

TEKNIK PENGATURAN AIR PADA INTENSIFIKASI PADI AEROB TERKENDALI-BERBASIS ORGANIK (IPAT-BO) UNTUK MENINGKATKAN POPULASI RHIZOBACTERIA, EFISIENSI PENGGUNAAN AIR, PERAKARAN TANAMAN, DAN HASIL TANAMAN PADI

Hingdri¹, Tien Turmuktini², Yuyun Yuwariah¹, Tati Nurmala¹, dan Tualar Simarmata¹

¹Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Jalan Jatinangor Raya km.21 Bandung 40600

²Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti

Tanjungsari – Sumedang

Korespondensi : Hingdri_9@yahoo.com dan tualarsimarmata@yahoo.com

ABSTRACT

The experiment to find out effect of water management on root growth fixing nitrogen bacteria population, phosphate solubilizing bacteria population, efficiency water uses and rice yield on SOBARI technology, was conducted from April until August 2012 at field of Agricultural Faculty, University of Winaya Mukti, Sumedang, 850 m above sea level. The experiment was arranged as Randomized Block Design with sixteen treatments and three replications. The sixteen treatments consisted of combine from four water managements and four rice varieties. Four water managements are flooded with water level 5 cm above, water level 0 cm, water level below – 5 cm, and water level below – 10 cm. Rice varieties are Ciherang, Sintanur, Inpari 13 and Fatmawati. Experiment result showed that were significantly influenced on root growth, fixing nitrogen bacteria, phosphate solubilizing bacteria, and yield. Treatment water level below – 10 cm variety Fatmawati gave the high result on root volume 186,6 ml, population of Azotobacter sp. (1,43 x 10¹⁰ CFU g⁻¹), phosphate solubilizing bacteria population (6,07 x 10⁸ CFU g⁻¹), yield 95,9 g clump⁻¹ equal 9,14 ton ha⁻¹ and increase efficiency water used 47,1 % than flooded with water level 5 cm above.

Key words: *Water management, efficiency of water uses, SOBARI, soil bacteria population*

ABSTRAK

Teknik pengaturan air pada budidaya tanaman padi melalui Intensifikasi Padi Aerob Terkendali-Berbasis Organik (IPAT-BO) perlu dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas rhizobacteria, tingkat efisiensi penggunaan air, perakaran tanaman, dan hasil tanaman pada berbagai teknik pengaturan air. Penelitian dilaksanakan di lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti, Tanjungsari pada inceptisol pada skala pot plastik. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal dengan 16 perlakuan dan diulang tiga kali, yaitu terdiri dari kombinasi antara perlakuan air dan empat varietas. Perlakuan air: tinggi muka air + 5cm, 0 cm, – 5 cm dan – 10 cm. Empat varietas: Ciherang, Sintanur, Inpari 13 dan Fatmawati. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh nyata terhadap populasi Rhizobacteria, perkembangan akar, dan hasil tanaman. Perlakuan tinggi muka air – 10 cm varietas Fatmawati memberikan hasil tertinggi pada volume akar 186,67 ml, populasi bakteri Azotobacter sp. (1,43 x 10¹⁰ CFU g⁻¹), bakteri pelarut fosfat (6,07 x 10⁸ CFU g⁻¹), hasil tanaman tertinggi 95,9 g rumpun⁻¹ setara dengan 9,14 ton ha⁻¹ serta meningkatkan efisiensi penggunaan air 47,1 % dibandingkan dengan pengendalian 5 cm.

Kata kunci: Teknik pengaturan air, efisiensi penggunaan air, IPAT-BO, populasi rhizobacteria

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan pengguna air terbesar pada saat ini maupun di masa mendatang (Notohadiprawiro, 2006). Padi sawah merupakan pengguna air terbanyak yaitu 3000 – 5000 liter air untuk menghasilkan 1 kg gabah (Bouman *et al.*, 2002). Keadaan ini berkaitan dengan hakekat pertanian yang bertumpu pada proses produksi hayati, menempati lahan yang luas dan efisiensi penggunaan sumber air secara nisbi rendah.

