

# EFIISIENSI PENGGUNAAN AIR TANAMAN PADI SAWAH PADA TINGKAT PEMUPUKAN NITROGEN DAN VARIETAS YANG BERBEDA

Handoko<sup>1</sup>, Irsal Las<sup>2</sup> dan Ahmad Bey<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Geomet - Fmipa - IPB

<sup>2</sup>Balai Penelitian Tanaman Pangan, Bogor

## ABSTRAK

Efisiensi penggunaan air tanaman padi yang diirigasi dikaji berdasarkan metode perhitungannya, secara kumulatif serta berdasarkan selang waktu mingguan. Perlakuan percobaan terdiri dari dua tingkat pemupukan nitrogen (0 dan 200 kg N ha<sup>-1</sup>) serta varietas yang berbeda (IR64 dan Ciliwung). Pemupukan N meningkatkan pertumbuhan tanaman padi pada kedua varietas yang dicobakan lebih dua kali tetapi juga diikuti peningkatan evapotranspirasi hampir dua kali lipat. Efisiensi penggunaan air tidak dipengaruhi dosis pemupukan dan varietas, tetapi berubah menurut umur tanaman dan polanya menyerupai indeks luas daun. Efisiensi penggunaan air biomassa total sebesar 1.33 dan 1.55 g m<sup>2</sup> mm<sup>-1</sup> masing-masing untuk pendekatan secara kumulatif dan berdasarkan selang mingguan. Sedangkan efisiensi penggunaan air hasil gabah sebesar 0.60 g m<sup>2</sup> mm<sup>-1</sup>.

**Kata kunci :** *Oryza sativa*, pemupukan, IR64, Ciliwung, efisiensi air irigasi

## ABSTRACT

*Water use efficiency of irrigated rice crop was investigated for cumulative and weekly-interval basis. The experimental treatments comprised two levels of nitrogen fertilizer (0 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>) and two cultivar (IR64 and Ciliwung). Nitrogen fertilizer increased growth of the two cultivars more than twofold but it was followed by increasing evapotranspiration almost double. The water use efficiency did not respond to N levels and different cultivar but is varied with crop age and its changes were similar to that of leaf area index. Water use efficiency of total biomass was 1.33 and 1.55 g m<sup>2</sup> mm<sup>-1</sup>, respectively for the cumulative and weekly-interval basis. The water use efficiency of grain yield was 0.60 g m<sup>2</sup> mm<sup>-1</sup>.*

**Key word :** *Oryza sativa*, fertilizer, IR64, Ciliwung, efficiency of irrigated water

## PENDAHULUAN

Sistem budidaya tanaman padi (*Oryza sativa* L.) membutuhkan air lebih banyak dibandingkan tanaman lainnya, sehingga salah satu kendala dalam peningkatan produksi padi adalah keragaman dan keterbatasan air. Kendala ini semakin terasa, baik yang disebabkan oleh semakin terbatasnya sumber daya air maupun akibat polah dan goncangan iklim (kemarau panjang) yang tingkat intensitasnya cenderung semakin meningkat.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan berbagai upaya pendekatan dalam mengefisienkan penggunaan air dalam sistem budidaya tanaman padi. Selama ini, kajian dan pendekatan yang sering dilakukan lebih terarah pada sistem pengelolaan air (Water management), Pengolahan tanah dan pemilihan varietas. Selain itu, evaluasi efisiensi air kebanyakan dilakukan berdasarkan nilai rata-rata dari perhitungan kumulatif. Padahal kebutuhan dan dampak dari konsumsi air oleh tanaman sangat beragam menurut waktu dan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang kompleks.

Secara fisiologis kebutuhan air akan semakin tinggi dengan peningkatan pertumbuhan tanaman yang sejalan dengan peningkatan ILD (indeks luas daun) dan produksi biomassa. Secara kumulatif, pertumbuhan tanaman ditentukan faktor genetik (varietas), iklim dan tanah (unsur hara). Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa tanaman padi sangat responsif terhadap pupuk N. Peningkatan dosis pupuk N menyebabkan meningkatnya ILD, produksi biomassa dan produksi gabah (Yoshida 1983, Fagi & Las 1992). Dengan demikian diperkirakan peningkatan konsumsi air oleh tanaman. Peningkatan konsumsi air dan kaitannya dengan efisiensi penggunaan air belum banyak dikaji secara mendalam.

