

**EVALUASI KOEFISIEN TANAMAN PADI
BERDASARKAN KONSUMSI AIR PADA LAHAN SAWAH**
**EVALUATION OF CROP COEFFICIENTS
FROM WATER CONSUMPTION IN PADDY FIELDS**

Oleh:

Hanhan A. Sofiyuddin¹⁾, Lolly M. Martief²⁾, Budi I. Setiawan³⁾, Chusnul Arif³⁾

¹⁾Balai Irigasi, Pusat Litbang Sumber Daya Air, Badan Litbang, Kementerian Pekerjaan Umum

²⁾Pusat Litbang Sosial, ekonomi dan Lingkungan, Badan Litbang, Kementerian Pekerjaan Umum

³⁾Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Komunikasi penulis, email : hanhan.ahmad@gmail.com

Naskah ini diterima pada 30 Agustus 2012; revisi pada 21 September 2012;
disetujui untuk dipublikasikan pada 25 September 2012

ABSTRACT

Crop coefficient was calculated based on the observation of water consumption of various treated paddy fields on the objective to find its changes with time as the plant grew. Three principal techniques of paddy fields known as System of Rice Intensification, Integrated Crop Management and commonly practiced were investigated. Each of them has major different in irrigating and planting patterns, which lead to different performance on plant growth, productivity and water consumption. In this study, the combinations of irrigating and planting patterns across these 3 systems investigated. Measurements were conducted in daily basis on water level, perched water table, irrigation water, drainage water and weather parameters. Water balance analysis was carried out to calculate equivalent depth of soil water storage, which was then compared with measured soil water storage based on water level data and soil water retention curve. The results showed that each treatment produced similar crop coefficients. Average crop coefficient in 15 days periods are 0,87, 1,03, 1,13, 1,24, 1,28 and 1,25. These values are important to understand more about water saving mechanism as an input to develop irrigation discharge planning standard.

Keywords: paddy field, crop coefficient, SRI, ICM, water saving, water productivity

ABSTRAK

Koefisien tanaman dihitung berdasarkan pengamatan konsumsi air dari berbagai lahan sawah untuk mengetahui nilai dan variasi temporal sepanjang waktu pertumbuhan. Penelitian ini mengkaji tiga metode di lahan padi sawah, yaitu System of Rice Intensification, Pengelolaan Tanaman Terpadu dan metode yang biasa digunakan oleh petani (konvensional). Setiap metode memiliki perbedaan mendasar dalam pola perawatan tanaman dan pola pemberian air yang lebih lanjut menyebabkan perbedaan dalam hal pertumbuhan tanaman, produktivitas dan konsumsi air. Dalam penelitian ini, kombinasi pola perawatan tanaman dan pemberian air dari ketiga metode ini diujicobakan. Pengukuran dilakukan harian pada parameter tinggi genangan, tinggi muka air tanah lahan, irigasi, drainase serta parameter klimatologi. Analisa neraca air kemudian dilakukan untuk menghitung kedalaman ekuivalen simpanan air tanah, yang kemudian dibandingkan dengan data simpanan air tanah hasil pengukuran berdasarkan data tinggi muka air dan kurva retensi air tanah. Proses optimasi kemudian dilakukan untuk menemukan koefisien tanaman harian dengan meminimalisasi perbedaan kumulatif antara kedalaman tanah hasil analisa dan pengukuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap perlakuan menghasilkan koefisien tanaman yang hampir sama. Nilai rata-rata pada periode 15 harian secara berurutan adalah 0,87, 1,03, 1,13, 1,24, 1,28 and 1,25. Nilai ini sangat penting dalam memahami mekanisme penghematan air sebagai masukan bagi penyusunan standar perencanaan debit irigasi.

Kata kunci: sawah, koefisien tanaman, SRI, PTT, penghematan air, water productivity

I. PENDAHULUAN

Sebagai dukungan terhadap ketahanan pangan, pemerintah telah banyak memperkenalkan pola intensifikasi di lahan padi sawah untuk meningkatkan produksi. Dalam Rencana Strategis Kementerian Pertanian, dua metode intensifikasi yang digunakan adalah Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) dan *System of Rice Intensification* (SRI). Kementerian Pertanian menargetkan penerapan kedua metode ini dilakukan lebih dari setengah total luasan sawah di Indonesia pada tahun 2015 (Kementerian Pertanian 2011).

Kedua metode tersebut memiliki tampilan hasil yang berbeda dalam hal pertumbuhan tanaman, produktivitas dan konsumsi air bila dibandingkan dengan metode yang biasa dilakukan oleh petani (metode konvensional). Beberapa hasil kajian yang pernah dilakukan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Produktivitas dan konsumsi air PTT dan SRI dibandingkan konvensional

No.	Metode/ Lokasi	Produktivitas (%)	Konsumsi air (%)
1	PTT/Sumut, Sumsel, Jabar, Jateng, Jatim, Bali, NTB, dan Sulsel (Wardana, et al. 2002)	127.8	(tidak terdata)
2	PTT/Sragen, Grobogan (Pramono, Basuki dan Widarto 2005)	110-105.3	(tidak terdata)
3	SRI/Bali, NTB, NTT, Sulsel, Sulteng, Sultra, Sulut, Gorontalo (Hasan dan Sato, 2007)	178	60
4	SRI/Jabar, Jateng (Balai Irigasi, 2009)	95-129	62-86
5	SRI/8 negara (Kassam, Stoop dan Uphoff 2011)	111-320	14-90

Hal ini disebabkan karena PTT dan SRI memiliki pola perawatan tanaman dan pola pemberian air yang sangat berbeda bila dibandingkan dengan metode konvensional. Penanaman dilakukan dengan jumlah benih yang lebih sedikit (1-4 benih) pada jarak tanam yang lebih lebar. Pemupukan dilakukan secara berimbang atau dengan menggunakan pupuk organik. Pemberian air irigasi tidak dilakukan secara kontinu namun

secara *intermittent* sehingga pada beberapa waktu tanah berada dalam kondisi kering/*anaerob*.

