



ANALISIS SISTEM PEMBERIAN AIR TERHADAP TANAH SAWAH BERBAHAN ORGANIK

Sarra Rahmadani¹, Fatchan Nurrochmad², Joko Sujono³

¹Universitas Negeri Medan, ^{2,3}Universitas Gadjah Mada

Surrel : sarra048@unimed.ac.id

Diterima : 24 November 2020; Disetujui : 08 Desember 2020

ABSTRAK

Salah satu tantangan utama yang dihadapi dalam pengembangan komoditas pertanian khususnya tanaman padi adalah cara memperoleh hasil yang lebih dengan penggunaan air minimum. Hal tersebut dapat dicapai melalui pengelolaan yang baik terhadap metode pemberian air, serta usaha pengkondisian tanahnya. Metode pemberian air dalam budidaya padi varietas Ciherang yang dilakukan adalah *Alternate Wetting and Drying* (AWD), konvensional dan *Mid Summer Drainage* (MSD). Penelitian dilakukan di Rumah Kaca, Fakultas Pertanian UGM pada lahan percobaan (pot). Jumlah air irigasi yang diberikan tergantung pada metode irigasi yang diterapkan. Untuk metode AWD dan MSD genangan air irigasi dipertahankan adalah 2 cm pada waktu yang telah ditetapkan berdasarkan sistemnya, sedangkan konvensional dengan kedalaman 3 cm sepanjang masa tanam. Perhitungan perkolasi dilakukan setiap hari sebelum pemberian air irigasi dengan menimbang berat air perkolasi. Penelitian ini menganalisis pengaruh sistem pemberian air pada tanah sawah berbahan organik (komposisi 40% dan 60%) terhadap hasil produksi gabah kering, keragaan tanaman, kebutuhan air irigasi, perkolasi serta produktivitas air tanaman padi. Hasil uji statistik *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menunjukkan bahwa metode AWD merupakan metode yang paling unggul dan beda nyata apabila dibandingkan dengan metode konvensional dan MSD. Metode AWD dengan masa tanam 110 HST menghasilkan 43 anakan, tinggi tanaman 127 cm, gabah kering panen 105 gr, kebutuhan air 78.92 liter, rerata perkolasi tengah bulanan 2.85 mm/hari dan produktivitas airnya 1.3 kg/m³. Penambahan bahan organik berpengaruh terhadap kemampuan tanah mengikat air yang artinya perkolasi dapat berkurang dengan penambahan bahan organik. Komposisi bahan organik 40% sudah dapat mencapai nilai yang optimum dalam kemampuan tanah mengikat air.

Kata Kunci : *Alternate Wetting and Drying, Mid Summer Drainage, Padi, Produktivitas Air*

ABSTRACT

One of the main challenges faced in the development of agriculture commodity especially rice crop is how to get more results with minimum water. It can be achieved through a good management of water delivery method, as well as soil condition. In this study, several methods of water irrigation in rice cultivation Ciherang variety were applied i.e. *alternate wetting and drying* (AWD), conventional and *mid summer drainage* (MSD). The study was conducted in the greenhouse, Faculty of Agriculture in the field trials (pot). The amount of water irrigation given depend on the irrigation method which was applied. For the AWD and MSD methods, the inundation of water irrigation is 2 cm, whereas for conventional methods with a depth of 3 cm throughout the planting period. Percolation was measured everyday before offering water irrigation by weighing the percolation water weight. This study analyzed the influence of water irrigation methods on paddy soil made from organic (composition of 40% and 60%) on dry grain yields, the performance of plants, water irrigation need, percolation and water productivity of rice plants. The result of statistical test using *Duncan multiple range test* (DMRT) method indicated that AWD method was the most superior method and significantly different when compared with conventional and MSD method. By the AWD method with a planting period of 110 HST produced 43 tillers, 127 cm plant height, 105 grams of dried grain yield, water need on the average of 78.92 liters, the average percolation 2.85 mm/day and water productivity of 1.3 kg/m³. The addition of organic matter affected on the soil is ability to hold water, which means that percolation can be reduced by adding organic matter. The composition of 40% organic matter can already achieve the optimum value in the soil's ability to hold water.

Keywords: *Alternate Wetting and Drying, Mid Summer Drainage, Rice, WaterProductivity*

1. Pendahuluan

Padi merupakan komoditas pertanian utama di Indonesia. Pada praktik budidaya padi sawah selama ini, kondisi ketersediaan air adalah bervariasi mulai dari selalu tersedia, tersedia cukup pada musim tertentu dan terbatas sepanjang musim. Hal ini sangat tergantung pada sumber air irigasinya. Pada setiap kondisi ketersediaan air tersebut, terdapat masing-masing cara pemberian dan pembagian air yang menyesuaikan dengan ketersediaan air. Ancaman serius yang dihadapi budidaya padi adalah semakin menurunnya ketersediaan air.

Ketersediaan air ini merupakan faktor yang sangat mempengaruhi keberhasilan budidaya padi sawah. Air yang tidak cukup menyebabkan pertumbuhan padi tidak sempurna bahkan dapat menyebabkan padi mati kekeringan. Penyebab penurunan ketersediaan air sangat bervariasi dan bersifat spesifik, namun umumnya terjadi penurunan kualitas dan sumber air, tidak berfungsinya sistem irigasi dan meningkatnya kompetisi kebutuhan air misalnya untuk perumahan dan industri. Hal tersebut menjadi ancaman selanjutnya bagi ketersediaan pangan yang berkelanjutan, padahal praktik pengelolaan air lahan sawah di tingkat petani Indonesia umumnya dilakukan dengan penggenangan secara terus menerus. Oleh karena itu diperlukan sistem pemberian air yang paling hemat air.