Kajian dan analisis efisiensi penggunaan air rata-rata berdasarkan perhitungan kumulatif selama daur pertumbuhan tanaman padi akan menghasilkan kesimpulan yang berbeda dibandingkan perhitungan menurut periode waktu yang lebih pendek atau menurut fenologi

tanaman. Hal ini disebabkan perbedaan evapotranspirasi aktual (Eta) yang erat kaitannya dengan perbedaan laju pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta perbedaan evapotranspirasi potensi (ETp) akibat keragaman unsur-unsur cuaca menurut waktu. Oleh sebab itu, perlu dikaji tingkat efisiensi penggunaan air pada dosis pupuk N yang berbeda pada beberapa varietas padi serta keabsahan penilaian efisiensi penggunaan air secara kumulatif atau menurut periode tertentu, misalnya mingguan.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Percobaan dilaksanakan antara tanggal 5 Mei 1993 (Semai) sampai 25 Agustus 1993 (Panen terakhir) di Mojosari (7°30'LS, 112°30'BT), Jawa Timur. Lahan percobaan terdiri dari drum (Diameter 55 cm, tinggi 45 cm) dipasang pada petak percobaan untuk mengukur evapotranspirasi padi yang diirigasi. Pada saat tanam rata-rata kadar nitrogen mineral yang dinyatakan dengan  $NH_4 + N$  dan  $NO_3 + N$  masing-masing sebesar 7.2 dan 284 ppm.

### Rancangan percobaan

Tanaman padi varietas IR64 dan Ciliwung ditanam di petak-petak percobaan 21 hari setelah semai dengan pupuk dasar 100 kg K ha<sup>-1</sup> berupa KCl dan 100 kg P ha<sup>-1</sup> berupa P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> serta jarak tanam 25 x 25 cm. Percobaan menggunakan rancangan petak terpisah (*split-plot design*) dengan dua petak utama perlakuan pemupukan nitrogen (0 dan 200 kg N ha<sup>-1</sup>) dan dua anak petak berupa varietas (IR64 dan Ciliwung) serta menggunakan empat ulangan. Pemupukan N diberikan tiga kali. Pemupukan pertama diberikan 10 hari setelah tanam (HST) sebanyak 3/10 bagian. Pemupukan kedua sebanyak 3/10 bagian diberikan saat pembentukan anakan yaitu umur 24 HST. Pemupukan ketiga sebanyak 4/10 bagian pada saat inisiasi primordia (45 HST). Irigasi diberikan sekali seminggu sampai menjelang panen.

### Pengukuran

Unsur-unsur cuaca (suhu, kelembaban, radiasi surya, kecepatan angin dan hujan) diamati pada situasi klimatologi yang terletak 50 m dari lokasi percobaan. Evapotranspirasi diukur langsung setiap hari dari lisimeter yang terpasang pada petak percobaan berdasarkan perubahan tinggi muka genangan air menggunakan mikrometer putar, serta dikoreksi dengan data hujan. Setelah pengukuran, tinggi genangan dalam lisimeter disesuaikan dengan petak percobaan (diluar lisimeter).

Contoh tanaman diambil dari baris tanaman sepanjang 2 x 1 m pada masing-masing petak setiap minggu, untuk diukur berat kering total dan indeks luas daun. Hasil gabah diukur dari luas 1 m x 1 m, pada kadar air 14%.

Efisiensi penggunaan air tanaman padi dinyatakan sebagai nisbah antara biomassa (biomassa total atau gabah) dengan menggunakan air berupa evapotranspirasi aktual (ETA) sebagai berikut:

$$WUE_t = \frac{dW_t}{ETa}$$

WUE<sub>t</sub> : Efisiensi penggunaan air berdasarkan biomassa total

WUE<sub>b</sub> : Efisiensi penggunaan air berdasarkan hasil (biji) padi

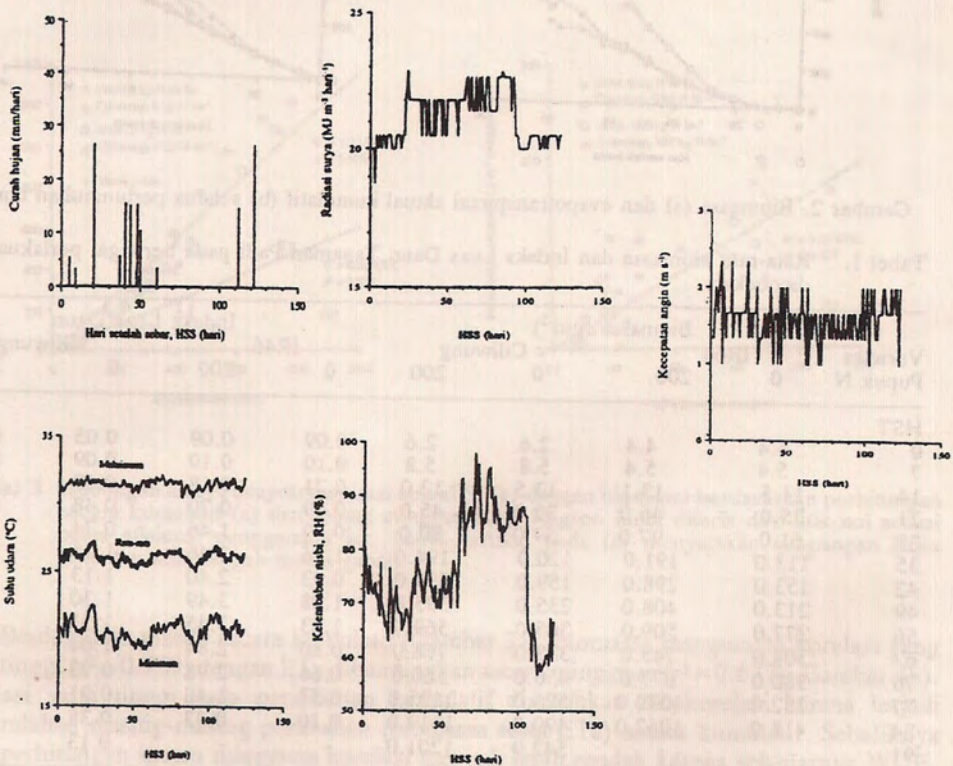
$$WUE_b = \frac{dW_b}{ETa}$$

$dW_i$  : Pertambahan biomassa total (batang, daun dan biji)  
 $dW_b$  : Pertambahan biji  
 $ETa$  : Evapotranspirasi aktual

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Unsur Cuaca dan Umur Tanaman

Unsur-unsur cuaca pada saat pertumbuhan tanaman disajikan pada gambar 1. Unsur-unsur cuaca seperti suhu, kelembaban, radiasi surya dan angin mempengaruhi laju evapotranspirasi potensial. ETp (Penman 1948) menentukan laju penggunaan air tanaman berupa ETa. Radiasi berkisar antara 18 sampai 23 MJ m<sup>-2</sup> per hari sedangkan kecepatan angin berkisar antara 1.0 sampai 2.5 m s<sup>-1</sup>. Kelembaban udara turun dengan tajam pada akhir pertumbuhan tanaman padi dan hal ini dapat mempercepat laju ETp. Suhu udara berkisar antara 19°C (minimum) sampai 33°C (maksimum) dengan fluktuasi harian yang relatif kecil. Disamping penguapan, suhu udara rata-rata sekitar 26°C umur padi varietas IR64 (semai-panen) selama 108 hari yang ternyata lebih pendek dibandingkan dengan umur varietas Ciliwung (113 hari). Perbedaan umur ini dapat memberikan sumbangan terhadap perbedaan jumlah penggunaan air (ETa) serta akumulasi bahan kering tanaman antara kedua varietas.