Dalam rangka mendukung manajemen irigasi yang efisien bagi kedua metode tersebut, modifikasi parameter-parameter perencanaan debit irigasi perlu dilakukan. Salah satu parameter yang diduga perlu dimodifikasi adalah koefisien tanaman. Saat ini, nilai koefisien tanaman yang biasa digunakan untuk perencanaan irigasi mengacu pada Kriteria Perencanaan Irigasi, yaitu sebesar 1,12-1,20 untuk varietas lokal dan 1,2-1,3 untuk varietas unggul (Direktorat Irigasi 2009). Nilai ini didasarkan hasil penelitian pada pola budidaya konvensional dengan pola irigasi menerus. Nilai koefisien tanaman yang diperlukan untuk metode SRI dan PTT dapat saja berbeda. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memahami secara lebih mendalam mengenai pengaruh metode intensifikasi terhadap koefisien tanaman. Koefisien tanaman dihitung dan dievaluasi berdasarkan pengukuran kebutuhan air pada berbagai metode intensifikasi (SRI dan PTT) di lahan padi sawah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

SRI merupakan pola budidaya padi yang mengintegrasikan pengelolaan tanah, tanaman, air dan nutrisi. Pengaplikasian SRI di Indonesia pada awalnya dilakukan di Jawa Barat dengan beberapa modifikasi berdasarkan potensi lokal. Salah satu ciri khas penerapan SRI di Indonesia (khususnya Jawa Barat) adalah penggunaan pupuk organik (kompos) dan MOL (Mikro Organisme Lokal). MOL merupakan pupuk cair dan/atau pestisida hayati yang dikembangkan oleh petani lokal dengan memfermentasi limbah organik (Kasnawi 2005). Beberapa prinsip SRI yang biasa diterapkan di Jawa Barat yaitu: (1) irigasi *intermittent* hingga macak-macak atau genangan dangkal; (2) benih muda, tanam tunggal dengan jarak lebar; (3) penyiangan empat kali; (4) penggunaan pupuk organik dan MOL; (5) pengelolaan hama secara terpadu.

Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) dikembangkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Metode ini menggabungkan prinsip SRI dan pengelolaan hama secara terpadu dengan beberapa penyesuaian sesuai karakteristik lokal di Indonesia (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2008). Beberapa perbedaan antara SRI dan PTT terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Perbedaan SRI dan PTT menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2008)

No.	Parameter	SRI	PTT
1	Dosis pupuk anjuran	Bahan organik 10 ton/Ha	Sesuai Kepmen Pertanian No. 1, 2006. Pupuk anorganik dan pupuk organik, Bagan Warna Daun dan PUTS atau petak omisi
2	Persemaian	Persemaian kering	Persemaian basah diaplikasi kompos, sekam dan pupuk
3	Tanam bibit	7-14 HSS	10-21 HSS atau semuda mungkin; penggunaan bibit lebih tua pada daerah endemis keong
4	Jumlah bibit	1 bibit	1-3 bibit; bibit sesedikit mungkin
5	Irigasi	Tanah dipertahankan lembab hingga retak-retak selama fase vegetatif	Irigasi berselang/ <i>intermittent</i>

III. METODOLOGI

3.1. Lokasi

Penelitian dilakukan di Desa Cikarang Sari, Kecamatan Cikarang, Bekasi pada Musim Tanam I pada bulan Desember 2007 sampai Maret 2008

(musim hujan). Lahan memiliki jenis tanah alluvial, tekstur liat (*heavy clay*), muka air tanah dangkal, pH (H₂O) 5.8 dan kandungan bahan organik yang rendah (1.7%). Kondisi klimatologi pada saat penelitian terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3 Kondisi klimatologi pada saat penelitian

Parameter	Satuan	Maksi- -mum	Mini- -mum	Rata- -rata
Suhu rata-rata harian	°C	28.8	24.3	26.6
Suhu maksimum harian	°C	42.3	31.5	39.4
Suhu minimum harian	°C	23.0	21.5	22.0
Kecepatan angin	m/s	6.8	0.3	1.3
Lama penyinaran	jam	8.8	0.0	3.2
RH	%	81.2	52.2	63.7
ET _o	mm/ hari	8.2	2.4	4.1

3.2. Perlakuan Uji Coba

Tiga jenis metode pada lahan sawah yang diujicobakan pada penelitian ini yaitu *System of Rice Intensification* (SRI), Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) dan konvensional. Perbedaan utama ketiga metode ini terletak pada pola perawatan tanaman dan pola pemberian air. Untuk mengetahui pengaruh masing-masing pola tersebut secara mendalam, kombinasi dari kedua pola dalam setiap metode tersebut diujicobakan. Varietas yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sintanur yang memiliki umur tanaman 115-125 Hari Setelah Sebar (HSS).

Tabel 4 Perlakuan dalam main-plot

Parameter	<i>System of Rice Intensification</i> (S)	Pengelolaan Tanaman Terpadu (P)	Konvensional (K)
Penyemaian	Penyemaian kering hingga 10 HSS	Penyemaian kering hingga 10 HSS	Penyemaian basah hingga 30 HSS
Penanaman	Satu lubang 1-2 bibit pada jarak 25x25 cm	Satu lubang 1-2 bibit pada jarak 25x25 cm	Satu lubang 5-10 bibit pada jarak 20x20 cm
Penyiangan	4 kali saat fase vegetatif, pada 10, 20, 30 dan 40 Hari Setelah Tanam (HST)	1-4 kali saat fase vegetatif (pembentukan anakan)	1-2 kali saat fase vegetatif (pembentukan anakan)
Pemupukan	Penggunaan pupuk organik, yaitu kompos dan pupuk cair (MOL)	Penggunaan kompos saat pengolahan lahan dan pupuk anorganik berdasarkan anjuran penyuluh dan BWD	Penggunaan pupuk anorganik berdasarkan anjuran penyuluh