Jumlah kebutuhan air tanaman padi berbeda-beda pada setiap pertumbuhan dan perkembangannya. Kebutuhan akan air bergantung terhadap spesies, jaringan tertentu, umur tanaman dan lingkungannya (Gardner *et al.*, 1991). Dari segi botani terutama dari sistem perakarannya, tanaman padi sebenarnya bukan merupakan tumbuhan air, tetapi tumbuh dengan baik dalam keadaan tergenang. Karena itu padi disebut mempunyai sifat semi –akuatik (Hardjowigeno dan Rayes, 2001).

Kondisi lahan pertanian di Indonesia saat ini telah mengalami degradasi kesuburan lahan akibat sistem produksi yang tidak ramah lingkungan. Diperkirakan lebih dari 60% lahan sawah di Pulau Jawa telah mengalami degradasi kesuburan tanah (fisika, kimia dan biologi) yang diindikasikan oleh rendahnya kandungan bahan organik dibawah 1% idealnya 5% (Suryanata, 2007). Mengabaikan penggunaan bahan organik dan intensifnya pemberian pupuk an-organik serta pestisida untuk mengejar hasil yang tinggi merupakan salah satu pengelolaan lahan yang menyebabkan degradasi lahan dan pencemaran lingkungan.

Melihat kondisi sumber daya air yang semakin terbatas dan sumber daya lahan yang kritis saat ini perlu dilakukan berbagai tindakan. Pengelolaan air dalam usahatani padi sawah perlu dilakukan sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pendekatan teknologi Intensifikasi Padi Aerob Terkendali-Berbasis Organik (IPAT-BO) perlu diterapkan dalam usahatani padi sawah. IPAT-BO

merupakan suatu teknik budidaya berwawasan lingkungan dan efisiensi input air melalui teknologi hemat air. Menurut Simarmata (2008), Teknologi ini menggunakan pendekatan holistik untuk meningkatkan produktivitas tanaman dengan memadu serasikan kekuatan biologis tanah dan tanaman secara terpadu dan terencana serta mampu menghemat penggunaan air hingga 30 – 40 %. Dengan metode ini memunculkan harapan baru dalam budidaya tanaman padi yang mampu menghemat penggunaan air serta ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di lahan percobaan Fakultas Pertanian Winaya Mukti, Tangjungsari. Penelitian dilakukan pada skala polybag dengan rancangan Acak Kelompok (RAK) terdiri dari 16 kombinasi perlakuan dengan tiga ulangan. Perlakuan terdiri dari empat teknik pengaturan air (Tinggi muka air+ 5 cm, 0 cm.– 5 cm dan – 10 cm) dan empat varietas (Ciherang, Sintanur, Inpari 13, dan Fatmawati). Pengamatan populasi rhizobacteria dilihat pada populasi bakteri azotobacter, bakteri azospirillum, dan bakteri pelarut fosfat. Penghitungan efisiensi penggunaan air menggunakan jumlah total pemberian air selama musim tanam kemudian dibandingkan antara teknik pengaturan air + 5 cm dengan teknik pengaturan lainnya, hasil tanaman padi diamati dari hasil gabah kering panen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Rhizobacteria

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa pengaturan tinggi muka air tanah dengan berbagai ketinggian memberikan pengaruh nyata terhadap populasi rhizobacteria (bakteri azotobacter, bakteri azospirillum, dan bakteri pelarut fosfat) dibandingkan dengan penggenangan. Hal ini menunjukkan bahwa teknik pengaturan tinggi muka air pada tanaman padi dapat meningkatkan aktivitas rhizobacteria yang terlihat dari peningkatan jumlah populasi bakteri tersebut.

Tabel 1. Peranan Teknik Pengaturan Tinggi Muka Air terhadap Populasi Rhizobakteria *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., dan BPF (CFU g⁻¹) pada Berbagai Varietas Padi dengan Teknologi IPAT-BO