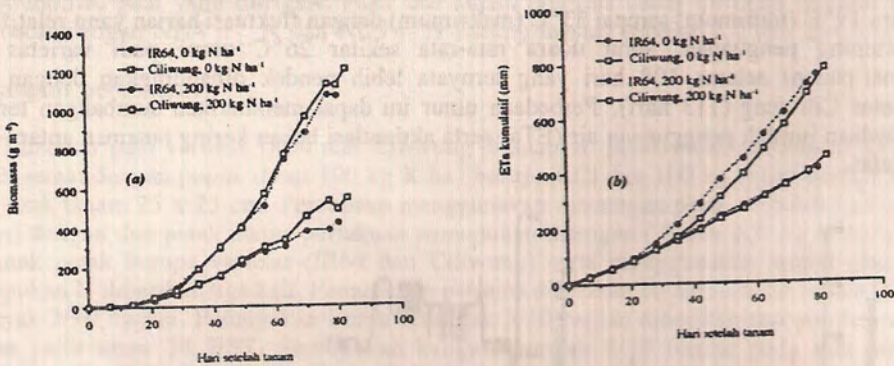


Gambar 1. Unsur-unsur cuaca selama musim pertumbuhan tanaman padi

**Pertumbuhan dan Evapotranspirasi Tanaman**

Pertumbuhan tanaman padi yang dinyatakan dengan akumulasi biomassa, varietas IR64 Ciliwung pada perlakuan 0 dan 200 kg N ha<sup>-1</sup> disajikan pada gambar 2a. Gambar 2b menyajikan ETa secara kumulatif dari masing-masing perlakuan tersebut.

Berdasarkan gambar 2a terlihat bahwa pemupukan nitrogen memberikan respon yang besar terhadap pertumbuhan tanaman, meningkat lebih dari dua kali. Namun demikian, peningkatan pertumbuhan tersebut juga diikuti peningkatan penggunaan air hampir dua kali seperti terlihat pada Gambar 2b. Menurut Ismunadji & Roechan (1988) dosis pupuk N secara nyata berpengaruh terhadap hasil gabah disebabkan peningkatan laju pertumbuhan tanaman, termasuk ILD yang sesuai dengan hasil percobaan ini (Tabel 1). Hal tersebut disebabkan laju metabolisme karbohidrat pada tanaman padi berkorelasi tinggi dengan serapan nitrat oleh akar, dan ini akan mendorong peningkatan ILD yang selanjutnya akan meningkatkan laju penggunaan air tanaman berupa transpirasi serta peningkatan biomassa tanaman (Tabel 1).



Gambar 2. Biomassa (a) dan evapotranspirasi aktual kumulatif (b) selama pertumbuhan tanaman.

Tabel 1. Rata-rata biomassa dan Indeks Luas Daun Tanaman Padi pada berbagai perlakuan yang dicobakan

| Varietas<br>Pupuk N | Biomassa (gm <sup>-2</sup> ) |        |          |        | Indeks Luas Daun |      |          |       |
|---------------------|------------------------------|--------|----------|--------|------------------|------|----------|-------|
|                     | IR64                         |        | Ciliwung |        | IR46             |      | Ciliwung |       |
|                     | 0                            | 200    | 0        | 200    | 0                | 200  | 0        | 200   |
| HST                 |                              |        |          |        |                  |      |          |       |
| 0                   | 4.4                          | 4.4    | 2.6      | 2.6    | 0.09             | 0.09 | 0.05     | 0.057 |
| 7                   | 5.4                          | 5.4    | 5.8      | 5.8    | 0.10             | 0.10 | 0.09     | 0.09  |
| 14                  | 11.5                         | 13.1   | 13.5     | 12.0   | 0.21             | 0.18 | 0.19     | 0.19  |
| 21                  | 35.0                         | 46.0   | 32.0     | 45.0   | 0.49             | 0.70 | 0.48     | 0.85  |
| 28                  | 61.0                         | 97.0   | 59.0     | 80.0   | 0.79             | 1.46 | 0.74     | 1.60  |
| 35                  | 113.0                        | 191.0  | 120.0    | 194.0  | 1.26             | 2.46 | 1.35     | 2.28  |
| 42                  | 153.0                        | 298.0  | 159.0    | 299.0  | 0.93             | 2.40 | 1.13     | 3.09  |
| 49                  | 213.0                        | 408.0  | 235.0    | 395.0  | 1.08             | 3.49 | 1.30     | 3.10  |
| 56                  | 277.0                        | 509.0  | 305.0    | 569.0  | 1.03             | 3.45 | 1.51     | 3.94  |
| 63                  | 304.0                        | 743.0  | 333.0    | 768.0  | 0.80             | 2.84 | 1.04     | 2.81  |
| 70                  | 380.0                        | 877.0  | 450.0    | 560.0  | 0.66             | 2.98 | 0.93     | 3.41  |
| 77                  | 382.0                        | 1070.0 | 526.0    | 1125.0 | 0.53             | 1.48 | 0.91     | 2.88  |
| 84                  | 418.0                        | 1062.0 | 490.0    | 1119.0 | 0.10             | 0.43 | 0.38     | 1.05  |
| 91                  | -                            | -      | 542.0    | 1201.0 | -                | -    | 0.13     | 0.29  |

