan muka air permukaan (Gambar 2). Curah hujan di lokasi penelitian sangat rendah, selama pertumbuhan tanaman hanya terdapat 20 hari hujan (Gambar 3). Untuk mencukupi air kebutuhan air pada tanaman di awal musim tanam pada penelitian ini dilakukan pengairan dari air embung.



Gambar 1. Fluks CH<sub>4</sub> pada berbagai perlakuan pengaturan air pada MK I 2015



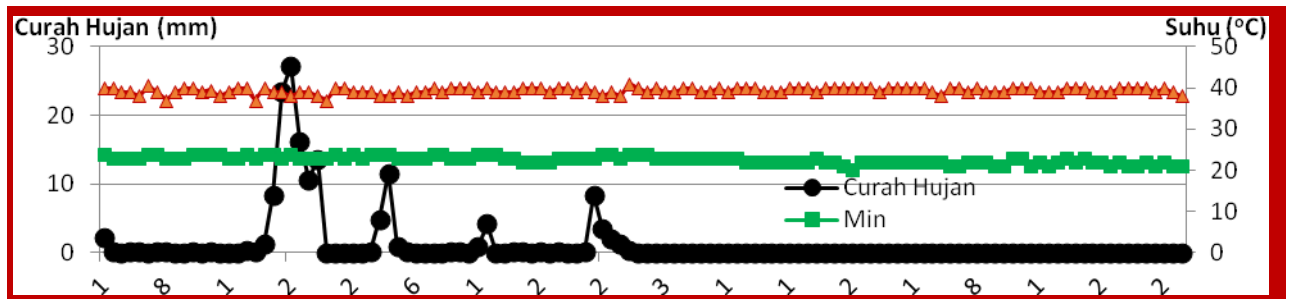
Gambar 2. Tinggi muka air pada berbagai perlakuan pengaturan air pada MK I 2015

Emisi CH<sub>4</sub> tertinggi terdapat pada perlakuan tergenang yaitu sebesar 432 kg ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup>, sedangkan perlakuan AWD15 dan AWD25 masing-masing sebesar 303 dan 236 kg ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup>. Perlakuan AWD15 dan AWD25 menurunkan emisi CH<sub>4</sub> masing-masing sebesar 30% dan 45% secara signifikan. Hal ini berarti bahwa pengaturan air irigasi pada lahan sawah sangat mempengaruhi emisi CH<sub>4</sub>. Dengan adanya periode kering pada fase anakan aktif dan sebelum fase primordia, kondisi oksidatif di sekitar perakaran menyebabkan pembentukan CH<sub>4</sub> relatif sedikit dibandingkan pada kondisi reduktif.

Hasil perhitungan emisi N<sub>2</sub>O menunjukkan bahwa perlakuan AWD15 mengemisikan lebih tinggi, hal ini berdasarkan baik dari pola fluksnya. Perlakuan tergenang memberikan nilai emisi N<sub>2</sub>O sebesar 0,5 kg ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup>, sedangkan perlakuan AWD15 dan AWD25 masing-masing sebesar 0,6 dan 0,4 kg ha<sup>-1</sup> musim<sup>-1</sup>. Perlakuan AWD15 dan AWD25 menyebabkan kondisi basah dan kering, sehingga pembentukan N<sub>2</sub>O lebih besar. Hal ini disebabkan karena pengaruh kondisi air, dimana pada perlakuan AWD15 dan AWD25 tinggi muka airnya menurun dan menyebabkan Eh naik. N<sub>2</sub>O dihasilkan dari proses nitrifikasi dan denitrifikasi (Davidson *et al.*, 1986) dan dipengaruhi oleh pH, kelembaban tanah, dan ketersediaan substrat C dan N (Law *et al.*, 2011).