Tabel 5 Perlakuan pada sub-plot

Parameter	A1	A2	A3	A4
Pemberian air pada fase awal (\pm 0-10 HST)	Dijaga tetap dalam kondisi jenuh. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 0 cm.	Dijaga tetap dalam kondisi jenuh. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 0 cm.	Dijaga tetap dalam kondisi jenuh hingga 3 hari lalu digenang dangkal hingga fase pembentukan anakan. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 0 cm.	Lahan dijaga tergenang antara 2-5 cm. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 5 cm.
Pemberian air pada fase vegetatif/ pembentukan anakan (\pm 11-50 HST)	Irigasi <i>intermittent</i> saat retak rambut terlihat hingga macak-macak. Lahan digenang dangkal (\pm 2 cm) saat penyiangan pada 10, 20, 30 dan 40 HST. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 0 cm.	Irigasi <i>intermittent</i> saat terlihat retakan yang lebih besar hingga macak-macak. Lahan digenang dangkal (\pm 2 cm) saat penyiangan pada 10, 20, 30 dan 40 HST. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 0 cm.	Pengeringan pada 11-15 HST. Irigasi <i>intermittent</i> (diirigasi saat genangan mencapai 0 cm hingga 2 cm) pada 16-45 HST. Pengeringan pada 46-50 HST. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 0 cm.	Lahan dijaga tergenang antara 2-5 cm. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 5 cm.
Pemberian air pada fase generatif/ pembungaan dan pematangan (\pm 51-85 HST)	Irigasi <i>intermittent</i> saat retak rambut terlihat hingga genangan dangkal (\pm 2 cm) Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 0 cm.	Irigasi <i>intermittent</i> saat terlihat retakan yang lebih besar hingga genangan dangkal (\pm 2 cm) Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 0 cm.	Penggenangan dangkal pada fase pembungaan lalu dilanjutkan irigasi <i>intermittent</i> (diirigasi saat genangan mencapai 0 cm hingga 2 cm) pada fase pematangan. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 0 cm.	Lahan dijaga tergenang antara 2-5 cm. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 5 cm.
Pemberian air pada fase pematangan (\pm 85-95 DAT)	Irigasi tidak dilakukan. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 0 cm.	Irigasi tidak dilakukan. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 0 cm.	Irigasi tidak dilakukan. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 0 cm.	Irigasi tidak dilakukan. Bila terjadi hujan, lahan didrainase hingga genangan 0 cm.

Rancangan percobaan disusun menggunakan desain *split-plot* dengan *main-plot* pola perawatan tanaman (3 perlakuan) dan *sub-plot* pola pemberian air (4 perlakuan) dengan ulangan sebanyak 3 kali. Dengan demikian, total jumlah lahan dalam percobaan ini adalah sebanyak 36 petakan. Perlakuan dalam *main-plot* adalah:

- S : Pola perawatan tanaman dalam metode *System of Rice Intensification* (SRI)
- P : Pola perawatan tanaman dalam metode Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT)
- K : Pola perawatan tanaman yang biasa dilakukan petani setempat (konvensional)

Perlakuan dalam *sub-plot* adalah:

- A1 : Pola pemberian air yang biasa dilakukan oleh petani yang menerapkan SRI di Jawa Barat. Irigasi diberikan saat di tanah terlihat retak rambut hingga genangan dangkal atau macak-macak. Retak rambut terjadi saat kedalaman air tanah lahan sekitar -10 cm.
- A2 : Modifikasi dari pola A1 dengan menggunakan batas bawah irigasi yang lebih kering. Irigasi dilakukan saat terlihat retakan tanah yang lebih besar dari retak rambut (kedalaman air tanah sekitar -20 cm).
- A3 : Pola pemberian air yang biasa dilakukan oleh petani yang menerapkan PTT. Penggenangan dan pengeringan dilakukan sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman.
- A4 : Pola pemberian air yang biasa dilakukan oleh petani setempat dengan menjaga genangan di antara 2-5 cm.

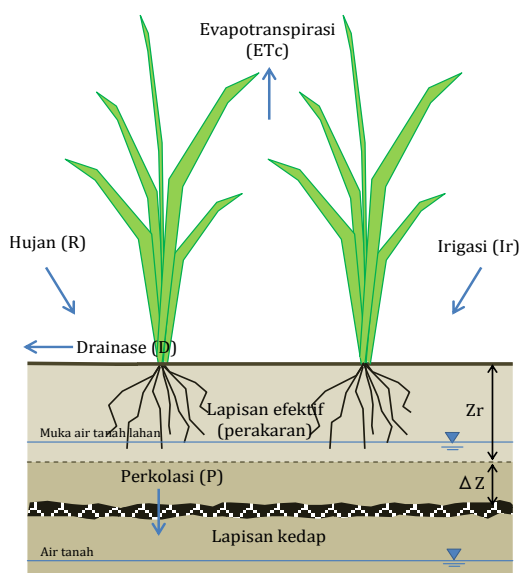
Penjelasan mendetail setiap perlakuan terdapat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

3.3. Pengukuran Data

Pengukuran data dilakukan harian pada parameter tinggi genangan, tinggi muka air tanah lahan, irigasi dan drainase. Parameter klimatologi yang diukur adalah hujan dan parameter lainnya (suhu, kelembaban, kecepatan angin dan lama penyinaran) untuk menghitung evapotranspirasi acuan menggunakan metode FAO Modified Penman (Allen, et al. 1998).

3.4. Analisa data

Analisa neraca air dilakukan untuk mengestimasi koefisien tanaman berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Arif, et al. (2012). Perhitungan dilakukan dalam interval harian menggunakan persamaan 1 berdasarkan parameter pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema neraca air di lahan padi sawah

$$\frac{dS}{dt} = R + Ir - D - P - ETc \dots\dots\dots(1)$$

dimana $\frac{dS}{dt}$ adalah perubahan simpanan air lahan (mm), R: hujan (mm), Ir: irigasi (mm), D: drainase (mm), P: perkolasi (mm) dan ETc: evapotranspirasi tanaman (mm). Tanah diasumsikan terdiri dari 2 lapisan. Lapisan pertama adalah lapisan efektif/zona perakaran (Z_r) dan lapisan kedua adalah lapisan kedap (ΔZ). Lapisan efektif (Z_r) diidentifikasi berdasarkan data kedalaman air tanah lahan maksimum selama masa budidaya. Apabila $Net = R + Ir - D - P$ persamaan 1 dapat diekspresikan sebagai berikut:

$$\frac{dS}{dt} = Net - ETc \dots\dots\dots(2)$$

ETc dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$ETc = Kc \times ETo \dots\dots\dots(3)$$