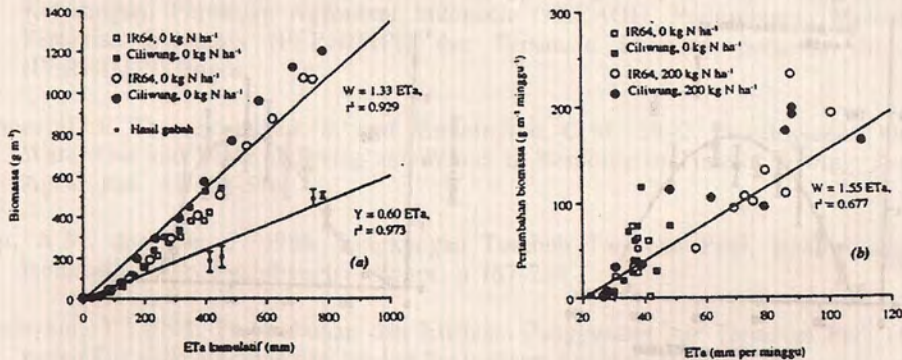
HST : Hari setelah tanam, dosis pupuk dalam Kg N ha<sup>-1</sup>

Pengaruh pemupukan pada percobaan ini jauh lebih besar dibandingkan pengaruh genetik antara dua varietas. Varietas Ciliwung mempunyai biomassa sedikit lebih tinggi dibandingkan IR64 (Gambar 2a). Perbedaan tersebut lebih dominan disebabkan perbedaan fenotipe kedua varietas serta umur varietas Ciliwung yang lebih panjang dari pada IR64. Perbedaan pertumbuhan tanaman yang kecil ini menyebabkan penggunaan air tanaman yang hampir sama antara kedua varietas (Gambar 2b). Kenyataan tersebut membuktikan bahwa selain pemilihan varietas dan sistem pengairan, dosis pupuk N merupakan salah satu teknik budidaya yang ikut mengendalikan konsumsi air tanaman padi, seperti yang dikemukakan Yoshida (1983).

### Efisiensi penggunaan air

Efisiensi penggunaan air tanaman ( $WUE$ ) yang dinyatakan sebagai nisbah biomassa dan  $ETa$  secara kumulatif disajikan pada Gambar 3a. Gambar 3b juga menyajikan  $WUE$ , sebagai efisiensi penggunaan air berdasarkan hasil gabah. Garis linier pada masing-masing gambar ditarik dari titik nol sehingga kemiringan masing-masing garis tersebut sesuai dengan batasan  $WUE$ , serta  $WUE$ .

Pada daerah rawan kekeringan, bila  $WUE$ , dan  $WUE$ , dikaitkan dengan pola peningkatan konsumsi air akibat pemupukan N dapat menyebabkan keterbatasan air pada akhir pertumbuhan tanaman, maka keadaan air terbatas sebaiknya dosis N dikurangi. Walauun diduga hasil produksi akan menurun akibat pengurangan N tersebut, tetapi secara ekonomis masih cukup menguntungkan jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan.

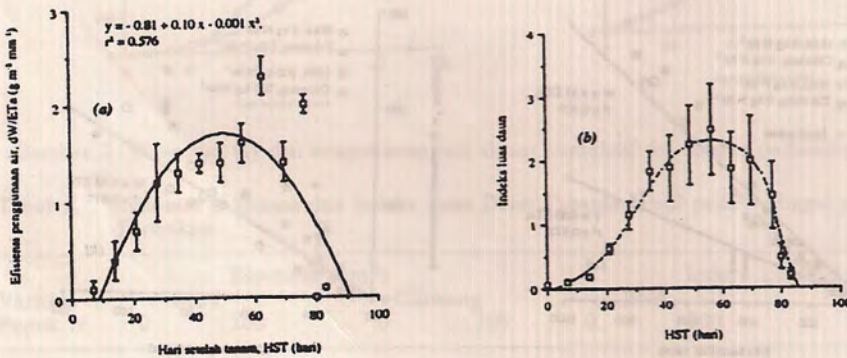


Gambar 3 Hubungan antara evapotranspirasi aktual ( $ETa$ ) dengan biomassa berdasarkan perhitungan secara kumulatif (a) dan selang mingguan (b). Regresi linier ditarik dari titik nol sesuai batas efisiensi penggunaan air. Garis vertikal pada (a) menyatakan simpangan baku terhadap nilai tengah massa gabah.

