

## KOEFISIEN PEMADAMAN TAJUK DAN EFISIENSI PENGGUNAAN RADIASI SURYA PADA TANAMAN KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) VARIETAS GRANOLA DI GALUDRA, CIANJUR, JAWA BARAT

CANOPY EXTINCTION COEFFICIENT AND SOLAR RADIATION USE EFFICIENCY OF POTATO CROP (*Solanum tuberosum* L.) OF GRANOLA CULTIVAR GROWN IN GALUDRA, CIANJUR, WEST JAVA

I. Handoko\*, Titik Kodarsih, A. Ariyani

Laboratorium Agrometeorologi, Dept. Geofisika dan Meteorologi IPB  
Gedung FMIPA Wing 19 Lv. 4 Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

\* Corresponding Author. E-mail: handoko@ipb.ac.id

Penyerahan Naskah: 24 Maret 2010

Diterima untuk diterbitkan: 15 November 2010

### ABSTRACT

Important climatic factor affecting growth of potato crop other than temperature is the availability of solar energi. Growth of the crop can be predicted from the amount of intercepted solar radiation by crop canopy, however, climatological station only measures incoming solar radiation above crop canopy ( $Q_0$ ). This experiment aims to derive parameter of canopy extinction coefficient ( $k$ ) that is required to calculate intercepted radiation based on  $Q_0$ ; and parameter of radiation-use efficiency ( $\epsilon$ ) to calculate crop biomass based on that intercepted radiation. This research found the value of  $k$  increasing from  $k=0.15$  to  $k=0.50$  associated with increasing LAI from 0.98 to 1.98. Solar radiation use efficiencies that were calculated based on above-ground biomass (AGB) and total biomass (AGB+tuber) are respectively  $\epsilon_{AGB} = 1,55 \text{ g MJ}^{-1}$  and  $\epsilon_{Total}=4,49 \text{ g MJ}^{-1}$ .

**Keywords** : radiation use efficiency, transmission, interception, potato

### PENDAHULUAN

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran penting di Indonesia. Produksi kentang telah berkembang pesat selama dekade terakhir dan kini Indonesia telah menjadi Negara penghasil kentang terbesar di Asia Tenggara (Anonim 2008). Kentang berasal dari daerah subtropika yaitu dataran tinggi Andes, Amerika Utara. Secara umum kondisi iklim yang sesuai untuk budidaya kentang adalah dataran tinggi atau pegunungan dengan ketinggian 1000–1300 m.dpl, curah hujan 1500 mm tahun<sup>-1</sup>, suhu rata – rata harian 18–21°C, serta kelembaban udara 80-90% (Astawan 2004). Sementara itu, kentang di Indonesia ditanam pada ketinggian 600–2000 m dpl. dengan kondisi iklim dan tanah yang berbeda-beda (Sunarjono *et al.* 1980). Astawan (2004) menyebutkan produksi kentang di Indonesia rata-rata hanya mencapai 9.4 ton ha<sup>-1</sup> dan hasil ini masih sangat rendah jika dibandingkan dengan produksi kentang di Eropa yang rata – rata yang mencapai 25,4 ton ha<sup>-1</sup>.

Menurut data Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2010), Indonesia merupakan penghasil kentang terbesar di Asia Tenggara. Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2009 mencatat bahwa luas panen kentang di Indonesia sekitar 71.238 ha dengan hasil produksi kentang nasional sekitar 1.176.304 ton. Lahan kentang yang paling luas terdapat di Jawa Tengah (18.655 ha) dan Jawa Barat (15.344 ha), meskipun demikian hasil panen Jawa Barat lebih tinggi (320.542 ton) dibandingkan dengan Jawa Tengah (288.654 ton).

Produktivitas tanaman kentang disamping dibatasi oleh suhu tinggi, sehingga kentang di Indonesia ditanam di atas 800 m dpl. (Sutapradja 2008), juga sangat ditentukan oleh intensitas radiasi surya. Hubungan dari radiasi surya dan hasil tanaman dapat dilihat dari biomassa yang dihasilkan oleh tanaman tersebut. Produksi biomassa tanaman merupakan respon dari penyerapan radiasi surya oleh tanaman dan akumulasi energi radiasi surya yang diintersepsi oleh tajuk tanaman berbanding lurus dengan penambahan biomassa tanaman

tersebut. Gradien dari hubungan antara radiasi yang diintersepsi dengan penambahan biomassa merupakan efisiensi penggunaan radiasi surya. Nilai efisiensi penggunaan radiasi surya ini menunjukkan kemampuan tanaman untuk mengkonversi energi yang diterima menjadi biomassa tanaman. Stasiun klimatologi pertanian biasanya hanya mengukur radiasi global yang mewakili radiasi di atas tajuk tanaman, tetapi tidak mengukur radiasi surya yang diintersepsi tajuk tanaman. Untuk dapat menduga radiasi yang diintersepsi tajuk diperlukan koefisien pemadaman tajuk ( $k$ , *extinction coefficient*) sedangkan prediksi penambahan biomassa menggunakan data intersepsi radiasi tersebut memerlukan informasi mengenai efisiensi penggunaan radiasi ( $\epsilon$ , *radiation-use efficiency*).