Dimana Kc adalah koefisien tanaman dan ETo (mm) adalah evapotranspirasi acuan yang

dihitung berdasarkan persamaan FAO Modified Penman (Allen, et al. 1998). Dengan demikian persamaan 2 dapat diekspresikan lebih lanjut sebagai:

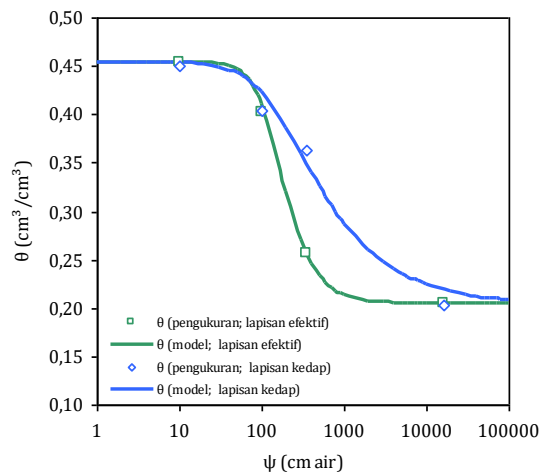
$$\frac{dS}{dt} = \text{Net} - (kc \times ETc) \dots \dots \dots (4)$$

$\frac{dS}{dt}$ kemudian dibandingkan dengan simpanan air nyata di lapangan (dihitung berdasarkan data tinggi air dan kurva retensi air tanah) untuk mendapatkan parameter *error* yang digunakan dalam proses optimasi.

Kurva retensi air tanah didapatkan berdasarkan pengukuran pF 1, 2, 2,5 dan 4,2 dari sampel tanah di lapangan yang kemudian dimodelkan menggunakan persamaan 5 (van Genuchten, 1980).

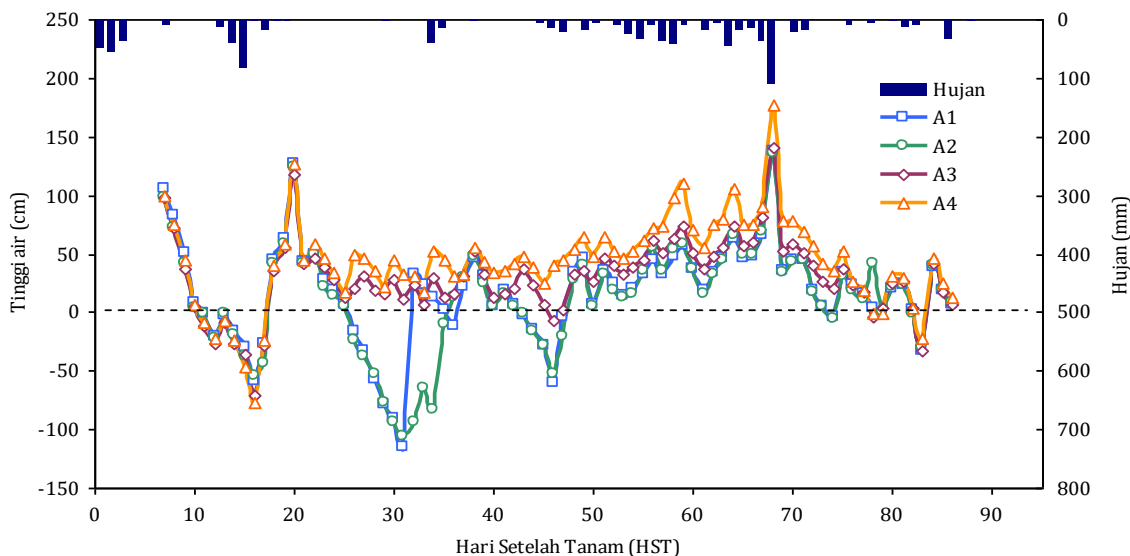
$$\theta(\Psi) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha|\Psi|^n)\right]^m} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana $\theta(\varphi)$: fungsi retensi air tanah, $|\psi|$: hisapan matriks tanah (cm of water), θ_s : lengas tanah kondisi jenuh, θ_r : lengas tanah residual, α , n dan m adalah koefisien yang bervariasi berdasarkan kondisi tanah. Koefisien α , n dan m dioptimasi berdasarkan data pF tanah di lapangan. Hasil optimasi ini terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2 Kurva retensi air tanah di petak percobaan

Proses optimasi dilakukan menggunakan perangkat Solver dalam program *spreadsheet* Microsoft Excell. Parameter Kc dan Net dioptimasi dengan meminimalisasi perbedaan (*error*) kumulatif antara simpanan air hasil perhitungan dan pengukuran. Nilai Kc yang didapatkan kemudian diolah lebih lanjut menggunakan persamaan Kalman Filter (Kalman, 1960; Welch and Bishop, 2006) untuk mempermudah analisa.



Gambar 3 Tinggi muka air rata-rata pada setiap perlakuan pemberian air

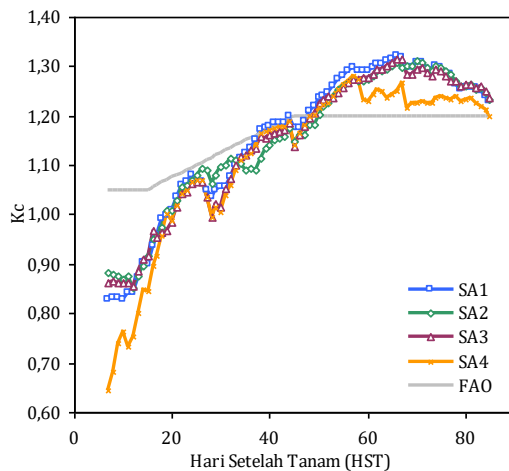
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Petak Percobaan