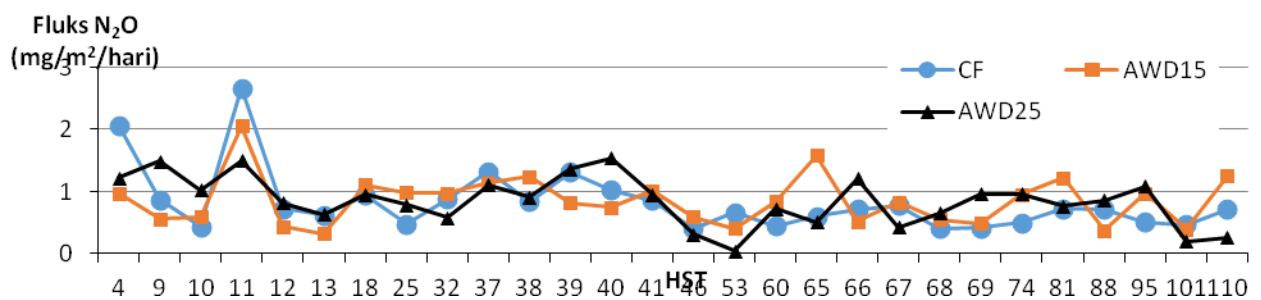
Perhitungan global warming potensial (GWP) signifikan berbeda nyata antara perlakuan CF, AWD15 dan AWD25 berturut-turut sebesar 14,8; 10,5 dan 8,1 ton ha<sup>-1</sup> dengan faktor pengkali 34 untuk CH<sub>4</sub> dan 298 untuk N<sub>2</sub>O (IPCC, 2013). Presentase penurunan emisi GRK dengan penerapan AWD15 dan AWD25 sebesar 29% dan 45%. Hasil perhitungan

jumlah malai per rumpun, jumlah biji per malai, persentase gabah isi, berat jerami kering, berat 1000 butir, gabah kering giling (GKG), serta indeks biomas tidak berbeda nyata antara perlakuan tergenang CF dan AWD15 (Tabel 1). Hasil gabah kering giling (GKG) pada perlakuan AWD5 yang lebih rendah dikarenakan terdapat serangan wereng coklat dan rerangan tikus.



Gambar 3. Curah hujan dan suhu harian selama MK I 2015

Penghematan air dengan perlakuan AWD dalam penelitian ini masih kecil, hal ini mungkin disebabkan karena curah hujan di lokasi penelitian yang rendah (144 mm per musim tanam), sehingga air yang ditambahkan lebih besar. Indeks produktivitas air pada perlakuan AWD15 tertinggi atau sebesar 1,16 dibandingkan dengan perlakuan CF dan AWD25 sebesar 1,12 dan 1,01 (Tabel 2). Kebutuhan air pada perlakuan AWD15 paling sedikit namun menghasilkan gabah tertinggi.



Gambar 4. Fluks N<sub>2</sub>O pada berbagai perlakuan pengaturan air pada MK I 2015

Tabel 1. Hasil dan komponen hasil pada berbagai perlakuan air

Perlakuan	Malai per rumpun	Biji per malai	Gabah isi (%)	BK jerami (ton ha <sup>-1</sup> )	Berat 1000 butir (Gr)	GKG (ton ha <sup>-1</sup> )	Indeks biomas
CF	9a	113a	79.04a	5.18a	27.23a	4.73a	0.48a
AWD15	9a	111a	79.23a	5.09a	27.48a	4.94a	0.49a
AWD25	10a	103b	75.83b	4.89a	27.16a	4.32a	0.47a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata pada uji Tukey dengan taraf uji 5 %

Tabel 2. Jumlah air yang ditambahkan dan produktivitas air pada berbagai perlakuan air

Perlakuan	Penambahan air (ton ha <sup>-1</sup> )	Input air/curah hujan (ton ha <sup>-1</sup> )	Hasil (ton ha <sup>-1</sup> )	Indeks produktivitas air
CF	2882a	4324	4.73a	1.12a
AWD15	2819a	4261	4.94a	1.16a
AWD25	2867a	4309	4.32a	1.01a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata pada uji Tukey dengan taraf uji 5 %

### Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan AWD15 dan AWD25 merupakan teknik pengairan yang aman untuk mengurangi emisi GRK tanpa mengurangi hasil gabah. Perlakuan AWD15 dapat meningkatkan hasil gabah sebesar 4,4% dan produktivitas air sebesar 3,6% dibandingkan dengan pengairan tergenang terus-menerus (CF). Perlakuan AWD15 dan AWD25 dapat menurunkan emisi gas CH<sub>4</sub> masing-masing sebesar 30% dan 45% dibandingkan dengan pengairan tergenang.