Berdasarkan nisbah secara kumulatif (Gambar 3a), biomassa mempunyai korelasi yang lebih tinggi ( $r^2=0.929$ ) dengan  $ETa$  dibandingkan secara mingguan ( $r^2=0.677$ ). Gambar 3b). Korelasi yang tinggi pada pendekatan kumulatif disebabkan oto-korelasi karena terjadi penjumlahan masing-masing perubahan (biomassa serta  $ETa$ ) secara kumulatif. Sebaliknya pada perhitungan secara mingguan korelasi menjadi lebih rendah karena sebenarnya  $WUE$ , tidak konstan menurut fase pertumbuhan tanaman. Hal ini dapat dilihat pada perubahan  $WUE$ , menurut waktu selama pertumbuhan tanaman pada gambar 4a. Pola yang terjadi

(Bentuk Kuadratik) mirip dengan indeks luas daun (ILD, Gambar 4b) dengan nilai maksimum sekitar umur 50 hari setelah tanam (HST). Kedua bentuk hubungan ini menunjukkan bahwa ILD mempunyai peranan yang besar dalam menentukan  $WUE_i$ , yang dapat dijelaskan dengan dua hal. Pertama, pada saat ILD rendah  $WUE_i$  juga cenderung kecil karena air lebih banyak hilang sebagai evapotranspirasi permukaan (air) dibandingkan transpirasi yang lebih berpengaruh terhadap laju fotosintesis. Kedua, ILD yang lebih besar akan mampu menyerap energi radiasi surya lebih banyak (Hukum Beer) sehingga pertumbuhan tanaman akan lebih tinggi, sedang laju peningkatannya lebih besar dibandingkan peningkatan  $ET_a$  yang mengakibatkan peningkatan  $WUE_i$ .

Perbedaan perhitungan  $WUE_i$  rata-rata antara pendekatan secara kumulatif ( $WUE_i = 1.33 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$ ) dan secara mingguan ( $WUE_t = 1.55 \text{ m}^{-2} \text{ mm}^{-2}$ ) sebesar  $(1.55 - 1.33) / \{ (1.55 + 1.33) / 2 \} \times 100\% = 15\%$ . Jika nilai ini dapat dianggap sebagai kesalahan pada pendugaan  $WUE_i$  rata-rata berdasarkan pendekatan kumulatif, maka nilai dugaan dengan pendekatan tersebut mempunyai kesalahan yang cukup besar (15%). Sebagai perbandingan berdasarkan perhitungan secara kumulatif, Handayani (1994) mendapatkan  $WUE_i$  yang berkisar  $0.99 - 1.29 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$ . Berdasarkan fase pertumbuhan tanaman,  $WUE_i$  akan bervariasi antara  $0 - 2 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$  (Gambar 4a). Hal-hal tersebut yang menyebabkan pembahasan masalah efisiensi penggunaan air ini berkepanjangan (lihat Tanner & Sinclair 1983) serta kisaran  $WUE$  yang cukup lebar yang juga dikemukakan pada tanaman gandum (Perry 1987, Connor *et al.*, 1992).



Gambar 4. Pola efisiensi penggunaan air yang dihitung menggunakan (a) dan rata-rata indeks luas daun dari semua perlakuan (b) menurut umur tanaman. Garis vertikal menunjukkan simpangan baku terhadap nilai tengah.

Nilai  $WUE_i$  ( $0.60 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$ ) lebih rendah dari  $WUE$  ( $1.33 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$ ), karena hanya sebagian  $ET_a$  yang digunakan untuk menunjang pertumbuhan biji sedang sisanya untuk pertumbuhan vegetatif tanaman.  $WUE_i$  akan bervariasi dan ditentukan oleh pertumbuhan biji

setelah pembungaan (Anthesis). Pada penggunaan air (ETa) yang sama nilai  $WUE_t$  dapat mencapai jauh lebih kecil dari di nilai di atas jika pertumbuhan biji terganggu oleh kondisi lingkungan antara anthesis sampai matang fisiologi.

