

KEBUTUHAN DAN CARA PEMBERIAN AIR IRIGASI UNTUK TANAMAN PADI SAWAH (*Oryza sativa* L.)

Oleh Jhon Hardy Purba¹

Abstrak: Kebutuhan air untuk tanaman padi sawah mencakup perhitungan air yang masuk dan keluar dari lahan sawah. Air di sawah dapat bertambah karena turun hujan, sengaja diairi dari saluran irigasi, dan perembesan dari sawah yang lebih tinggi letaknya. Air di sawah akan berkurang karena terjadinya transpirasi, evaporasi, infiltrasi, perkolasi, bocoran di tanah sawah dan pematang sawah, dan drainase. Berdasarkan kecukupan pasokan air, ada tiga sistem pembagian air, yaitu sistem serentak, sistem golongan, dan sistem rotasi (giliran). Berdasarkan teknik budidaya dan kecukupan air, maka cara pemberian air irigasi untuk padi sawah terdiri atas tiga cara, yaitu penggenangan sampai ketinggian tertentu, pengaliran air terus menerus, dan pengaliran air terputus-putus.

Kata kunci: *Air irigasi, padi sawah, sawah, pengaliran air terus-menerus, dan pasokan air terputus-putus.*

¹⁾ Jhon Hardy Purba adalah staf edukatif pada Fakultas Pertanian Universitas Panji Sakti Singaraja.

I. Pendahuluan

Jika rata-rata kebutuhan air irigasi sebesar 1 liter/detik/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). Konsumsi air untuk padi dengan sistem konvensional itu, perlu diketahui sehingga praktisi pertanian perlu tahu dan sedapat mungkin lebih menghemat penggunaan air untuk budidaya padi.

Dalam praktik budidaya padi sawah selama ini, kondisi ketersediaan air bervariasi mulai dari selalu tersedia, tersedia cukup pada musim tertentu, dan terbatas sepanjang musim. Hal ini tergantung kepada sumber air irigasi. Pada setiap kondisi ketersediaan air tersebut, terdapat masing-masing cara pemberian dan pembagian air yang menyesuaikan dengan ketersediaan air.

Dari beberapa cara pemberian air yang selama ini dilakukan, maka pilihan untuk memberi air secara terputus-putus (*intermittent*) merupakan pilihan yang paling bijak dalam menghemat air dan sekaligus meningkatkan produksi.

II. Kebutuhan Air untuk Tanaman Padi Sawah

Kebutuhan air untuk tanaman adalah jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses pertumbuhannya, sehingga diperoleh tambahan berat kering tanaman. Kebutuhan air tanaman dapat diukur dari perbandingan berat air yang dibutuhkan untuk setiap pertambahan berat kering tanaman. Dari sudut pandang irigasi, kebutuhan air untuk tanaman ditentukan oleh dua proses kehilangan air selama pertumbuhan tanaman, yaitu evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah kehilangan air karena penguapan dari permukaan tanah dan badan air atau permukaan tanaman tanpa memasuki sistem tanaman. Air yang berasal dari embun, hujan atau irigasi siraman yang kemudian menguap tanpa memasuki tubuh tanaman termasuk dalam air yang hilang karena evaporasi ini. Transpirasi adalah kehilangan air karena penguapan melalui bagian dalam tubuh tanaman, yaitu air yang diserap oleh akar-akar tanaman, dipergunakan untuk membentuk jaringan tanaman dan kemudian dilepaskan melalui daun ke atmosfer. Kedua proses kehilangan air tersebut kemudian sering disebut sebagai evapotranspirasi (Kartasapoetra dan Santoso, 1994).