### Ucapan terima kasih

Penelitian ini didanai oleh Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan melalui proyek penelitian internasional “Technology Development for Circulatory Food Production Systems Responsive to Climate Change: Development of Mitigation Option for Greenhouse Gas Emissions from Agricultural Lands in Asia (MIRSA-2).”

### Daftar Pustaka

- Belder, P., Bouman, B.A.M., Cabangon, R., Lu, G.A., Quilang, E.J.P., Li, Y.H., Spiertz, J.H.J., Tuong, T.P. 2004. Effect of water-saving irrigation on rice yield and water use in typical lowland conditions in Asia. *Agriculture Water Management*. 65: 193-210.
- Bouman, B.A.M., Tuong, T.P., 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated rice. *Agric. Water Manag.* 49, 11–30.
- Chapagain T, Riseman and Yamaji E. 2011. Achieving More with Less Water: Alternate wet and dry irrigation (AWDI) as an alternative to the conventional water management practices in rice farming. *Journal of Agricultural Science*. Vol 3, No. 3: 3-11.
- Cicerone RJ and Oremland RS, 1988. Biochemical aspects of atmospheric methane. *Global Biochem. Cycle*. 4, 299-327.
- Davidson, EA, Swank WT, Perry TO. 1986. Distinguishing between nitrification and denitrification source of gaseous nitrogen-production in soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 52: 1280-1286.
- Denman, K., G. Brasseur, A. Chidthaisong, P. Ciais, P. Cox, R. Dickinson, D. Hauglustaine, C. Heinze, E. Holland, and D. Jacob. 2007. Couplings between changes in the climate

- system and biogeochemistry, in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, The IPCC Fourth Assessment Report, Chap. 7, Cambridge Univ. Press, UK
- FAO, 2014. *The Water-Energy-Food Nexus at FAO. A new approach in support of food security and sustainable agriculture*. FAO. Rome.
- IAEA. 1993. *Manual on Measurement of Methane and Nitrous Oxide Emissions from Agricultural*, Vienna, Austria. International Atomic Energy Agency.
- IPCC , 2007. *Climate Change: impacts, adaptation and vulnerability. summary for policy makers*. Available at: [www.ipcc.cg/SPM13apr07](http://www.ipcc.cg/SPM13apr07).
- IPCC, 2013. *IPCC 2013: Climate Change 2013 The Physical Science Basic. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 714 pp. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York. NY, USA.
- Law Y, Lant P, Yuan Z. 2011. The Effect of pH on N<sub>2</sub>O production under aerobic conditions in a partial nitrification system. *Water Res.* 45:5934–5944.
- Liang K, Zhong X, Huang N, Lampayan RB, Pan J, Tian K, Liu Y 2016: Grain yield, water productivity and CH<sub>4</sub> emission on irrigated rice in response to water management in south China. *Agric. Water Manage.* 163, 319-331.
- Patrick, WH, and KR Reddy. 1976. Fate of fertilizer nitrogen in a flooded rice soil. *Soil Sci. Sot. Am. J.* 40:678-681.
- Rosegrant MW, Ringler C, Zhu T, 2009. Water for agriculture: maintaining food security under growing scarcity. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 34, 205–222.
- Zhang, G., Y. Ji., J. Ma., H. Xu., Z. Cai. And K. Yagi. 2012. Intermittent irrigation changes production, oxidation and emission of CH<sub>4</sub> in paddy fields determined with stable carbon Isotope Technique. *Soil Biology and Biochemistry.* 52 : 108-116.