Prinsip teknologi hemat air adalah mengurangi kehilangan air atau aliran yang tidak produktif seperti rembesan, perkolasi dan evaporasi, serta memelihara aliran transpirasi. Perkolasi merupakan salah satu faktor terbesar penyebab kehilangan air yaitu berkisar antara 1–14 mm/hari, sedangkan evapotranspirasi relatif kecil dengan rerata 5 mm/hari (Mulyono, 1980). Laju perkolasi sangat bergantung pada sifat-sifat tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1–3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 1986). Eko Rusdianto (2008) melakukan pengkajian tentang efisiensi 5 (lima) sistem irigasi dan hasil yang diperoleh, kehilangan air terbesar akibat perkolasi adalah pada sistem konvensional/genangan yaitu 183,71 mm/musim. Hal ini membuktikan bahwa perkolasi tidak hanya dipengaruhi oleh jenis tanah tetapi juga pada sistem pemberian air. Sistem irigasi hemat air

merupakan sistem paling baik untuk diterapkan oleh para petani. Sistem ini akan berhasil jika tanah mampu mengikat air optimal demi penyediaan air bagi tanaman. Kendalanya adalah tidak semua tanah sawah memiliki sifat-sifat yang menunjang kemampuan tanah mengikat air, sehingga dibutuhkan cara untuk memperbaiki dan mengoptimalkan kemampuan tanah mengikat air. Bahan organik (BO) merupakan jawaban yang tepat untuk memperbaiki dan mengoptimalkan kemampuan tanah mengikat air.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sistem pemberian air pada tanah sawah berlahan organik yang produktifitasnya paling baik untuk budidaya padi dan mengetahui besarnya perkolasi dari masing-masing sistem pemberian air yang dilakukan

2. Kajian Literatur

2.1 Metode Pemberian Air

Pengoptimalan penggunaan air khususnya padi sawah, dewasa ini telah banyak dikembangkan metode atau sistem pemberian air irigasi. Secara rinci Departemen Pekerjaan Umum (1986) menyatakan bahwa kebutuhan air irigasi diperkirakan dengan melakukan analisis sumber air untuk keperluan irigasi. Kebutuhan air untuk tanaman padi sawah, besarnya ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu kebutuhan air untuk penyiapan lahan, kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman (evapotranspirasi), kebutuhan air untuk perkolasi (rembesan), kebutuhan air untuk penggantian lapisan air dan curah hujan efektif.

Jika rata-rata kebutuhan air irigasi sebesar 1 liter/s/ha dengan umur padi 100 hari dengan hasil panen beras rata-rata 3.000 kg/ha, kebutuhan air irigasi per 1 kg beras sebesar 2.880 liter di lahan sawah (Nurrochmad, 2011). Kebutuhan air tanaman perlu diketahui agar air irigasi dapat diberikan sesuai dengan kebutuhannya. Jumlah air yang diberikan secara tepat, di samping akan merangsang pertumbuhan tanaman, juga akan meningkatkan efisiensi penggunaan air sehingga dapat meningkatkan luas areal tanaman yang bisa diiri.

Sujono dan Jayadi (2008) meneliti beberapa sistem irigasi hemat air di *demplo* dengan ukuran 2m x 3m tiap plot yang dilakukan pada saat musim kemarau dan tidak ada hujan. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa sistem pemberiaan air dengan metode AWD dapat menghemat air irigasi lebih dari 30% dibandingkan dengan cara konvensional. Selain itu, nilai produktivitas air metode AWD dapat mencapai dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional.

2.2 Karakteristik Tanah Sawah

Karakteristik tanah sawah menurut Greenland (1997) dalam Muslimah (2007) yang menentukan keberlanjutan sistem budidaya padi sawah sebagai berikut: (1) Penggunaan tanah secara terus-menerus tidak menyebabkan reaksi tanah menjadi masam, (2) Kondisi permukaan tanah sawah memungkinkan hara tercuci lebih cenderung tertampung kembali ke lahan bawahnya daripada keluar dari sistem tanah, (3) Fosfor lebih mudah tersedia bagi padi sawah, (4) Terjadi penambahan hara lewat air luapan banjir, irigasi dan pengendapan liat dan debu dari banjir, (5) Populasi aktif mikroorganisme penambat nitrogen mempertahankan oksigen organik.

2.3 Bahan Organik

Bahan organik atau dapat pula disebut pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari alam berupa sisa-sisa organisme hidup baik sisa tanaman maupun hewan. Pupuk organik mengandung unsur-unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tumbuhan, supaya dapat tumbuh dengan subur. Beberapa jenis pupuk yang termasuk pupuk organik adalah pupuk kandang, pupuk hijau, kompos dan pupuk guano (Handayani dkk., 2011). Penelitian Utomo (2014) menyatakan bahwa pemberian pupuk organik mampu menekan faktor kehilangan air dan mampu meningkatkan kemampuan mengikat air sehingga meningkatkan kapasitas air tersedia dalam tanah. Untuk menentukan pupuk organik yang paling optimal, terlihat adanya variasi jenis pupuk organik yang paling optimal, tergantung parameter sifat hidrofisik yang digunakan. Semakin tinggi komposisi bahan organik maka *specific gravity* (berat jenis), rapat massa dan tinggi kenaikan kapiler tanah semakin kecil. Semakin tinggi dosis pemberian bahan organik maka nilai porositas, angka pori dan permeabilitas tanah semakin tinggi (Rina, 2015).

2.4 Perkolasi

Sri Harto (2009), menyatakan bahwa perkolasi adalah proses masuknya air dari zona

air tanah tidak jenuh ke zona air tanah jenuh. Laju perkolasi sangat tergantung kepada sifat-sifat tanah. Perkolasi dipengaruhi oleh tingginya kandungan bahan organik dari suatu tanah, karena bahan organik mampu meningkatkan banyaknya air yang dapat disimpan dalam tanah. Peningkatan itulah yang dapat mengurangi perkolasi yang terjadi. Temperatur dan radiasi sinar matahari yang tinggi akan membuat kelembaban tinggi pula sehingga evaporasi yang terjadi akan rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Sarief (1985), bahwa dengan terikatnya air oleh bahan organik tanah berarti dapat mengurangi kehilangan air melalui perkolasi dan evaporasi sehingga air yang tersimpan dalam tanah menjadi banyak.

2.5 Metode Pemberian Air

Peningkatan kebutuhan air irigasi merupakan tantangan dimana air yang tersedia untuk irigasi semakin langka. Kelangkaan tersebut dapat ditanggulangi dengan meningkatkan efisiensi penggunaan air. Peningkatan efisiensi dapat dilakukan dengan mengolah metode pemberian air irigasi. Tanaman padi membutuhkan air yang volumenya berbeda pada setiap fase pertumbuhan. Variasi kebutuhan air tergantung pada varietas padi dan sistem pengelolaan lahan, dengan demikian metode pemberian air secara spesifik perlu diatur dan disesuaikan dengan sistem produksi padi sawah dan pola tanam. Kegiatan pemberian air irigasi ke areal yang membutuhkan dapat terlaksana dengan baik jika dilakukan bersamaan dengan metode atau teknik-teknik tertentu, sesuai zamannya, maka perlu dilakukan pembaharuan sistem irigasi sehingga penggunaan air irigasi dapat lebih efisien.