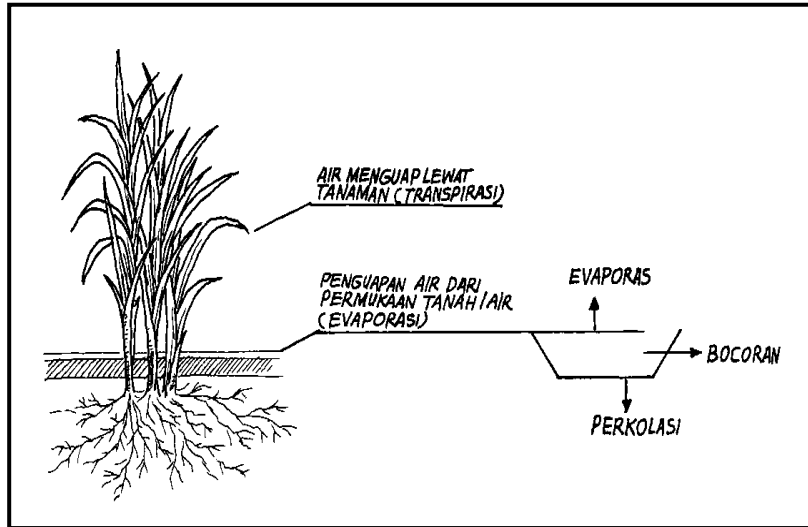
Kebutuhan air tanaman perlu diketahui agar air irigasi dapat diberikan sesuai dengan kebutuhannya. Jumlah air yang diberikan secara tepat, di samping akan merangsang pertumbuhan tanaman, juga akan meningkatkan efisiensi penggunaan air sehingga dapat meningkatkan luas areal tanaman yang bisa diairi. Kebutuhan air untuk tanaman merupakan salah satu komponen kebutuhan air yang diperhitungkan dalam perancangan sistem irigasi. Berbagai metode telah dikembangkan guna mengukur kebutuhan air untuk tanaman. Dalam perancangan sistem irigasi, kebutuhan air untuk tanaman dihitung dengan menggunakan metode prakira empiris berdasar rumus tertentu (Ditjen Pengairan PU, 1986; Harjadi, 1979).

Tanaman padi sawah adalah satu-satunya komoditi pertanian yang relatif banyak dan lama membutuhkan air bagi kehidupannya dibanding dengan tanaman/komoditi lain. Mulai dari mengolah tanah, persemaian masa pertumbuhan dan masa berbunganya, rata-rata membutuhkan air 1,2 liter/detik/ha (Badan Litbang Pertanian, 2007).

2.1 Komponen Kebutuhan Air Irigasi

Komponen kebutuhan air irigasi yang utama adalah kebutuhan air tanaman ditambah dengan komponen lain yaitu: perkolasi atau rembesan ke bawah dan ke samping; penguapan muka air bebas; dan bocoran-bocoran di sepanjang saluran. Karena cara pemberian air antara tanaman satu dengan lainnya berbeda-beda,

maka kebutuhan air irigasi juga tidak sama. Oleh karena itu, kebutuhan air irigasi harus dihitung secara teliti. Secara diagramatis komponen kebutuhan air irigasi digambarkan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Komponen kebutuhan air irigasi

2.2 Kebutuhan air untuk padi sawah secara umum

Tanaman padi yang ditanam pada daerah iklim yang panas dan kering serta banyak angin akan mengeluarkan lebih banyak air daripada tanaman di tempat sejuk, lembab dan angin yang kurang. Karena itu akan membutuhkan lebih banyak air.

Banyaknya air yang diperlukan pertanaman padi dan lingkungannya ditunjukkan oleh jumlah transpirasi dan evaporasi, atau disebut evapotranspirasi.

a. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi

Air irigasi yang dibutuhkan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$IN = ET \text{ crop} + SAT + PERC + WL - Pe$$

Keterangan:

- IN = Irrigation Water need (air irigasi yang dibutuhkan)
- ET crop = Crop Evapotranspirations (evapotranspirasi tanaman)
- SAT = Saturation (penjenuhan)
- WL = Water Layer
- Pe = Effective Rainfall (curah hujan efektif)

PERC = Percolation (perkolasi)

Contoh perhitungan:

Hitunglah air irigasi yang dibutuhkan (IN) di sawah untuk bulan April jika: $ET_0 = 5$ mm/hari (evapotranspirasi referensi untuk tanaman); $K_c = 1,1$ (koefisien tanaman); daerah akar sudah jenuh dalam bulan tersebut; $Perc = 2$ mm/hari; lapisan air (50 mm) dibutuhkan selama bulan April; $Pe = 135$ mm/bulan.