| Pengaturan Tinggi Muka Air | <i>Azotobacter</i> sp. (CFU g ⁻¹) | <i>Azospirillum</i> sp. (CFU g ⁻¹) | BPF (CFU g ⁻¹) |
|----------------------------------|--|---|-------------------------------|
| A = + 5 cm air varietas Ciherang | 6,42 x 10 ⁹ a | 1,87 x 10 ¹⁰ b | 2,93 x 10 ⁸ a |
| B = + 5 cm varietas Sintanur | 6,58 x 10 ⁹ a | 1,88 x 10 ¹⁰ b | 2,87 x 10 ⁸ a |
| C = + 5 cm varietas Inpari 13 | 7,17 x 10 ⁹ a | 1,21 x 10 ¹⁰ a | 3,38 x 10 ⁸ b |
| D = + 5 cm varietas Fatmawati | 7,48 x 10 ⁹ b | 1,22 x 10 ¹⁰ a | 2,72 x 10 ⁸ a |
| E = 0 cm varietas Ciherang | 1,27 x 10 ¹⁰ d | 3,17 x 10 ¹⁰ d | 5,50 x 10 ⁸ c |
| F = 0 cm varietas Sintanur | 8,53 x 10 ⁹ b | 2,62 x 10 ¹⁰ c | 5,47 x 10 ⁸ c |
| G = 0 cm varietas Inpari 13 | 1,07 x 10 ¹⁰ c | 2,23 x 10 ¹⁰ c | 5,35 x 10 ⁸ c |
| H = 0 cm varietas Fatmawati | 1,22 x 10 ¹⁰ d | 2,93 x 10 ¹⁰ d | 5,48 x 10 ⁸ c |
| I = - 5 cm varietas Ciherang | 1,14 x 10 ¹⁰ d | 2,46 x 10 ¹⁰ c | 4,60 x 10 ⁸ c |
| J = - 5 cm varietas Sintanur | 8,35 x 10 ⁹ b | 2,52 x 10 ¹⁰ c | 5,55 x 10 ⁸ c |
| K = - 5 cm varietas Inpari 13 | 1,18 x 10 ¹⁰ c | 2,36 x 10 ¹⁰ c | 5,47 x 10 ⁸ c |
| L = - 5 cm varietas Fatmawati | 1,23 x 10 ¹⁰ d | 3,72 x 10 ¹⁰ e | 5,52 x 10 ⁸ c |
| M = - 10 cm varietas Ciherang | 1,06 x 10 ¹⁰ c | 2,34 x 10 ¹⁰ c | 4,03 x 10 ⁸ b |
| N = - 10 cm varietas Sintanur | 7,57 x 10 ⁹ b | 2,47 x 10 ¹⁰ c | 5,02 x 10 ⁸ c |
| O = - 10 cm varietas Inpari 13 | 1,10 x 10 ¹⁰ c | 2,68 x 10 ¹⁰ c | 4,98 x 10 ⁸ c |
| P = - 10 cm varietas Fatmawati | 1,43 x 10 ¹⁰ d | 3,27 x 10 ¹⁰ d | 6,07 x 10 ⁸ c |

Keterangan :angka yang ditandai oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott pada taraf 5%

Peningkatan populasi bakteri rhizobacteria dapat terjadi pada teknik pengaturan air karena kondisi tanah mengalami perubahan dari anaerob menjadi aerob sehingga ketersediaan oksigen dalam tanah lebih tinggi. Oksigen dalam rizosfer mempunyai pengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme, yang pada akhirnya mempengaruhi ketersediaan nutrisi bagi akar (Gardner *et al.*, 1991). Perakaran padi akan tumbuh lebih baik pada kondisi tanah teroksidasi dibandingkan dengan tergenang. Zona utama perakaran padi akan lebih dalam pada kondisi tanah aerob dibandingkan dengan tergenang (Mao, 2002).

Peningkatan populasi rhizobacteria memiliki pengaruh positif terhadap peningkatan bobot kering akar tanaman. Perakaran tanaman

padi melepaskan eksudat berupa senyawa organik ke sekitarnya (tanah), senyawa ini dalam tanah dapat berpengaruh positif memberikan energi dan substrat bagi mikroorganisme tanah yang ada disekitar perakaran (Makarim, 2010). Sebaliknya rhizobacteria berasosiasi dengan akar menambat dan melarutkan unsur-unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi (Kennedy *et al.* 2004). Beberapa genotipe tanaman padi mampu menstimulasi asosiasi beberapa bakteri rhizobacteria seperti bakteri pemfiksasi nitrogen. Setiap genotype tanaman padi memiliki kemampuan yang berbeda dalam berasosiasi dengan bakteri rhizobacteria (Shrestha, 2005).