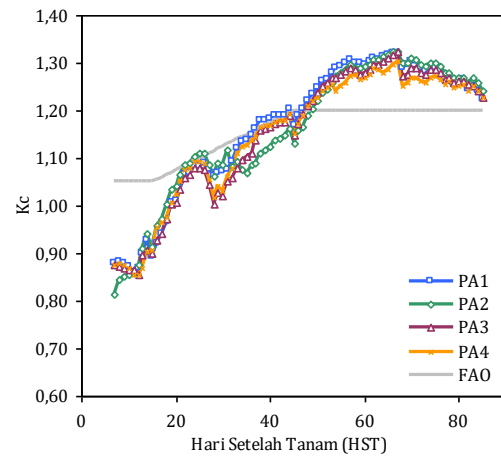
Uji coba dilakukan di lahan petani sehingga kondisi simpanan air selain dipengaruhi oleh pengaturan air (irigasi dan drainase) juga dipengaruhi oleh hujan. Jumlah hari hujan adalah 46 hari dalam 80 hari pengukuran. Walaupun demikian, setiap perlakuan pemberian air tetap memiliki karakteristik fluktuasi tinggi air yang berbeda-beda. Hal ini tersaji dalam Gambar 3. Tinggi air dalam grafik tersebut adalah kondisi pada pagi hari sebelum diberi perlakuan pengaturan air harian (irigasi atau drainase). Tinggi air lebih besar dari 0 cm adalah tinggi genangan sedangkan tinggi air dibawah 0 cm adalah kedalaman muka air tanah lahan (diukur menggunakan piezometer). Pada 10-20 HST, seluruh lahan dikeringkan untuk mengurangi dampak serangan hama keong mas. Dalam Gambar 4, perlakuan A4 cenderung berada pada kondisi genangan lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan A1, A2 dan A3 pada beberapa waktu berada pada kondisi tanpa genangan (kering). Tinggi air pada 50-70 HST mencapai lebih dari 10 cm karena hujan yang terjadi cukup lebat. Genangan ini segera didrainase sesuai perlakuan pada Tabel 4.

4.2. Koefisien Tanaman

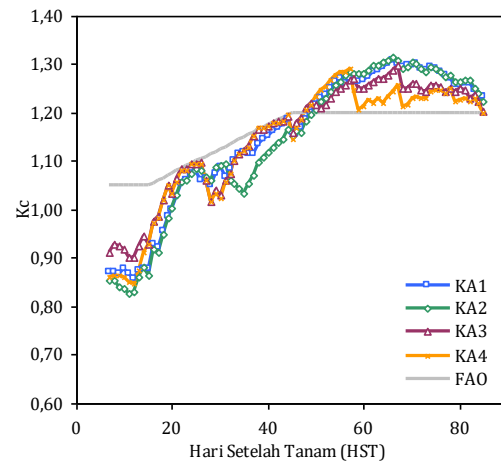
Proses analisa dan optimasi dalam penelitian ini menghasilkan nilai koefisien tanaman harian yang tersaji dalam Gambar 4, 5 dan 6.



Gambar 4 Koefisien tanaman pada perlakuan perawatan tanaman SRI



Gambar 5 Koefisien tanaman pada perlakuan perawatan tanaman PTT



Gambar 6 Koefisien tanaman pada perlakuan perawatan tanaman konvensional

Setiap perlakuan menghasilkan nilai koefisien tanaman yang berbeda-beda namun memiliki pola yang sama sepanjang masa budidaya. Koefisien tanaman relatif kecil pada 0-15 HST lalu kemudian meningkat hingga 16-45 HST. Peningkatan terjadi hingga nilai maksimum pada 46-75 HST lalu koefisien tanaman menurun pada 76-85 DAT. Pola temporal koefisien tanaman ini serupa dengan pola yang terdapat pada Allen, et al. (1998). Namun demikian, hasil yang didapatkan lebih kecil pada fase awal dan pertumbuhan (fase vegetatif) dan lebih tinggi pada fase generatif. Perbedaan ini diduga diakibatkan oleh kondisi yang berbeda saat penentuan koefisien tanaman. Faktor yang dapat menyebabkan perbedaan ini adalah iklim lokal, tanah, manajemen dan irigasi (Faharani, et al. 2007). Koefisien tanaman pada Allen, et al. (1998)

ditentukan untuk penggunaan pada iklim sub-humid yang mempunyai kelembaban relatif rata-rata 45% dan kecepatan angin rendah hingga sedang (rata-rata 2 m/s). Beberapa literatur hasil penelitian pada lokasi yang berbeda pun menunjukkan nilai koefisien tanaman yang berbeda. Seung Hwan, Jin Yong dan Min Won (2006) dalam penelitian di Korea mendapatkan nilai koefisien tanaman 0,78-1,58 bila ETo dihitung menggunakan metode Penman Monteith dan 0,65-1,35 bila ETo dihitung menggunakan metode FAO Modified Penman. Akinbile dan Sangodoyin (2010) dalam penelitiannya di Nigeria pada tanaman padi dengan irigasi sprinkler mendapatkan nilai koefisien tanaman pada fase awal, pertengahan dan akhir sebesar 0,9, 1,2 dan 0,7.

Pengaruh perlakuan perawatan tanaman dan pemberian air terhadap koefisien tanaman dapat dijelaskan lebih lanjut dengan menggunakan analisa statistik. Analisa yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah uji ANOVA pada taraf 5% dan uji Tukey. Untuk mempermudah analisa data harian koefisien tanaman dirata-rata pada interval 15 harian. Nilai p hasil uji ANOVA pada taraf 5% dan uji Tukey tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil analisa statistik

HST	Rata-rata*	p**
1-15	0,87a	0,9994
16-30	1,03b	0,9996
31-45	1,13c	0,9681
46-60	1,24d	0,9748
61-75	1,28d	0,6109
76-85	1,25d	0,6588