Jawaban:

Rumus : $IN = ET_{crop} + SAT + Perc + WL - Pe$

$ET_{crop} = ET_0 \times K_c = 5 \times 1,1 = 5,5$ mm/hari
 $= 5,5 \times 30$ hari = 165 mm/bulan

$SAT = 0$ mm

$Perc = 2$ mm/hari = $2 \times 30 = 60$ mm/bulan

$WL = 50$ mm

$Pe = 135$ mm/bulan

$IN = 165 + 0 + 60 + 50 - 135 = 410$ mm/bulan = 4,67 mm/hari

(Brouwer, *et al.*, 1985)

b. Lama dan Interval Pemberian air

- Misalkan jumlah air yang hilang karena evapotranspirasi 0,6 cm sehari dan membutuhkan pemasukan air setinggi 5 cm, maka pengaliran air untuk mencapai tambahan 5 cm tersebut dilakukan $5/0,6 \times 1$ hari = 8 hari sekali.

- Waktu atau lamanya pemberian air adalah:

$$= \frac{\text{Jumlah air yang akan di alirkan}}{\text{Kecepatan Air}}$$

- Bila sepetak sawah, panjang 30 m, lebar 20 m dan dibutuhkan tinggi air 2 cm, dan kecepatan air 1,2 liter/detik, maka lamanya pemberian air adalah:

$$\frac{20 \times 30 \times 0,02}{1,2} = \frac{2000 \times 3000 \times 2}{1,2} = \frac{12.000.000}{1,2} = \frac{12.000 \text{ liter}}{1,2 \text{ ltr/detik}} = 10.000 \text{ detik} = 2,78 \text{ jam}$$

- Kebutuhan air irigasi ke dalam petak sawah untuk mengolah tanah.

Contoh:

Lama waktu pengolahan tanah 1 ha adalah 3 hari. Pelumpuran sawah memerlukan air 100 mm, penggenangan 50 mm. Pergantian Evapotranspirasi = 180 mm/30 hr. Maka jumlah kebutuhan air = 100 mm + 50 mm + 180 mm = 330 mm dalam 30 hari atau 11,00 mm setiap hari (Ditjen Pengairan PU, 1986).

c. Kebutuhan Air Sesuai Tahap Pertumbuhannya

Ada 2 (dua) varietas padi yang umumnya ditanam di Indonesia yaitu varietas lokal dan varietas unggul. Varietas lokal umurnya relatif lebih panjang dan kebutuhan airnya juga lebih besar dibanding dengan varietas unggul, namun dari segi rasa, masyarakat menilai bahwa varietas lokal lebih enak dibanding dengan varietas unggul. Perbandingan kebutuhan air 2 varietas tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Air Tanaman Padi Sesuai Tahap pertumbuhannya

Tahap Pertumbuhan	Varietas lokal			Varietas unggul		
	mm/hari	l/det/ha	Periode (hari)	mm/hari	l/det/ha	Periode
Pengolahan Tanah	12,7	1,5	-	12,7	1,5	-
Pembibitan	3,0	0,4	20	3,0	0,4	20
Tanam s/d Primordial	7,5	0,9	40	6,4	0,75	35
Primordial s/d Bunga	8,8	1,0	25	7,7	0,9	20
Bunga 10 % s/d Penuh	8,8	1,0	20	9,0	1,0	20
Bunga Penuh s/d Pemasakan	8,4	1,0	20	7,8	0,9	20
Pemasakan s/d Panen	0	0	15	0	0	15

2.3 Cara Pemberian Air Irigasi

Ada 3 (tiga) macam cara pemberian air irigasi untuk padi, yaitu penggenangan air terus-menerus, pengaliran air terus-menerus dan pengaliran air terputus-putus.

1) Pemberian Air Untuk Menjaga Tinggi Genangan

Penggenangan air irigasi dapat dilakukan secara terus-menerus dengan ketinggian yang sama sepanjang pertumbuhan tanaman. Keadaan ini bisa dilakukan apabila jumlah air yang tersedia dalam kondisi yang cukup. Dengan tinggi genangan kurang dari 5 cm maka diperoleh produksi yang tinggi dan air lebih efisien (hemat).

2) Pemberian Air Secara Pengaliran Terus-Menerus

Cara pemberian ini dilakukan bila air terdapat dalam jumlah yang melimpah. Air dialirkan dari petak sawah ke petak lainnya melalui batang bambu atau lubang di

pematang sepanjang masa pertumbuhan tanaman. Cara ini dinilai boros air serta pemakaian pupuk maupun pestisida tidak efisien.



Gambar 2. Pemberian air secara terus menerus.