2.6 Metode Konvensional

Metode konvensional (KON) yang dikenal sebagai sistem genangan merupakan sistem yang paling umum diterapkan di Indonesia. Pada metode ini pemberian air dilakukan secara terus-menerus dari saat awal tanam hingga menjelang panen. Metode genangan dalam penyelenggaraannya murah, akan tetapi air yang digunakan cenderung banyak/ terkenal dengan boros air, karena lahan harus tetap digenangi dengan dipertahankan 3-5cm. Sistem ini terus berjalan dan selalu menjadi pilihan terpopuler di Indonesia, karena diyakini bahwa padi merupakan tanaman akuatik yang akan tetap hidup hanya jika terus-menerus digenangi, tetapi pada kenyataannya, air yang berlebihan

akan menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh dan berbuah secara optimum.

2.7 Metode AWD

Salah satu alternatif teknologi dalam pengelolaan air (*water management*) adalah *Alternate Wetting and Drying* (AWD) atau pengairan basah kering. Sistem pengelolaan air basah-kering ini dilakukan untuk efisiensi penggunaan air irigasi. *Alternate Wetting and Drying* (AWD) merupakan metode pengelolaan pengairan sawah berselang yang dapat diukur secara praktis.

Pengairan basah kering dilakukan dengan mengatur air pada kondisi tergenang atau kering secara bergantian. Pengairan dapat dimulai dengan tanah yang digenangi sejak tanam setinggi ± 2 cm sampai beberapa hari setelah tanam (± 20 HST), selanjutnya tanah dibiarkan mengering agar mencapai nilai lengas tanah (*70% soil moisture capacity*) dan kembali diairi. Pemberian air kembali dilakukan selama ± 90 hari atau sampai panen. Nilai lengas tanah (*70% soil moisture capacity*) dapat diketahui dengan bantuan alat *soil tester*. Nilai lengas tanah berbeda-beda untuk setiap jenis tanah, sederhananya dapat diketahui dari kedalaman muka air tanah yang mencapai ± 15 cm dari permukaan tanah (*International Rice Research Institute/ IRRI, 2009*). Pada praktiknya, kondisi tersebut dapat diketahui dengan bantuan alat sederhana dari pipa pralon yang dilubangi dan dibenamkan ke dalam lahan percobaan (pot). Kondisi seperti ini dapat juga disebut dengan *Safe AWD*. Dalam *Safe AWD*, penghematan air yang dapat terjadi mungkin 15 - 30%.

2.8 Metode Mid Season Drainage (MSD)

Metode ini merupakan metode yang sering diterapkan di Daerah Irigasi Kubota, Jepang. Perbedaan antara metode ini dengan metode lainnya (AWD) hanya terletak pada waktu pemberian air dan pengeringan lahan. Pada metode ini melakukan pemberian air sejak awal masa tanam dengan tinggi genangan air ± 2 cm dan melakukan pengeringan lahan saat umur tanam padi ± 31 hari (untuk padi dengan umur tanam ± 110 hari). Pengeringan lahan dilakukan selama satu minggu. Hal ini dilakukan agar lahan mendapatkan kesempatan untuk mengikat oksigen bebas dari udara dan sekaligus melepas gas racun (Nurrochmad, 1998).

2.9 Tanah Sawah

Tanah yang memiliki sifat yang bervariasi (sifat fisik, kimia dan biologi) akan

memiliki tingkat kesuburan pada yang berbeda-beda. Tingkat kesuburan tanah tergantung pada variasi sifat-sifat tanah tersebut. Oleh sebab itu, diperlukan pemahaman mengenai karakteristik tanah sehingga dapat dimanfaatkan sesuai dengan potensinya.

2.10 Bahan Organik (BO)

Bahan organik mempunyai peranan yang penting di dalam tanah yaitu terhadap sifat-sifat tanah (Reeves, 1997). Kemampuan setiap jenis tanah dalam mengikat air berbeda-beda. Kemampuan mengikat air setiap jenis tanah ditentukan oleh agregasi tanah, yang sangat bergantung pada tekstur serta kandungan dari bahan organik dalam tanah tersebut. Kemampuan tanah dalam mengikat air dapat ditingkatkan dengan menambahkan suatu bahan yang dapat meningkatkan agregasi tanah, yang berfungsi sebagai *cementing agent* yang disebut bahan pembenah tanah atau *soil conditioner*. *Soil conditioner* dapat berupa bahan kimia (buatan) seperti PVA (*poly vinyl acid*) atau yang bersifat alami yang berupa bahan organik seperti pupuk kandang atau kompos.

2.11 Kehilangan Air

Kehilangan air secara umum dibagi dalam 2 kategori yaitu evapotranspirasi dan perkolasi. Evapotranspirasi merupakan gabungan dari evaporasi dan transpirasi, maka evapotranspirasi (ET) adalah jumlah total air yang kembali lagi ke atmosfer dari permukaan tanah, permukaan air dan vegetasi oleh adanya pengaruh faktor-faktor iklim, sedangkan perkolasi yaitu proses aliran air dalam tanah secara vertikal akibat gaya berat (Sri Harto, 2000).

Pengaruh komposisi tanah terhadap evaporasi tanah (*soil evaporation*) dan perkolasi (*percolation*) di zona perakaran (*root zone*) dapat diketahui dengan konsep neraca air (*water balance*), seperti Persamaan 1.

$$\Delta s = I - (ET + P) \quad (1)$$

Dengan, Δs : perubahan tampungan (mm/hari), I : air masuk (mm/hari), ET : evapotranspirasi (mm/hari), P : perkolasi (mm/hari).