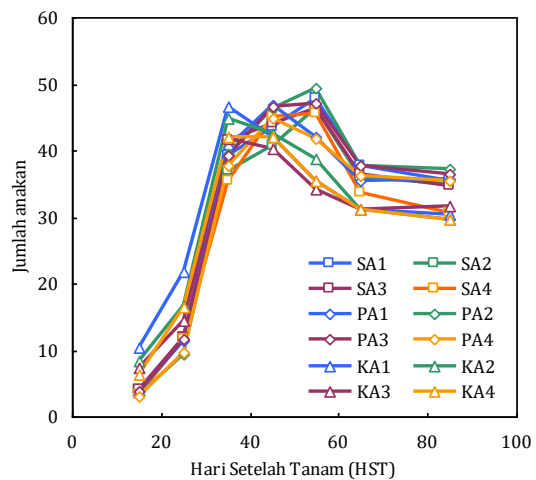
* Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%

** Nilai p lebih besar dari 0,05 menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antar perlakuan

Data nilai p yang didapatkan pada setiap interval 15 harian lebih tinggi dari 0,05. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kedua jenis perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap koefisien tanaman. Namun demikian apabila dilihat dalam variasi temporal, nilai koefisien tanaman antar fase pertumbuhan berbeda nyata. Pada fase vegetatif, nilai koefisien tanaman meningkat dan peningkatan tersebut cukup signifikan antar periode 15 harian. Namun demikian pada fase generatif, koefisien tanaman

cenderung tidak berubah secara signifikan antar periode 15 harian.

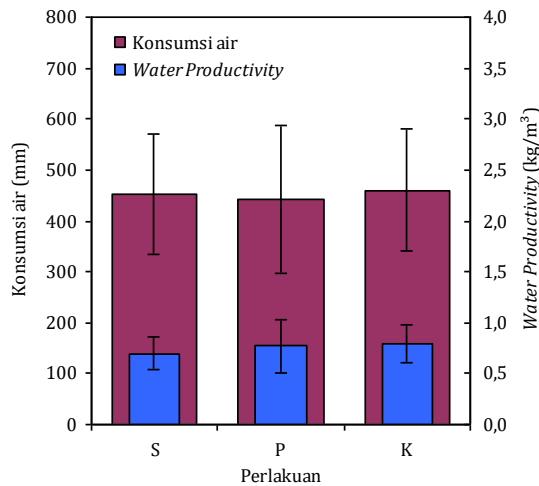
Perbedaan koefisien ini terkait dengan pola pembentukan anakan tanaman (Gambar 7). Pola perubahan jumlah anakan hampir sama dengan pola perubahan koefisien tanaman. Pada fase vegetatif ($\pm 1-45$ HST), padi menghasilkan anakan lalu kemudian pembentukan anakan ini terhenti pada fase generatif ($\pm 46-86$ HST). Sebagian anakan yang tidak produktif tereliminasi dan mengering pada fase generatif sehingga jumlah anakan yang tercantum dalam data menurun.



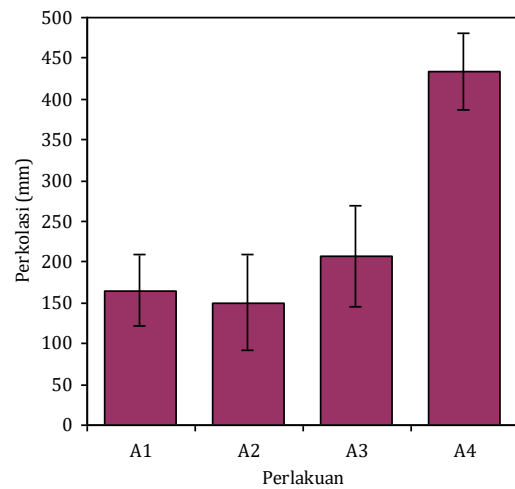
Gambar 7 Jumlah anakan pada tiap petakan

4.3. Penghematan Air dan Water productivity

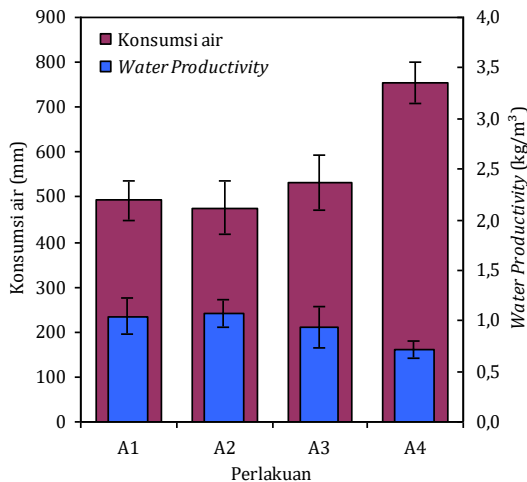
Konsumsi air dan *water productivity* yang dihasilkan dalam satu musim tanam bervariasi pada setiap perlakuan. Konsumsi air dalam hal ini dihitung berdasarkan total volume air irigasi dan hujan dikurangi drainase. *Water productivity* merupakan rasio antara gabah kering giling yang dihasilkan dan konsumsi air. Gambar 8 menunjukkan nilai rata-rata kedua parameter tersebut pada setiap perlakuan perawatan tanaman (*main-plot*). Berdasarkan nilai rata-rata dan standar deviasi yang didapatkan, perlakuan pemberian air tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap konsumsi air dan *water productivity*. Pengaruh yang signifikan diberikan oleh perlakuan pemberian air (*sub-plot*) seperti yang terdapat pada Gambar 9. Penggenangan secara kontinu pada perlakuan pemberian air A4 menghasilkan konsumsi air yang lebih tinggi dibandingkan irigasi *intermittent* pada perlakuan A1, A2 dan A3.



Gambar 8 Rata-rata konsumsi air dan *water productivity* pada perlakuan perawatan tanaman.



Gambar 10 Rata-rata perkolasi pada perlakuan pemberian air.



Gambar 9 Rata-rata konsumsi air dan *water productivity* pada perlakuan pemberian air.

Berdasarkan hasil analisa koefisien tanaman, metode yang berbeda menghasilkan koefisien tanaman yang relatif sama. Namun demikian, nilai konsumsi air yang didapatkan sangat berbeda antara pola pemberian air konvensional dengan SRI dan PTT. Hal ini diduga dikarenakan tingkat perkolasi yang berbeda. Pada penelitian ini, petak lahan dilapisi plastik pada pematang sehingga dapat dipastikan tidak terjadi *seepage*. Dengan demikian, total konsumsi air dalam satu musim tanam hanya dipengaruhi oleh perkolasi dan evapotranspirasi tanaman. Berdasarkan data koefisien tanaman, evapotranspirasi acuan dan konsumsi air maka dapat dihitung jumlah perkolasi seperti yang tersaji pada Gambar 10.