3) Pemberian Air Secara Terputus-putus

Pemberian air secara terputus-putus adalah cara memberikan dengan penggenangan yang diselingi dengan pengeringan (pengaturan) pada jangka waktu tertentu, yaitu saat pemupukan dan penyiangan. Cara ini disarankan karena dapat meningkatkan produksi dan menghemat penggunaan air (Integrated Irrigation Sector Project, 2001). Pemberian air secara terputus-putus ini, dijelaskan pada budidaya padi dengan metode tanam padi sebatang, dan SRI .

Pemberian Air Pada Cara Bercocok Tanam Padi Sebatang

Bercocok Tanam Padi Sebatang, penggenangan airnya sangat terbatas dan terputus-putus (*intermittent*) sebagaimana dijelaskan berikut ini.

Tabel 2. Pemberian air cara bercocok tanam padi sebatang

No	Pengaturan Air	Hari Setelah Tanam (hst)
1	Dikeringkan	0 – 3 hst
2	Diiri Macak-macak (tinggi air 0 – 2 cm)	4 – 13 hst
3	Dikeringkan	14 – 16 hst
4	Diiri Macak-macak (tinggi air 0 – 2 cm)	17 – 26 hst
5	Dikeringkan	27 – 29 hst
6	Diiri Macak-macak (tinggi air 0 – 2 cm)	30 – 39 hst
7	Dikeringkan	40 – 42 hst

8	Diairi Macak-macak (tinggi air 0 – 2 cm)	43 – 52 hst
9	Dikeringkan	53 – 55 hst
10	Diairi Macak-macak (tinggi air 0 – 2 cm)	56 – 65 hst
11	Dikeringkan	66 – 68 hst
12	Diairi Macak-macak (tinggi air 0 – 2 cm)	69 – 78 hst
13	Dikeringkan	79 – 81 hst
14	Diairi Macak-macak (tinggi air 0 – 2 cm)	82 – 91 hst
15	Dikeringkan Sampai Panen	92 – 105 * hst

* Tergantung umur varietas padi

Pemberian Air Metode System of Rice Intensification (SRI)

Pada umumnya pada cara tanam SRI sistem pemberian air dilakukan dengan cara terputus-putus (*intermittent*). Rincian sistem pemberian air pada budidaya padi cara SRI tersebut tidak seragam di semua daerah sebagaimana dijelaskan berikut ini.

1. Sistem pemberian air metode SRI di Sumatera Selatan

Pada awalnya lahan dikeringkan selama ± 10 hari sejak pindah tanam, sampai permukaan sawah retak-retak, tapi tidak sampai kering kerontang. Setelah masa pengeringan cukup, lahan diairi sedalam 2 cm, kemudian dibiarkan sampai lahan mengering sendiri. Pergantian antara pengeringan dan pengairan pola SRI dilakukan sebanyak 6-7 kali selama musim tanam dengan masa pengeringan 6-10 hari. Khusus untuk pengairan yang terakhir yang dimulai sejak sebelum fase primordia, lahan sawah digenangi terus-menerus dan proses pematangan gabah bisa lebih cepat dan merata. Sedangkan pemberian air yang cukup lama sejak fase primordia, bertujuan untuk menekan pertumbuhan anakan yang sudah tidak lagi diperlukan, memberikan cukup air bagi pembentukan bunga dan pembentukan bulir padi (Anonim, 2009; Mulyadi *et al.*, 2001).

2. Sistem pemberian air metode SRI di Jawa Barat

Di Jawa Barat, pola pengelolaan irigasi SRI di lahan adalah sebagai berikut.

1. Kondisi air dari macak-macak dibiarkan sampai retak rambut, kemudian diairi lagi sampai macak-macak. Kondisi ini dilakukan selama periode vegetatif dan pertumbuhan anakan (sampai dengan $\pm 45 - 50$ hst). Berdasarkan penelitian

yang dilakukan oleh Balai Irigasi, kondisi retak rambut tercapai saat kadar air tanah mencapai $\pm 80\%$ dari kadar air jenuh lapang (macak-macak).

2. Pada saat penyiangan, air irigasi diberikan sampai genangan 2 cm untuk memudahkan operasi alat penyiang. Setelah penyiangan selesai biasanya sawah dibiarkan menjadi macak-macak dengan sendirinya
3. Pada waktu mulai fase pembungaan ($\pm 51 - 70$ hst) dan pengisian bulir sampai masak susu ($\pm 71 - 95$ hst), sawah diairi dan terus dipertahankan macak-macak. Fase ini tanaman padi sangat peka terhadap kekurangan air. Pemberian air secara *intermittent* juga dapat dilakukan dengan mengairi lahan sampai 2 cm dan lalu irigasi kembali diberikan saat retak rambut.
4. Pada fase pematangan bulir sampai panen ($\pm 96 - 105$ hst), sawah dikeringkan. Pengeringan pada periode pematangan bertujuan untuk mempercepat dan menyneragamkan proses pematangan bulir padi (Nippon Koei *et al.*, 2004).