2.12 Produktivitas Air

Produktivitas dapat diartikan sebagai istilah dalam kegiatan produksi yaitu sebagai perbandingan antara luaran (*output*) dengan masukan (*input*). Produktivitas air merupakan suatu ukuran yang menyatakan bagaimana baiknya sumber daya air diatur dan dimanfaatkan untuk mencapai hasil yang

optimal. Nilai produktivitas air merupakan perbandingan antara hasil produksi pertanian terhadap jumlah air yang diberikan. Nilai produktivitas air dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2

$$\text{Produktivitas Air} = \frac{\text{Hasil Produksi Gabah Kering (Kg)}}{\text{Pemberian Air Irigasi (m}^3\text{)}} \quad (2)$$

2.13 Duncan Multiple Range Test (DMRT)

Duncan Multiple Range Test (DMRT) merupakan uji statistik lanjutan, yang merupakan uji jarak ganda untuk mengetahui metode/perlakuan terbaik berdasarkan rankingnya. Uji DMRT digunakan untuk melihat adanya pengaruh antar metode yang diuji. Pengujian ini terdapat nilai kritis mengikuti urutan rata-rata yang dibandingkan.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca, Laboratorium Fisika Tanah Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Kuningan-Yogyakarta.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian diantaranya : (1) Tanah sawah, menggunakan Sampel tanah terganggu (*disturb soil*) dari sawah di Dusun Widoro, Desa Bangunharjo, Bantul. Sampel tanah diambil dengan kedalaman antara 0–20 cm. Tanah tersebut memiliki kandungan BO 2.14% dan C-Organik 1.24%, tekstur *Loam*, kandungan *clay* 14.61%, *silt* 44.35%, dan *sand* 41.04 % (Rina, 2015), (2) BO : pupuk kandang ; komposisi berat kering adalah tanah : BO adalah 40%:60% dan 60%:40%, (3) Air, (4) Benih padi varietas Ciherang dengan usia tanam berkisar 110 hari.

3.3 Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan diklasifikasikan berdasarkan proses berlangsungnya penelitian dari pengambilan *Sampel* tanah hingga persiapan tanam, yaitu cangkul, karung, tali plastik, timbangan digital (*electronic balance*), pipa pralon diameter ½", gelas ukur, pot tanam, ember penampung, kamera.

3.4 Model Penelitian

Penelitian ini melakukan praktik penanaman padi varietas Ciherang menggunakan pot sebagai lahan percobaan dengan dimensi tinggi 30 cm, diameter bagian 33 cm, sedangkan pada ember penampung dimensinya, tinggi 22 cm dengan diameter 28 cm.

3.5 Variabel Penelitian

Variabel yang ditentukan

Perbandingan berat komposisi tanah sawah dengan BO (Tabel 1). Perbandingan yang dilakukan adalah perbandingan berat kering udara.

Tabel 1. Perlakuan Tanaman Padi

| Perlakuan | Tanah:BO (%) | Jumlah Sampel | Penanaman Bibit |
|-----------|--------------|---------------|-----------------|
| AWD | 40:60 | 3 | 4 |
| KON | 40:60 | 3 | 4 |
| MSD | 40:60 | 3 | 4 |
| AWD | 60:40 | 3 | 4 |
| KON | 60:40 | 3 | 4 |
| MSD | 60:40 | 3 | 4 |

Variabel yang dicari

Perkolasi yang terjadi pada setiap tanaman.

3.6 Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut: (1) Persiapan lahan/media tanam, (2) persiapan benih, (3) penanam di lahan percobaan, (4) pemberian air irigasi (AWD, konvensional dan MSD).

Berikut penjelasan metode-metode pemberian air irigasi yang dilakukan dalam penelitian: (a) Metode Konvensional (KON), Pemberian air dilakukan secara terus-menerus selama masa pertumbuhan tanaman. Genangan yang diberikan dan dijaga setinggi ±3cm. Pengeringan hanya lakukan pada saat tanaman padi telah tua (menguning), (b) Metode *Alternate Wetting and Drying* (AWD) merupakan suatu kombinasi antara penggenangan yang diselingi pengeringan pada saat tertentu. Pengairan basah kering dengan mengatur air pada kondisi tergenang/ kering secara bergantian. Pengairan diawali dengan tanah yang diberi genangan air setinggi ± 2 cm selama 20 HST. Hal ini dilakukan agar memberi kesempatan tanah mengikat oksigen lebih banyak pada masa pertumbuhan akar tanaman. Selanjutnya tanah dibiarkan mengering agar mencapai nilai lengas tanah atau 70% *soil moisture capacity* dan kembali diairi. Nilai lengas tanah dapat diketahui dari kondisi kedalaman muka air tanah yang mencapai 15 cm dari permukaan tanah. Pemberian air irigasi kembali dilakukan selama ±90 hari/sampai panen, (c) Metode *Mid Season Drainage* (MSD), tidak jauh berbeda dari perlakuan AWD. Perbedaannya hanya pada waktu pemberian dan pengeringan lahan. Metode MSD melakukan pemberian air

dari awal tanam (genangan 2cm) dan pengeringan lahan saat padi berjalan ± 31 hari. Pengeringan dilakukan selama satu pekan (untuk padi dengan umur tanam ± 110 hari), (5) Pemeliharaan tanaman, (6) Pengukuran laju perkolasi setiap hari (dilakukan pukul 16.00 WIB). Pengukuran dilakukan dengan menimbang berat air beserta ember penampungan, (7) Mengamati setiap perubahan padi setiap hari, (8) pemanenan, (110 hari), (9) Mengukur tinggi tanaman, menghitung jumlah anakan dan menimbang berat gabah kering panen, (10) Hasil penelitian dicatat dan disimpan serta dianalisis.

3.7 Metode Analisis Data

Data primer dan sekunder dianalisis secara matematis menggunakan persamaan-persamaan teoritis kemudian pembahasan disajikan dalam bentuk pemaparan deskriptif. Untuk analisis data hasil produksi gabah kering digunakan analisis statistik DMRT.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Kandungan Bahan Organik (BO)

Pengkondisian tanah merupakan suatu usaha untuk membantu meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat air. Pengkondisian ini dilakukan dengan cara menambahkan kandungan BO terhadap tanah, BO dapat mendorong meningkatkan daya ikat air dan mempertinggi jumlah air tersedia untuk kebutuhan tanaman.

5.2 Perlakuan Tanaman

Pertumbuhan padi sangat dipengaruhi oleh perlakuan yang diterapkan olehnya. Untuk setiap perbedaan perlakuan pada tanaman padi akan menghasilkan pertumbuhan kembangan padi yang berbeda-beda pula. Dari perbedaan perlakuan yang diterapkan oleh tanaman padi maka dilakukan pengamatan terhadap hasil tanaman padi tersebut. Pengamatan yang dilakukan meliputi, jumlah anakan setiap 15 hari selama usia tanam, tinggi tanaman padi yang diukur setelah panen yaitu 110 HST serta berat gabah kering hasil panen. Dalam satu siklus hidup, tanaman padi mengalami 3 fase yaitu fase vegetatif, fase generatif dan fase pematangan. Masing-masing fase akan mengalami kondisi spesifik yang membutuhkan perlakuan yang tepat agar padi dapat tumbuh kembang dan berproduksi baik. Alavan dkk. (2015) menyatakan bahwa bahan organik memiliki unsur hara mikro yang membantu proses pertumbuhan dan penyerapan unsur hara secara efektif dan

optimal, selain unsur hara yang diperoleh dari campuran bahan organik, pemupukan juga dilakukan dengan pupuk cair organik untuk merangsang perkembangan tanaman yang optimum pada fase vegetatif dan fase generatif. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pembentukan anakan tanaman padi yang ditanam dengan BO 60% dari tanah sawah lebih cepat tumbuh dibandingkan dengan BO 40%. Anakan tumbuh setelah ± 10 HST pada padi BO 60%, sedangkan BO 40% pertumbuhan anakan lebih dari 15 HST.