Seperti halnya konsumsi air, perkolasi perlakuan A4 lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Perkolasi pada perlakuan A1, A2 dan A3 tidak berbeda nyata. Hal ini dikarenakan perlakuan A4 selalu berada dalam kondisi tergenang. Perlakuan lainnya diirigasi secara *intermittent* sehingga pada beberapa saat lahan tidak tergenang. Prosentase evapotranspirasi dan perkolasi terhadap total konsumsi air tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7 Nilai rata-rata harian konsumsi air, evapotranspirasi dan perkolasi dalam satu musim tanam

Perlakuan	Konsumsi Air (mm/hari)	ETc (mm/hari)	Perkolasi (mm/hari)	Prosentase terhadap Konsumsi Air (%)	
				ETc	Perkolasi
A1	6,23	4,14	2,09	66	34
A2	6,03	4,12	1,91	68	32
A3	6,74	4,12	2,63	61	39
A4	9,56	4,07	5,49	43	57

Berdasarkan hal-hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa penghematan air dan *water productivity* sangat ditentukan oleh pola pemberian airnya. Pemberian air yang menyebabkan lahan tergenang secara menerus membutuhkan air lebih tinggi dibandingkan pemberian air secara *intermittent* yang memungkinkan lahan berada dalam kondisi kering. Tanaman padi sebenarnya tidak membutuhkan kondisi tergenang untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasinya. Irigasi *intermittent* pada perlakuan A1,A2 dan A3 yang

memungkinkan lahan kering pun dapat memenuhi kebutuhan evapotranspirasi tanaman. Hal ini terbukti dari nilai koefisien tanaman dan evapotranspirasi yang relatif sama pada semua perlakuan. Dengan demikian, irigasi *intermittent* dapat menghemat air dan meningkatkan *water productivity*. Penghematan dan *water productivity* rata-rata setiap perlakuan pemberian air tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8 Nilai penghematan dan *water productivity*

Perlakuan	Penghematan air (%)*	<i>Water productivity</i> (kg/m ³)
A1	35	1,05
A2	37	1,07
A3	29	0,94
A4	-	0,71

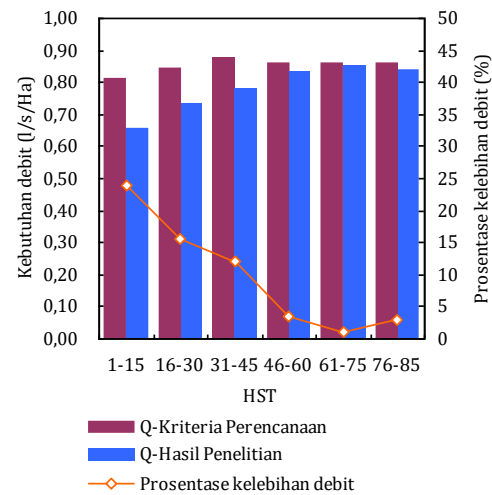
*dibandingkan dengan perlakuan A4

4.3. Implikasi Kc terhadap Perencanaan Irigasi

Nilai koefisien tanaman yang dihasilkan dalam penelitian ini sedikit berbeda dibandingkan nilai yang terdapat dalam Kriteria Perencanaan Irigasi (Direktorat Irigasi, 2009) seperti yang tersaji pada Tabel 6. Koefisien tanaman yang terdapat dalam Kriteria perencanaan sedikit lebih tinggi dibandingkan koefisien tanaman hasil penelitian ini. Dengan demikian, debit irigasi yang direncanakan akan lebih tinggi bila menggunakan koefisien tanaman dalam Kriteria Perencanaan. Sebagai contoh, bila debit dihitung untuk irigasi lahan dengan pola pemberian air A1 dengan perkolasi seperti pada Tabel 7. Perbandingan hasil perhitungan dengan menggunakan koefisien tanaman berdasarkan Kriteria Perencanaan (varietas unggul) dan hasil penelitian tersaji pada Gambar 11.

Tabel 9 Perbandingan koefisien tanaman dari Kriteria Perencanaan Irigasi dan hasil penelitian

HST	Varietas lokal	Varietas unggul	Hasil Penelitian
1-15	1,20	1,20	0,87
16-30	1,20	1,27	1,03
31-45	1,32	1,33	1,13
46-60	1,40	1,30	1,24
61-75	1,35	1,30	1,28
76-85	1,24		1,25
86-95	1,12		



Gambar 11 Hasil perhitungan debit irigasi untuk pola pemberian air A1

Kelebihan debit pada fase vegetatif (1-45 HST) cukup besar, yaitu 12-24%. Pada fase generatif kelebihan debit tidak terlalu signifikan hanya 1-3%. Hal yang serupa terjadi bila debit dihitung untuk pola lainnya (Tabel 10).

Tabel 10 Prosentase kelebihan debit

HST	Prosentase kelebihan debit (%)			
	A1	A2	A3	A4
1-15	24	25	22	15
16-30	16	16	14	10
31-45	12	13	11	8
46-60	3	4	3	2
61-75	1	1	1	1
76-85	3	3	3	2

Dengan demikian efisiensi penggunaan air akan lebih baik bila koefisien tanaman dalam Kriteria Perencanaan Irigasi disesuaikan, terutama pada fase vegetatif (1-45 HST).