3. Sistem pemberian air metode SRI di Indonesia Bagian Timur

Pola pengelolaan air SRI di Indonesia Timur (tekstur berpasir) sedikit berbeda dengan pola pengelolaan air SRI di Jawa Barat. Pola irigasi *intermittent* alternasi genangan 2 cm sampai retak rambut dilakukan pada masa vegetatif. Pada masa generatif, lahan diirigasi kontinu dengan tinggi genangan 2 – 5 cm.



Gambar 3. Kondisi lahan saat genangan 2 cm (kiri) macak-macak (tengah) dan retak rambut (kanan).

Pembuangan kelebihan air (karena hujan, dsb) perlu dilakukan dengan memperhatikan kondisi ketersediaan air. Pada musim hujan, kelebihan air langsung dibuang agar kondisi retak rambut dapat tercapai. Sebaliknya pada musim kemarau saat ketersediaan air terganggu (terutama pada lahan sawah tadah hujan), kelebihan air dibiarkan tetap menggenangi lahan sehingga saat suplay irigasi terganggu tanaman tidak kekurangan air. Oleh karena itu khususnya pada lahan sawah tadah hujan, outlet drainase diturunkan sampai ± 0 cm (setinggi lahan) pada musim hujan

dan dinaikkan ± 2 cm pada musim kemarau (Nippon Koei *et al.*, 2006).

4. Sistem pemberian air metode SRI di Sulawesi Selatan

Sistem pemberian air metode SRI di Sulawesi Selatan adalah sebagai berikut.

- Mulai dari pindah tanam sampai dengan 3 hari setelah tanam (HTS) air dibiarkan dalam kondisi macak-macak.
- Pada umur 4 - 10 HTS, 15 - 25 HTS, 30 - 40 HTS, 45 - 55 HTS dan 60 - 90 HTS, tanaman diberi air setinggi ± 2 cm.
- Pada umur 11 - 14 HTS, 26 - 29 HTS, 41 - 44 HTS, 56 - 59 HTS dan 90 HTS sampai panen, petakan sawah dikeringkan.
(Nippon Koei Co., Ltd. *et al.*, 2004).

2.4 Cara Pembagian Air Irigasi

Ada 3 (tiga) cara pembagian air irigasi yaitu: sistem serentak, sistem golongan dan sistem rotasi. Penerapan ketiga cara tersebut tergantung pada jumlah air yang tersedia.

1) Pembagian Air Irigasi Secara Serentak

Air dibagikan ke seluruh areal yang ditanami pada waktu bersamaan secara merata. Jumlah air yang dibagikan disesuaikan fase perkembangan padi dan kebutuhan air yang diperlukan secara maksimal. Cara ini dapat dilakukan apabila jumlah air yang tersedia cukup banyak, atau jika nilai k lebih besar atau sama dengan 1.

2) Cara Golongan

Cara ini dilakukan bila jumlah air yang tersedia sangat terbatas, sementara kebutuhan air (terutama saat pengolahan tanah) sangat besar. Maka saat tanam dilakukan secara bertahap dari satu petak tersier ke petak lainnya. Kelompok-kelompok dalam petak tersier ini disebut sebagai golongan. Idealnya satu daerah irigasi dibagi dalam 3-5 (tiga sampai lima) golongan dengan jarak waktu tanam biasanya 2-3 (dua sampai tiga) minggu.

3) Cara Rotasi/Giliran

Jika kebutuhan air irigasinya besar sementara air yang tersedia kurang, maka perlu dilakukan pemberian air secara giliran antar petak tersier, atau antar petak sekunder. Idealnya periode giliran adalah 2-3 (dua sampai tiga) hari dan jangan lebih dari 1 (satu) minggu karena akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (Hansen *et al.*, 1986; Pasandaran dan Taylor, 1984).