Tabel 2. Peranan Teknik Pengaturan Tinggi Muka Air terhadap Panjang Akar (cm), Volume Akar (ml), Berat kering Pupus (g), Akar (g) dan Rasio Pupus Akar pada Berbagai Varietas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) dengan Teknologi IPAT-BO

| Pengaturan Tinggi Muka Air | Akar Tanaman Padi | | Berat Kering Tanaman | | |
|----------------------------------|-------------------|---------|----------------------|--------|-------|
| | Panjang | Volume | Pupus | Akar | Rasio |
| A = + 5 cm air varietas Ciherang | 38,6 a | 103,3 a | 23,4 a | 10,1 a | 2,3 |
| B = + 5 cm varietas Sintanur | 40,3 a | 110,0 a | 26,0 a | 10,1 a | 2,5 |
| C = + 5 cm varietas Inpari 13 | 39,6 a | 126,6 a | 25,4 a | 10,8 a | 2,3 |
| D = + 5 cm varietas Fatmawati | 52,6 c | 148,3 b | 26,1 a | 15,2 c | 1,7 |
| E = 0 cm varietas Ciherang | 42,0 a | 150,0 b | 29,0 b | 14,4 c | 2,0 |
| F = 0 cm varietas Sintanur | 43,0 b | 111,6 a | 28,1 b | 14,4 c | 2,4 |
| G = 0 cm varietas Inpari 13 | 55,5 d | 141,6 b | 34,2 d | 14,7 c | 2,3 |
| H = 0 cm varietas Fatmawati | 60,6 d | 151,6 b | 30,1 c | 17,7 d | 1,6 |
| I = - 5 cm varietas Ciherang | 43,3 b | 138,3 b | 33,5 d | 14,0 c | 2,3 |
| J = - 5 cm varietas Sintanur | 45,0 b | 113,3 a | 30,9 c | 14,5 c | 2,1 |
| K = - 5 cm varietas Inpari 13 | 53,3 c | 146,6 b | 35,6 d | 17,2 d | 2,0 |
| L = - 5 cm varietas Fatmawati | 57,3 d | 163,3 c | 32,9 c | 17,2 d | 1,9 |
| M = - 10 cm varietas Ciherang | 45,3 b | 106,6 a | 30,5 c | 12,5 b | 2,4 |
| N = - 10 cm varietas Sintanur | 47,6 b | 106,6 a | 28,1 b | 14,0 c | 2,0 |
| O = - 10 cm varietas Inpari 13 | 50,3 c | 141,6 b | 37,2 d | 16,0 d | 2,3 |
| P = - 10 cm varietas Fatmawati | 57,0 d | 186,6 c | 32,0 c | 17,3 d | 1,8 |

Keterangan : angka yang ditandai oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott pada taraf 5%.

Efisiensi Penggunaan Air

Teknik pengaturan air dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air 24,363 hingga 47,152 % dibandingkan dengan penganan. Penurunan muka air 5 cm dan 10 cm rata-rata mampu meningkatkan efisiensi air hingga 40 % dibandingkan dengan penganan. Teknik

pengaturan air disesuaikan dengan kebutuhan air tanaman setiap fase pertumbuhannya sehingga dapat dilakukan efisiensi penggunaan air (Tabel 2) tanpa mengurangi hasil tanaman (Tabel 4). Selama periode pertumbuhan tanaman terdapat fase-fase dimana air menjadi faktor pembatas (Vergara 1976; Subagyono *et al.*, 2004)