Namun demikian, nilai koefisien tanaman yang didapatkan pada penelitian ini dapat saja tidak sesuai bila akan digunakan pada kondisi yang berbeda. Nilai koefisien tanaman ini didapatkan dari varietas unggul Sintanur yang ditanam pada kondisi klimatologi kelembaban udara rata-rata 63,7% dan kecepatan angin rata-rata 1,3 m/s (Tabel 2). Varietas lain (misalkan padi hibrida) dapat saja memiliki nilai koefisien tanaman yang berbeda. Selain itu, Indonesia memiliki banyak daerah dengan kondisi klimatologi yang beragam. Metode uji coba dan nilai koefisien tanaman hasil

penelitian ini dapat saja digunakan sebagai acuan. Namun, penetapan nilai koefisien tanaman yang akan digunakan sebagai standar perencanaan irigasi sebaiknya dilakukan dengan mempertimbangkan hasil penelitian pada berbagai varietas dan/atau hasil penelitian di berbagai lokasi yang memiliki kondisi klimatologi yang berbeda.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Dalam penelitian ini, metode SRI, PTT dan konvensional menghasilkan nilai koefisien tanaman yang relatif sama. Nilai yang didapatkan pada periode 15 harian secara berurutan yaitu 0,87, 1,03, 1,13, 1,24, 1,28 dan 1,25.
2. Faktor utama yang menyebabkan penghematan air adalah perkolasi. Perkolasi lebih besar pada lahan dengan pemberian air konvensional (A4) dibandingkan lahan dengan perlakuan pemberian air irigasi *intermittent* (A1, A2 dan A3).
3. Berdasarkan penelitian ini, penghematan air bila lahan diirigasi secara *intermittent* mencapai 29-35%.
4. Irigasi *intermittent* pada SRI dan PTT tetap dapat memenuhi kebutuhan tanaman sekaligus menghasilkan *water productivity* yang lebih tinggi, yaitu 0,94-1,05 kg/m³ (*water productivity* pola pemberian air konvensional 0,71 kg/m³).
5. Perbedaan hasil perhitungan debit dengan menggunakan koefisien tanaman dalam Kriteria Perencanaan dan hasil penelitian cukup besar pada fase vegetatif, yaitu 8-25%. Pada fase generatif perbedaan ini cukup kecil, yaitu 1-4%.

5.2. Saran

1. Penyesuaian nilai koefisien tanaman dalam perencanaan irigasi perlu dilakukan, terutama pada fase vegetatif.
2. Penelitian nilai koefisien tanaman pada berbagai varietas padi dan/atau di berbagai lokasi yang memiliki kondisi klimatologi berbeda perlu dilakukan untuk menetapkan nilai koefisien tanaman yang akan digunakan sebagai standar perencanaan irigasi.

KETERANGAN

Makalah ini merupakan hasil revisi dan pengembangan dari makalah berjudul "Evaluation of Crop Coefficients from Water Consumption in Paddy Fields" yang disampaikan dalam 6th Asian Regional Conference of International Commission on Irrigation and Drainage, Yogyakarta, 14-16 Oktober 2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinbile, C.O. Dan A.Y. Sangodoyin. 2010. Estimating crop coefficient model for upland rice (NERICA) under sprinkler irrigation system. *African Journal of Agricultural Research* 5 (6): 436-441. <http://www.academicjournals.org/> (diakses 4 Juni 2010).
- Allen, G.A., L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith. 1998. *Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirement*, FAO Irrigation and Drainage paper 56. FAO, Rome, Italy.
- Arif, C., B.I. Setiawan, H.A. Sofiyuddin, L.M. Martief, M. Mizoguchi, R. Doi. 2012. Estimating crop coefficient in intermittent irrigation paddy fields using Excel Solver. *Rice Science*, 19(2): 143-152.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2008. *Petunjuk Teknis - Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Sawah*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Balai Irigasi. 2009. *Laporan Penelitian Irigasi Hemat Air pada Budidaya Padi dengan Metode System of Rice Intensification (SRI)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Alam, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat Irigasi. 2009. *Kriteria Perencanaan 1 - Bagian Perencanaan*. Direktorat Irigasi, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Farahani, H. J., T. A. Howell, W. J. Shuttleworth, W. C. Bausch. 2007. Evapotranspiration: progress in measurement and modeling in agriculture. *Transactions of the ASABE* 50(5): 1627-1638.

- Hasan, M., S. Sato. 2007. Water saving for paddy cultivation under the *System of Rice Intensification* (SRI) in eastern Indonesia. *Jurnal Tanah dan Lingkungan* 9(2): 57-62.
- Kalman, R. E. 1960. A new approach to linear filtering and prediction problems. *Transaction of the ASME-Journal of Basic Engineering*: 35-45.
- Kasnawi, S. 2005. *Uraian Singkat SRI di Jawa Barat*. Bagian Pelaksana Kegiatan Tata Guna Air. Satker Sementara Irigasi Andalan Jawa Barat, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Departemen Pekerjaan Umum.
- Kassam, A., W. Stoop, N. Uphoff. 2011. Review of SRI modifications in rice crop and water management and research issues for making further improvements in agricultural and water productivity. *Paddy Water Environment* 9 :163–180.
- Kementerian Pertanian. 2011. *Rencana Strategis Kementerian Pertanian 2010–2014*. Kementerian Pertanian. <http://www.deptan.go.id/renstra2010-2014/renstra-kementan-2010-2014.pdf> (diakses 27 September 2012).
- Pramono, J., S. Basuki, Widarto. 2005. Upaya peningkatan produktivitas padi sawah melalui pendekatan pengelolaan tanaman dan sumberdaya terpadu. *Agrosains* 7(1): 1-6.
- Seung Hwan, Y., C. Jin Yong, J. Min Won. 2006. Estimation of paddy rice crop coefficients for Penman-Monteith and FAO Modified Penman method. *ASABE Technical Library*. <http://www.asabe.org/> (diakses 4 Juni 2010).
- van Genuchten, M.Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal* 44: 892–898.
- Wardana, I. P., P. S. Bindraban; A. Gani, A. K. Makarim;, I. Las. 2002. Biophysical and economic implications of integrated crop and resource management for rice in Indonesia. Makalah dalam *Water-Wise Rice Production*, editor: B.A.M. Bouman, H. Hengsdijk, B. Hardy, P.S. Bindraban, T.P. Tuong, J.K. Ladha. International Rice Research Institute, Manila.
- Welch G and G Bishop. 2006. *An Introduction to The Kalman Filter*. TR 95-041, Department of Computer science, University of North Carolina. http://www.cs.unc.edu/~welch/media/pdf/kalman_intro.pdf (diakses 14 Juli 2010).