III. Penutup

Melihat betapa banyaknya kebutuhan air irigasi untuk menghasilkan 1 kg beras yang mencapai 2.880 liter per kg beras pada padi sawah, yang menempatkan padi sawah sebagai komoditi pangan yang relatif paling boros air, maka pada kondisi ketersediaan air yang melimpah pun sebaiknya menggunakan teknik budidaya metode *System of Rice Intensification (SRI)* yang bisa menghemat air sampai 50%, dan produktivitas padi juga meningkat.

Apabila SRI diterapkan, maka lahan yang sebelumnya kekurangan air, bisa tercukupi airnya. Daerah irigasi yang sebelumnya berlimpah air, jika metode SRI diterapkan maka lahan sawah teririgasi bisa diperluas (ekstensifikasi), sehingga produksi padi secara nasional akan meningkat, hal ini akan mendukung ketahanan pangan nasional.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2009. Sistem of Rice Intensification. Proyek Irigasi komering Tahap II Fase – 2 (PIK II-2). Departemen Pekerjaan Umum RI, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. Jakarta.
- Badan Litbang Pertanian. 2007. Petunjuk Teknis Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Sawah Irigasi. Badan Litbang Pertanian. Jakarta
- Brouwer, C; A. Goffeau; and M. Heibloem. 1985. Irrigation Water Management. FAO. Rome – Italy.
- Dirgutiswa. 1996. Irigasi dan Bangunan Air. Gunadarma. Jakarta.
- Ditjen Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, 1986. Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta
- FAO. 1979. Irrigation and Drainage Paper No. 33, Yield Response to Water. Rome – Italy.
- FAO. 1989. Land Water Development Division, Manual for CROPWAT. Rome – Italy.
- Hansen, V. E. *et al.*, 1986. Dasar-dasar dan Praktek Irigasi. Erlangga. Jakarta
- Harjadi, S.S. 1979. Pengantar Agronomi. PT.Gramedia. Jakarta.
- Integrated Irrigation Sector Project. 2001. Water Requirement of Rice Field. Government of the Republic of Indonesia, Ministry of Public Works, Directorate General of Water Resources Development. Jakarta
- Kartasapoetra, A.G. dan Mul Mulyani Santoso, 1994. Teknologi Pengairan Pertanian (Irigasi). Bumi Aksara. Jakarta.
- Modul Pelatihan Instruktur Tata Guna Air Dalam Rangka Pemberdayaan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A), Edisi November 2008.
- Mulyadi, P.S.; I.J. Sasa, dan S. Partohardjono. 2001. Pengaruh *intermittent drainage* dan

- cara tanam padi terhadap emisi gas N₂O di lahan sawah. Prosiding Seminar Nasional Budidaya Tanaman Pangan Berwawasan Lingkungan. Puslitbangtan. Bogor.
- Neue, H.U. and P.A. Roger. 1993. Rice agriculture: factors controlling emission. *In* : M.A.K. Khalil and M. Shearer (eds). Global Atmospheric Methane. NATO ASI/ARW Series.
- Nippon Koei Co., Ltd. in association with PT. Bina Karya, PT. DDC Consultant, PT. Geo Ace, PT. Kwarsa Hexagon, PT. Mettana Engineering, PT. Pusat Pengembangan Agribisnis, PT. Tata Guna Patria, PT. Tritunggal P. Konsultan, and PT. Wiratman & Associates. 2004. Technical Note on Innovative Paddy Cultivation by SRI (*System of Rice Intensification*) as Tested in SSIMP-DISIMP Areas in 2002-2004. Government of The Republic of Indonesia, Ministry of Settlement and Regional Infrastructure, Directorate General of Water Resources), Decentralized Irrigation System Improvement Project in Eastern Region of Indonesia). Jakarta.
- Nippon Koei, Co., Ltd. and Associates. 2006. Panduan Budidaya Padi Hemat Air System of Rice Intensification (SRI). Departemen Pekerjaan Umum RI, DISIMP, JBIC. Jakarta.
- Nurrochmad, F. 2011. Sumber Daya Air sebagai Sarana Pendukung Produksi Beras di Indonesia. Pidato Pengukuhan Guru Besar Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan UGM. Yogyakarta.
- Pasandaran, E. dan Donald C.Taylor, 1984. Irigasi: Perencanaan dan Pengelolaan. PT.Gramedia. Jakarta.
- Pasandaran, E. 1991. Irigasi di Indonesia: Strategi dan Pengembangan. LP3ES. Jakarta.