## KESIMPULAN

Peningkatan pertumbuhan tanaman padi varietas IR64 dan Ciliwung lebih dari dua kali lipat akibat pemupukan nitrogen (200 kg N ha) diikuti dengan peningkatan jumlah penggunaan air berupa evapotranspirasi potensial hampir dua kali lipat.

Perhitungan efisiensi penggunaan air ( $WUE_t$  rata-rata berdasarkan pendekatan kumulatif ( $1.33 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$ ) mengandung kesalahan sekitar 15% dibandingkan secara mingguan ( $1.55 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$ ).  $WUE$  bervariasi menurut fase pertumbuhan tanaman, dengan kisaran  $0.2 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$  sesuai dengan pola indeks luas daun. Efisiensi penggunaan air hasil gabah ( $WUE_h$ ) sebesar  $0.60 \text{ m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$ .

Secara aplikatif, pengaturan dosis N untuk mengantisipasi dampak kekeringan perlu dipertimbangkan dan ini memerlukan kajian lebih rinci tentang gatra fisiologi dan ekonomisnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 1994. RUMusan Panel Diskusi Penanggulngangan dan Antisipasi Jangka Panjang Kekeringan. Persatuan Agronomi Indonedia (PERAGI). Perhimpunan Meteorologi Pertanian Indonesia (PERHIMPI) dan Persatuan Ekonomi pertanian Indonesia (PERHIMPI) Bogor.
- Connor, D.J. Theiveyanathan, S. and Rimmington, G.M. 1992. Development, Growth Water Use and Yield of Spring and Winter in Response to Time of Sowing, Aust. J. Agric. Res. 43:493-516.
- Fagi, A.M. dan Las, I. 1988. Lingkungan Tumbuh Tanaman Padi, Buku I eds. M. Ismunadji *et al.*, Puslitbangtan, Bogor. p 167-214.
- Handayani, Y. 1994. Pertumbuhan dan Efisiensi Penggunaan Air Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Varietas dan tingkat Penyediaan Air yang Berbeda. Jurusan Geofisika dan Meteorologi, FMIPA-IPB. Bogor. Skripsi.
- Handoko, I. 1994. Dasar Penyusunan Aplikasi Model Simulasi Komputer untuk Pertanian. Jurusan Meteorologi dan Geofisika, FMIPA-IPB. 112p.
- Ismunadji, M. dan Roechan, S. 1988. Hara dan Mineral Tanaman Padi. *dalam* : Padi, Buku I eds. M. Ismunadji *et al.* Puslitbangtan, Bogor, p. 231-270.
- Penman, H.L. 1948. Natural evaporation for open water, bare soil and grass. Proc. R. Soc. London. 193:120-146.
- Pery, M.W. 1987. Water use efficiency of non-irigated field crops, (*in* Proceeding of the 4th Australian Agronomy Conferance, La Trobe University, melbourne, Victoria August 1987). Aust. Soc. Agron. p:83-99.

- Suprihadi, M. 1985. Pengkajian pengukuran efisiensi irigasi pada tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.) di PTP Grenggeng sidomulyo, Karanganyer, Kebumen, Jawa Tengah. Jurusan Geofisika dan Meteorologi, FMIPA-IPB, Bogor. Skripsi.
- Tanner, C.B and Sinclair, T.R. 1983. Efficiency Water Use in Crop Production: research or Research? (in Limitation to Efficiency Water Use in Crop in Crop Production; Research or Research?) ASA. CSSA, SSSA, Winconsin.
- Yoshida, S. 1983. Fundamental of rice crop Science. Rice Res. Ins. (IRRI) Los Banos Philippines.

DFTAR PUSTAKA

Suprihadi, M. 1985. Pengkajian pengukuran efisiensi irigasi pada tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.) di PTP Grenggeng sidomulyo, Karanganyer, Kebumen, Jawa Tengah. Jurusan Geofisika dan Meteorologi, FMIPA-IPB, Bogor. Skripsi.

Tanner, C.B and Sinclair, T.R. 1983. Efficiency Water Use in Crop Production: research or Research? (in Limitation to Efficiency Water Use in Crop in Crop Production; Research or Research?) ASA. CSSA, SSSA, Winconsin.

Yoshida, S. 1983. Fundamental of rice crop Science. Rice Res. Ins. (IRRI) Los Banos Philippines.