Sistem pemberian air metode AWDBO 40% menghasilkan anakan rerata terbanyak, yaitu 43 anakan (Tabel 5.1) dengan tinggi tanaman 127 cm (Gambar 5.1), sedangkan pada metode MSD BO 40% menghasilkan anakan rerata terendah yaitu menghasilkan 33 anakan (Tabel 5.1), tinggi tanaman 101 cm, masa tanam 110 hari. Pada tanah sawah BO 60% tidak terlihat beda nyata dari hasil jumlah anakannya. Hal tersebut tidak sesuai dengan penelitian Rauff dkk., (2002) yang menyatakan bahwa penambahan BO dapat meningkatkan jumlah anakan produktif dan menghasilkan tanaman yang lebih tinggi. Hal ini diduga disebabkan oleh presentasi BO yang melebihi dari batas kecukupan tanaman untuk tumbuh kembang secara optimum.

Metode pemberian air juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi, selain dari penambahan BO dan pupuk cair. Kebutuhan air tanaman perlu diketahui agar metode pemberian air dilakukan sesuai dengan kebutuhannya. Jumlah air yang diberikan secara tepat, di samping akan merangsang pertumbuhan tanaman, juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air sehingga dapat meningkatkan luas areal tanaman yang bisa diairi. Genangan terus menerus justru menghambat penyerapan unsur hara pada masa pertumbuhan tanaman, khususnya pada saat pembentukan anakan di fase vegetatif. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa metode pergantian penggenangan-pengeringan (AWD) lebih banyak menghasilkan anakan dibandingkan dengan metode konvensional. Tabel 2 menunjukkan AWDBO 40% menghasilkan 43 anakan, sedangkan konvensional BO 40% menghasilkan 37 anakan. Semakin bertambahnya umur tanaman, maka semakin terlihat perbedaan dalam perkembangannya. Hal ini dapat dilihat dari jumlah daun dan tingginya tanamannya. Pada umur 30 HST–45 HST padi mengalami fase

vegetative, umur 60 HST padi mengalami fase generatif dimana padi mulai mengeluarkan malainya. Malai tersebut akan terus berkembang seiring bertambahnya masa tanam. Saat padi 75 HST malai keluar seutuhnya dari pelepah daun dantahap pembungaan dimulai. Demi menghindari gangguan hama dari wereng coklat maka dilakukan usaha pembungkusan/memberikan kelambu pada tanaman-tanaman tersebut. Memasuki usia 109 HST, gabah malai mulai menguning, anakan padi mengalami layu, menguning dan kering. Hal ini menandakan bahwa padi siap untuk dipanen.

Tabel 2. Jumlah Anakan

| Perlakuan | Jumlah Anakan | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----|
| | 0 HST | 15 HTS | 30 HST | 45 HST | 60 HST | 75 HST | 90 HST | 110 HST | |
| Bahan Organik 40 % | | | | | | | | | |
| AWD | 1 | 4 | 4 | 18 | 32 | 57 | 54 | 50 | 46 |
| | 2 | 4 | 4 | 13 | 27 | 48 | 45 | 45 | 40 |
| | 3 | 4 | 4 | 12 | 28 | 49 | 47 | 46 | 44 |
| | Rerata | 4 | 4 | 14 | 29 | 51 | 49 | 47 | 43 |
| KON | 1 | 4 | 4 | 12 | 29 | 50 | 47 | 40 | 36 |
| | 2 | 4 | 4 | 10 | 30 | 51 | 47 | 39 | 36 |
| | 3 | 4 | 4 | 7 | 30 | 45 | 39 | 37 | 40 |
| | Rerata | 4 | 4 | 10 | 30 | 49 | 44 | 39 | 37 |
| MSD | 1 | 4 | 4 | 9 | 33 | 45 | 42 | 38 | 32 |
| | 2 | 4 | 4 | 9 | 35 | 50 | 49 | 46 | 37 |
| | 3 | 4 | 7 | 9 | 31 | 52 | 43 | 38 | 29 |
| | Rerata | 4 | 5 | 9 | 33 | 49 | 45 | 41 | 33 |
| Bahan Organik 60 % | | | | | | | | | |
| AWD | 1 | 4 | 4 | 9 | 24 | 36 | 40 | 40 | 39 |
| | 2 | 4 | 5 | 11 | 32 | 44 | 45 | 45 | 39 |
| | 3 | 4 | 4 | 11 | 26 | 43 | 40 | 40 | 37 |
| | Rerata | 4 | 4 | 10 | 27 | 41 | 42 | 42 | 38 |
| KON | 1 | 4 | 7 | 11 | 27 | 48 | 44 | 44 | 38 |
| | 2 | 4 | 7 | 12 | 33 | 47 | 44 | 42 | 39 |
| | 3 | 4 | 8 | 12 | 37 | 56 | 53 | 48 | 43 |
| | Rerata | 4 | 7 | 12 | 32 | 50 | 47 | 45 | 40 |
| MSD | 1 | 4 | 4 | 8 | 17 | 32 | 40 | 40 | 38 |
| | 2 | 4 | 5 | 7 | 16 | 28 | 38 | 38 | 34 |
| | 3 | 4 | 4 | 7 | 19 | 30 | 37 | 37 | 35 |
| | Rerata | 4 | 4 | 7 | 17 | 30 | 38 | 38 | 36 |

4.3 Hasil Produksi

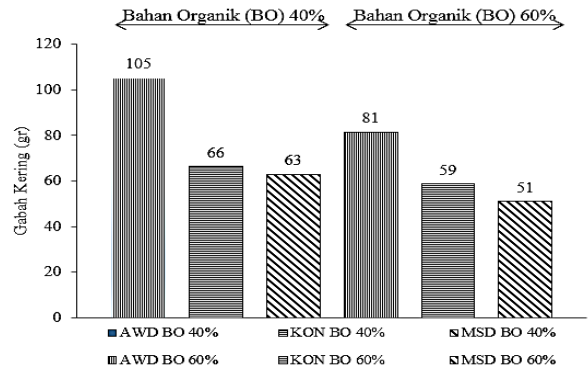
Tabel 3 dan Gambar 1 menunjukkan besaran hasil produksi gabah kering. Budidaya padi AWDBO 40% menghasilkan produksi padi tertinggi yaitu 105 gram gabah kering, sedangkan MSD BO 60% menghasilkan produksi terendah yaitu 51 gram gabah kering. Hasil produksi gabah kering ini dianalisis dengan menggunakan uji statistik *Duncan Multiple Range Test* untuk mengetahui beda nyata antara beberapa sampel dari perlakuan-perlakuan yang dilakukan.