Tabel 3. Total Volume Penggunaan Air dan Efisiensi Penggunaan Air

| Pengaturan Tinggi Muka Air | Rata-rata | Efisiensi Penggunaan Air (%) |
|----------------------------------|---|------------------------------|
| | Penggunaan Air (L tanaman ⁻¹ musim ⁻¹) | |
| A = + 5 cm air varietas Ciherang | 61,6 | - |
| B = + 5 cm varietas Sintanur | 64,7 | - |
| C = + 5 cm varietas Inpari 13 | 54,3 | - |
| D = + 5 cm varietas Fatmawati | 57,0 | - |
| E = 0 cm varietas Ciherang | 45,8 | 25,7 |
| F = 0 cm varietas Sintanur | 48,9 | 24,3 |
| G = 0 cm varietas Inpari 13 | 39,8 | 26,7 |
| H = 0 cm varietas Fatmawati | 41,6 | 26,9 |
| I = - 5 cm varietas Ciherang | 36,3 | 41,0 |

| | | |
|--------------------------------|------|------|
| J = - 5 cm varietas Sintanur | 38,6 | 40,3 |
| K = - 5 cm varietas Inpari 13 | 31,9 | 41,2 |
| L = - 5 cm varietas Fatmawati | 32,2 | 43,4 |
| M = - 10 cm varietas Ciherang | 32,9 | 46,6 |
| N = - 10 cm varietas Sintanur | 34,6 | 46,5 |
| O = - 10 cm varietas Inpari 13 | 29,2 | 46,1 |
| P = - 10 cm varietas Fatmawati | 30,1 | 47,1 |

Keterangan: Efisiensi penggunaan air (%) didapatkan dari membandingkan penggunaan air perlakuan tinggi muka air + 5 cm dengan perlakuan masing-masing (0cm, - 5 cm, dan - 10 cm).

Hasil Tanaman Padi

Teknik pengaturan tinggi muka air mempengaruhi secara nyata hasil tanaman padi (Tabel 4). Pengaturan tinggi muka air dengan ketinggian 0 cm, - 5 cm dan - 10 cm (aerob) memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penganan. Kondisi tanah aerob dapat meningkatkan pertumbuhan anakan yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan anakan produktif dan hasil tanaman. Kondisi aerob juga meningkatkan aktivitas rhizobacteria yang bersimbiosis dengan akar tanaman seperti bakteri

penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat sehingga meningkatkan ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Bakteri *Azotobacter* sp. Juga menghasilkan fitohormon seperti auksin, piridoxin, cyanocobalamine, asam nikotinat, asam pantothenat, thiamin, riboflavin, IAA, giberelin dan senyawa pengatur tumbuh lainnya yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman (Yuwono, 2008). Bakteri *Azospirillum* sp. mampu menghasilkan hormon IAA, giberelin dan sitokinin (Tien *et al.*, 1979). Hormon tersebut berperan dalam peningkatan hasil tanaman padi.

Tabel 4. Peranan Teknik Pengaturan Tinggi Muka Air terhadap Hasil Tanaman pada Berbagai Varietas Padi (*Oryza sativa* L.) dengan Teknologi IPAT-BO.

| Pengaturan Tinggi Muka Air | Hasil GKP (g rumpun ⁻¹) | Hasil GKP (ton ha ⁻¹) |
|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| A = + 5 cm air varietas Ciherang | 55,2 a | 5,26 |
| B = + 5 cm varietas Sintanur | 74,5 b | 7,10 |
| C = + 5 cm varietas Inpari 13 | 54,8 a | 5,22 |
| D = + 5 cm varietas Fatmawati | 75,2 b | 7,16 |
| E = 0 cm varietas Ciherang | 84,2 c | 8,02 |
| F = 0 cm varietas Sintanur | 84,6 c | 8,06 |
| G = 0 cm varietas Inpari 13 | 83,4 c | 7,95 |
| H = 0 cm varietas Fatmawati | 88,7 c | 8,45 |
| I = - 5 cm varietas Ciherang | 83,4 b | 7,94 |
| J = - 5 cm varietas Sintanur | 85,8 c | 8,17 |
| K = - 5 cm varietas Inpari 13 | 78,6 b | 7,49 |
| L = - 5 cm varietas Fatmawati | 92,9 c | 8,85 |
| M = - 10 cm varietas Ciherang | 71,8 b | 6,84 |
| N = - 10 cm varietas Sintanur | 90,4 c | 8,61 |
| O = - 10 cm varietas Inpari 13 | 74,3 b | 7,08 |
| P = - 10 cm varietas Fatmawati | 95,9 c | 9,14 |