Tabel 3 Hasil Produksi Gabah Kering

| Perla- Kuan | Gabah Kering Panen (Gram) | Gabah Kering (Kg/ha) | Giling (Kg/ha) | Beras (Kg/ha) |
|----------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------|------------------|
| BO 40 % | | | | |
| AWD | 105c | 11703 c | 10059 c | 6794 c |

| | | | | |
|----------------|-------|---------|---------|---------|
| KON | 66 ab | 7370 ab | 6334 ab | 4278 ab |
| MSD | 63 ab | 7000 ab | 6016 ab | 4063 ab |
| BO 60 % | | | | |
| AWD | 81 bc | 9037 bc | 7767 bc | 5246 bc |
| KON | 59 ab | 6518 ab | 5602 ab | 3784 ab |
| MSD | 51 a | 5666 a | 4870 a | 3289 a |

Keterangan: huruf yang sama menunjukkan tidakada beda nyata pada tingkat kepercayaan 95% dengan uji lanjut DMRT.



Gambar 1 Hasil Produksi Gabah Kering Panen

Arianta (2016) menjelaskan tentang budidaya padi organik SRI dengan media tanah sawah berbahan organik dapat meningkatkan hasil produksi petani. Satu hektar sawah dengan jarak tanam 30 cm dapat ditanami 111.111 titik. Jika setiap titiknya ditanam dengan 2 bibit padi dan menggunakan BO sebesar 40% diperkirakan akan menghasilkan 7.5 ton gabah kering panen yang setara dengan 6.5 Ton gabah kering giling atau setara pula dengan 4.4 Ton beras.

Hasil analisis statistic, *Duncan Multiple Range Test* tampak bahwa metode AWD memberikan hasil yang berbeda nyata dengan metode lainnya. Pada AWD BO 40% dan BO60% tidak terdapat beda nyata, sedangkan antara AWD dengan konvensional serta perlakuan MSD terdapat beda nyata.

Perlakuan konvensional dan MSD tidak beda nyata meskipun kedua presentase campuran bahan organiknya berbeda (BO 40% dan BO 60%). Dari hasil analisis ini dapat dikatakan bahwa AWD merupakan perlakuan terbaik yang memberikan hasil gabah yang paling banyak dibandingkan dengan kedua perlakuan lainnya. Hal ini tidak sesuai dengan hasil analisis Arianta (2016) yang menyatakan bahwa perlakuan SRI 20, 40, dan 60 tidak memperoleh hasil yang berbeda nyata, artinya secara statistik perbedaan dosis BO 20%, 40%, dan 60% tidak mempengaruhi perbedaan hasil produksi padi.

Perbedaan metode pemberian air ini juga mempengaruhi hasil produksi padi. Metode konvensional dan MSD yang dalam pertumbuhannya memerlukan banyak air membuat hasil panen gabah lebih sedikit dari pada AWD yang pada praktiknya membutuhkan air lebih sedikit. Meskipun padi mampu bertahan dalam kondisi air yang tergenang, namun sebenarnya air yang tergenang tersebut dapat membuat sawah menjadi kekurangan oksigen yang berguna untuk pertumbuhan akar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurrochmad (2007) yang menyatakan bahwa tanaman padi jika dilihat dari sisi botani, terutama sistem perakaran, sebenarnya bukan merupakan tumbuhan air tetapi tumbuh dengan baik pada lahan tergenang dan mempunyai sifat semiakuatis.

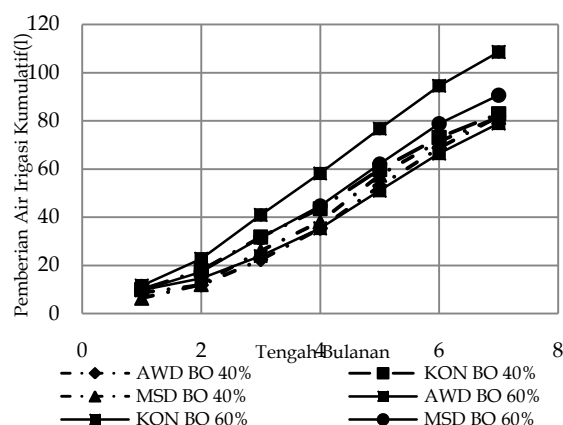
4.4 Kebutuhan Air Irigasi

Metode pemberian air sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan kembangan dari tanaman padi, maka dibutuhkan pengelolaannya yang baik serta efektif agar tidak merugikan tanaman itu sendiri. Metode pemberian air seharusnya dapat disesuaikan dengan karakteristik tanaman tersebut. Pada penelitian ini yang dimaksud dengan kebutuhan air irigasi adalah jumlah air yang diberikan kepada setiap tanaman saat masa tanam sampai dengan panen. Kebutuhan air irigasi yang diberikan setiap tengah bulan selama masa tanaman dipaparkan dalam Tabel 4 dan Gambar 2, yang menunjukkan bahwa jumlah pemberian air irigasi terbesar yaitu 108.6 liter pada metode konvensional BO 60%, sedangkan pemberian air irigasi terkecil yaitu 78.92 liter pada AWD BO 60%. Hasil penelitian ini menunjukkan kesamaan dengan penelitian Sujono dan Jayadi (2008) yang menyatakan sistem pemberian air metode tradisional (TRI) adalah metode pemberian air yang paling boros.

Tabel 4. Kebutuhan Air Irigasi

| Tengah Bulan | Metode | | |
|---------------|--------|-------|-------|
| | AWD | KON | MSD |
| BO 40% | | | |
| 1 | 8,67 | 9,99 | 6,42 |
| 2 | 3,13 | 7,94 | 5,68 |
| 3 | 10,55 | 13,81 | 13,94 |
| 4 | 12,93 | 11,81 | 12,13 |
| 5 | 17,59 | 16,28 | 19,32 |
| 6 | 15,80 | 13,26 | 13,99 |
| 7 | 13,15 | 9,82 | 10,02 |
| Total (Liter) | 81.82 | 82.90 | 81.49 |
| BO 60% | | | |
| 1 | 9,74 | 11,51 | 9,70 |
| 2 | 4,87 | 11,19 | 7,61 |

| | | | |
|---------------|-------|--------|-------|
| 3 | 9,30 | 18,18 | 14,12 |
| 4 | 11,49 | 17,25 | 13,20 |
| 5 | 15,57 | 18,58 | 17,38 |
| 6 | 15,45 | 17,82 | 16,68 |
| 7 | 12,50 | 14,07 | 11,87 |
| Total (Liter) | 78,92 | 108,60 | 90,58 |



Gambar 2. Pemberian Air Irigasi Kumulatif

Tabel 4 menunjukkan total kebutuhan air untuk setiap metode pemberian air. Metode AWD, konvensional dan MSD BO 40% tidak memiliki nilai total kebutuhan air yang jauh berbeda. Hal ini dimungkinkan karena kandungan BO 40% mampu secara optimum membantu menyimpan air, sehingga metode konvensional yang dikenal sebagai metode boros air dalam pelaksanaannya tetap memberikan nilai total kebutuhan air yang mendekati dengan nilai total kebutuhan air untuk AWD dan MSD. Hal ini juga dikemukakan pada penelitian Rina (2015) yang menyatakan bahwa kemampuan mengikat air optimum tanah Bantul pada kondisi kapasitas lapang terjadi pada persentase pupuk 40%. Gambar 2 menunjukkan hasil yang sama dengan hasil penelitian Arianta (2016), dimana terjadi peningkatan pemberian air irigasi secara signifikan pada tengah bulan ke-3 sampai tengah minggu ke 6, apabila dibandingkan dengan tengah minggu pertama dan ke 2. Hal ini mungkin disebabkan oleh keadaan pada tengah minggu kedua sampai minggu ke 6 padi masih dalam fase vegetatif sedangkan pada tengah minggu selanjutnya padi dalam fase generatif, dimana pada fase vegetatif, padi masih dalam tahapan pertumbuhan kembangan dibagian akar, batang, dan daun yang memerlukan air yang cukup banyak, karena apabila terjadi kekurangan air dapat mengakibatkan kerugian pada tanaman tersebut. Kerugian yang terjadi misalnya, terhambatnya pertumbuhan atau jumlah anakan akan lebih sedikit.

4.5 Kehilangan Air

Evapotranspirasi

Nilai evapotranspirasi pada Tabel 5 menggunakan data sekunder, diperoleh dari data Laboraturium Agro Klimatologi, Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.

Tabel 5. Evapotranspirasi

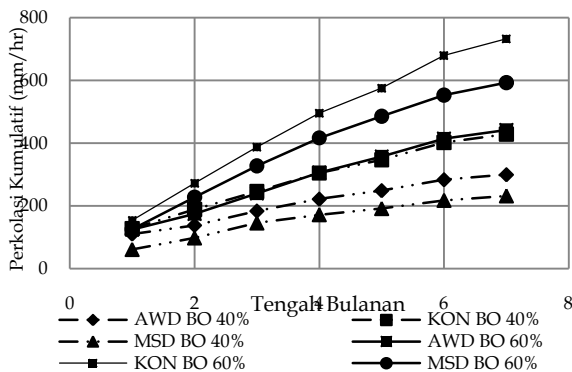
| Bulan | Sept | Okt | Nov | Des |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| ETo (mm/hari) | 4,794 | 4,630 | 4,208 | 4,573 |

Perkolasi

Besarnya perkolasi tengah bulanan dapat dilihat pada Tabel 6. dan Gambar 3 .yang diketahui bahwa perkolasi tengah bulanan tertinggi terjadi pada metode konvensional BO 60%, yaitu 10.26 mm/hari, sedangkan perkolasi tengah bulanan terendah 0.94 mm/hari pada metode MSDBO 40%.

Tabel 6. Perkolasi tengah bulanan

| Tengah Bulana n | AW | KO | MS | AW | KO | MSD |
|--------------------|--------|------|------|--------|-------|------|
| | D | N | D | D | N | |
| | BO 40% | | | BO 60% | | |
| 1 | 7,38 | 8,53 | 4,08 | 8,29 | 10,26 | 8,39 |
| 2 | 1,85 | 4,11 | 2,46 | 3,31 | 7,88 | 6,83 |
| 3 | 3,04 | 3,77 | 3,18 | 4,26 | 7,69 | 6,63 |
| 4 | 2,53 | 3,93 | 1,75 | 4,41 | 7,19 | 5,95 |
| 5 | 1,80 | 2,81 | 1,31 | 3,41 | 5,35 | 4,58 |
| 6 | 2,31 | 3,67 | 1,75 | 3,83 | 6,90 | 4,52 |
| 7 | 1,07 | 1,77 | 0,94 | 1,84 | 3,55 | 2,64 |
| Rerata (mm/hr) | 2,85 | 4,08 | 2,21 | 4,19 | 6,97 | 5,65 |



Gambar 3. Perkolasi Kumulatif

Hasil ini *liner* dengan Rina (2015) yang menyatakan perkolasi sangat tergantung pada tinggi genangan dan kemampuan tanah mengikat air. Semakin tinggi genangan maka perkolasi yang terjadi juga akan semakin besar dan semakin tinggi kemampuan tanah mengikat air maka perkolasi yang terjadi akan semakin kecil pula. Hal ini membuktikan bahwa tinggi genangan 3 cm sepanjang masa tanam pada metode konvensional menjadi faktor penyebab utama terjadinya perkolasi

yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan AWD dan MSD yang tinggi genangan airnya hanya 2 cm dan sistem pemberian airnya pergantian basah kering. Perkolasi dapat pula dipengaruhi oleh penambahan bahan organik. Dari hasil penelitian, penambahan BO 60% pada tanah sawah lebih meningkatkan nilai perkolasi yang terjadi, jika dibandingkan dengan BO 40% pada tanah sawah. Tabel 5.5 menunjukkan bahwa perkolasi rerata metode konvensional dengan BO 60% merupakan nilai perkolasi tertinggi (6,97 mm/hari) yang terjadi selama masa tanam, sedangkan metode MSD BO 40% merupakan nilai perkolasi terendah (2,21 mm/hari). Hal ini juga dikemukakan dalam Rina (2015) yang menyatakan bahwa kemampuan mengikat air (KMA) optimum tanah Bantul pada kondisi kapasitas lapang terjadi pada persentase pupuk 40%. Dari pernyataan ini dapat diketahui bahwa penambahan BO 40% sudah dapat mencapai nilai optimum dari kemampuan tanah mengikat air. Maka untuk penambahan komposisi BO lebih dari nilai 40% memungkinkan tanah tersebut tidak mampu lagi mengikat air lebih besar. Hal ini mungkin disebabkan oleh tekstur dari BO yang berpori lebih besar dari pada tanah sawah, yang dapat menyebabkan air genangan dapat dengan mudah turun sebagai perkolasi.