Keterangan: Angka yang ditandai oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Scott-Knott pada taraf 5%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaturan tinggi muka air pada berbagai varietas padi berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman, perlakuan tinggi muka air – 10 cm varietas Fatmawati menunjukkan hasil tertinggi pada volume akar 186,6 ml, populasi bakteri pelarut fosfat $6,07 \times 10^8$ CFU g^{-1} dan populasi bakteri *Azotobacter* sp. $1,43 \times 10^{10}$ CFU g^{-1} .
2. Sistem IPAT-BO dengan teknik pengaturan tinggi muka air – 10 cm varietas Fatmawati dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 47,1 % dibandingkan dengan perlakuan pengaturan tinggi muka air + 5 cm. Perlakuan teknik pengaturan air – 10 cm menunjukkan hasil tanaman tertinggi 95,9 g rumpun-1 (9,14 ton ha-1).

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai teknik pengaturan air dengan metode IPAT-BO pada skala lapangan dengan teknik pengaturan yang sama sehingga didapatkan rekomendasi teknik pengaturan air skala lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini diucapkan terima kasih kepada DIKTI, LPPM-UNPAD dan Tim Hibah Pasca Unpad Tahun 2012 dengan Ketua Tim Prof. Dr.Tualar Simarmata MS yang telah memberikan kesempatan ikut serta dalam penelitiannya dan telah membantu pendanaan kegiatan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada CV. Bintang Asri Artaulu yang telah mengizinkan menggunakan laboratorium mikrobiologinya untuk penelitian rhizobacteria ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bouman B., Hengsdijk H, Hardy B, Bindraban PS, Tuong TP, Ladha JK, editors. 2002. Water-wise rice production. Proceedings of the International Workshop on Water-wise Rice Production, 8-11 April 2002, Los Baños, Philippines. Los Baños

(Philippines): International Rice Research Institute. 356 p.

Gardner, F. P., R. Brent Pearce., dan Roger L. Mitchell. 1991. *Physiology of Crop Plants*. The Iowa State University Press. 1985. *Terjemahan*. Herawati Susilo. Penerbit Universitas Indonesia. UI-Press. 427 hal.

Gaspersz, V. 1995. *Teknis Analisis Dalam Penelitian Percobaan*. Tarsito. Bandung.

Hardjowigeno, S dan L. Rayes. 2001. *Tanah Sawah*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Kyuma, K. 2004. *Paddy Soil Science*. Kyoto University Press and Trans Pasific Press.

Notohadiprawiro, T. 2006. *Rasionalisasi Penggunaan Sumberdaya Air di Indonesia*. Ilmu Tanah Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Makarim, A. K. dan Suhartatik, E. 2010. *Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.

Mao, Z. 2002. *Water Efficient Irrigation and Environmentally Sustainable Irrigated Rice Production in China*. Wuhan University. Wuhan (China).

Notohadiprawiro, T. 2006. *Rasionalisasi Penggunaan Sumberdaya Air di Indonesia*. Ilmu Tanah Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Shrestha, R. K. and S. L. Maskey. 2005. *Associative Nitrogen Fisation in Lowland Rice*. Nepal Agric. Res. J. Vol. 6:112-121

Simarmata, T. 2008. *Teknologi Intensifikasi Padi Aerob Terkendali Berbasis Organik (IPAT-BO) untuk Melipatgandakan Produksi Padi dan Mempercepat Pencapaian Kedaulatan Pangan di Indonesia*. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada tanggal 2 Mei. 2008 di Universitas Padjadjaran.

Subagyono, K., A. Darias, E. Sumaini dan Undang Kurnia. 2004. *Pengelolaan Air Pada Tanah Sawah dalam: Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya 2004*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.DEPTAN.

Suryanata, Z. 2007. *Padi SRI Penghematan Sistem Budidaya Padi Hemat Air Irigasi dengan Hasil Tinggi*. Pustaka Giratuna: Bandung.

Tien, T. M., H. Gaskins and D. H. Hubbel. 1979. *Plant Growth Substances Produced By Azospirillum brasilense and Their Effect On The Growth Of Pearl Millet (Pennisetum americanum L.)*. *Appl. Environ. Microbiol.*37 : 1016 - 1024.

Yuwono, T. 2008. *Bioteknologi Pertanian*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.