4.6 Produktivitas Air

Produktivitas air dapat dijadikan sebagai kriteria dari keberhasilan dalam kegiatan pertanian terhadap hasil produksinya. Oleh sebab itu, nilai produktivitas air seharusnya diupayakan untuk lebih ditingkatkan. Arianta (2016) menyatakan ada dua strategi dalam peningkatan produktivitas air, yaitu hasil gabah meningkat dengan konsumsi air total tetap dan hasil gabah meningkat dengan konsumsi air total berkurang. Tabel 7 berikut menunjukkan nilai produktivitas air pada setiap perlakuan pemberian air.

Tabel 7. Produktivitas Air

| Perlakuan | Hasil Produksi (gr) | Kebutuhan Air (m³) | Produktivitas Air (kg/m³) |
|---------------|---------------------|--------------------|---------------------------|
| BO 40% | | | |
| AWD | 105 | 82 | 1,3 |
| KON | 66 | 83 | 0,8 |
| MSD | 63 | 81 | 0,8 |
| BO 60% | | | |
| AWD | 81 | 79 | 1 |
| KON | 59 | 109 | 0,5 |
| MSD | 51 | 91 | 0,6 |

Nilai produktivitas air yang ditunjukkan pada Tabel 7 menyatakan bahwa metode AWD BO 40% merupakan produktivitas air terbesar yaitu 1.3 kg/m³ dengan hasil gabah kering panen 105 gr, sedangkan metode konvensional BO 60% memiliki nilai produktivitas terkecil yaitu 0.5 kg/m³ dengan hasil gabah kering panen 59 gr. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa metode AWD mampu menjadi solusi untuk meningkatkan hasil gabah dengan konsumsi air yang kecil.

5. Simpulan

- Metode *Alternate Wetting and Drying* BO 40% menghasilkan anakan terbanyak, 43 anakan dengan tinggi tanaman 127 cm, sedangkan Metode *Mid Summer Drainage* BO 40% menghasilkan anakan terendah, 33 anakan dengan tinggi tanaman 101 cm.
- Budidaya padi metode *Alternate Wetting and Drying* BO 40% menghasilkan produksi gabah kering panen tertinggi (105 gr), sedangkan *Mid Summer Drainage* BO 60% menghasilkan produksi gabah kering terendah (51 gr).
- Uji statistik *Duncan Multiple Range Test*, menunjukkan bahwa metode AWD paling unggul bila dibandingkan dengan metode lainnya yang diuji.
- Pemberian air irigasi terbesar yaitu metode konvensional BO 60%, sedangkan pemberian air irigasi terkecil pada metode AWD BO 60%.
- Produktivitas air terbesar adalah metode AWD BO 40%, sedangkan produktivitas air terkecil adalah metode konvensional BO 60%.

Daftar Pustaka

Alavan, Hayati. R., dan Hayati., E., (2015). Pengaruh Pemupukan Terhadap Pertumbuhan Beberapa Varietas Padi Gogo (*Oryza Sativa* L.). *J. Floratek* 10:61 – 68.

Arianta, R., (2016). Kajian Irigasi Hemat Air Metode System of Rice Intensification (SRI) dengan Komposisi Berbagai Bahan Organik dan Tanah Sawah. Tesis Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, (1986). Standar Perencanaan Irigasi KP-01.

Handayani, F., Mastur, dan Nurbani.,(2011). Respon Dua Varietas Kedelai Terhadap Penambahan Beberapa Jenis Bahan

Organik. Kerjasama UNDIP, BPTP Jateng, Pemprov Jateng.

Harto, S., (2000). Hidrologi: Teori-Masalah-Penyelesaian. Nafiri, Yogyakarta.

Harto, S., (2009). Hidrologi: Teori-Masalah-Penyelesaian. Nafiri, Yogyakarta.

IRRI, (2009). Saving Water: Alternate Wetting Drying (AWD). International Rice Research Institute.

Nurrochmad, F., (1998). Manajemen Irigasi. Yogyakarta.

Nurrochmad, F., (2007). Kajian Pola Hemat Pemberian Air Irigasi. *Jurnal Forum Teknik Sipil*, No. XVII/2-Mei 2007:517-529. Fakultas Teknik UGM.

Muslimah, (2007). Karakteristik dan Pengelolaan Tanah Sawah yang Terkena Bencana Tsunami Setelah 2,5 Tahun. Tesis Fakultas Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan USU, Medan-Sumatera Utara.

Nitisapto, M., (1980). Kebutuhan Air Tanaman Padi Sawah pada Musim Kemarau. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.

Rauf, Syamsuddin, T., Sri Rahayu Sihombing., (2000). Peranan Pupuk NPK pada Tanaman Padi. Loka Pengkajian Teknologi Pertanian Koya Barat, Irian Jaya.

Reeves, W., (1997). *The Role of Soil Organic Matter in Maintaining Soil Quality in Continuous Cropping Systems. Soil & Tillage Research* (43); 131-167.

Rina, M., (2015). Pengaruh Bahan Organik Terhadap Kemampuan Tanah Sawah Mengikat Air. Tesis Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.

Rusdianto, E., (2008). Produktivitas Air Padi Sawah Dengan Sistem Irigasi Hemat Air. Tesis Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.

Sarief, S. E., (1985). Konservasi Tanah dan Air. Pustaka Buana, Bandung.

Sujono, J., dan Jayadi, R., (2008). Produktivitas Padi Sawah dengan Pola Irigasi Hemat Air. *Media teknik*, No. 3 Tahun XXX Edisi Agustus 2008 ISSN 0216-3012. Fakultas Teknik UGM.

Utomo, P., (2014). Kajian Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Terhadap Sifat Hidrofisik Pada Tanah Sawah Di Dusun Pepen Desa Trimulyo Kecamatan Sleman Kabupaten Sleman. Tesis Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.