Nilai  $k$  dan  $\epsilon$  berbeda antar spesies bahkan antar varietas tanaman sehingga diperlukan penurunan kedua parameter tanaman tersebut melalui pengukuran lapang untuk tiap jenis tanaman. Varietas kentang yang digunakan dalam penelitian ini adalah varietas Granola. Granola merupakan varietas kentang yang banyak dibudidayakan di Indonesia serta menjadi salah satu varietas yang unggul (SK MENTAN No 81 tahun 2005). Varietas ini biasanya berumur relatif lebih pendek, jumlah umbi yang cukup banyak, dan tingkat ketahan yang cukup baik terhadap serangan hama dan penyakit (Samadi 2007). Penelitian ini bertujuan mengukur nilai koefisien pemadaman tajuk ( $k$ ) pada berbagai nilai indeks luas daun dan efisiensi penggunaan radiasi surya ( $\epsilon$ ) tanaman kentang varietas granola.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kebun penelitian yang berlokasi di Desa Galudra, Cibungbulang, Cianjur, Jawa Barat. Lokasi penelitian ini berada pada koordinat  $06^{\circ}46'50''$  LS dan  $107^{\circ}02'01''$  BT, pada elevasi 1250 m dpl. Penanaman bibit tanaman kentang dilakukan pada tanggal 22 dan 24 Februari 2010.

### Bahan dan Alat

Bahan yang diperlukan berupa bibit kentang varietas Granola (G2), pupuk organik dan anorganik, serta obat-obatan untuk pengendalian hama dan penyakit tanaman. Di samping itu digunakan data cuaca (radiasi surya) yang terukur pada stasiun klimatologi yang terletak di sekitar lokasi penelitian. Peralatan yang digunakan meliputi *solarimeter* untuk pengukuran radiasi surya di atas tajuk tanaman, *tube-solarimeter* untuk pengukuran radiasi surya di bawah tajuk tanaman, oven untuk pengukuran berat kering (biomassa) tanaman,

komputer dan peralatan penelitian lain seperti timbangan, *millimeter block* untuk pengukuran luas daun, alat tulis, serta peralatan pertanian.

### Metode

Tanaman kentang ditanam pada lahan seluas 0,4 ha dibagi menjadi dua masing-masing seluas 0,2 ha dengan jarak tanam  $20 \times 20$  cm dan  $20 \times 30$  cm pada tiap guludan. Pengambilan contoh tanaman kentang dilakukan mulai tanggal 1 April 2010 sampai 1 Juni 2010 secara destruktif (*destructive sampling*) dengan dua tanaman tiap perlakuan jarak tanam sebagai ulangan setiap minggu kemudian dilakukan pemisahan antara akar, batang, daun dan umbi. Sebelum dilakukan pengukuran berat kering dari masing-masing organ tanaman tersebut menggunakan oven pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam di Laboratorium Pangan SEAMEO BIOTROP, dilakukan pengukuran luas daun dari daun yang telah dipisahkan untuk pendugaan indeks luas daun (LAI). Nilai LAI dihitung dengan membuat replika beberapa contoh daun kentang pada kertas *millimeter block*, kemudian ditimbang untuk mengetahui berat replika tersebut dan luasnya. Nilai  $k$  (koefisien pemadaman tajuk) diturunkan dari Hukum Beer mengikuti persamaan berikut (Awal et al. 2006):

$$k = \{\ln(Q_0^*/Q_t^*)\}/LAI \quad (1)$$

$Q_0^*$  adalah radiasi surya yang diukur menggunakan *solarimeter* yang dipasang di atas tajuk tanaman ( $\text{W m}^{-2}$ ),  $Q_t^*$  adalah radiasi surya yang ditransmisikan oleh tajuk tanaman ( $\text{W m}^{-2}$ ) dan diukur menggunakan *tube solarimeter* yang dipasang di bawah tajuk tanaman kentang. Pengukuran  $Q_0^*$  dan  $Q_t^*$  dilakukan bersamaan dengan pengambilan contoh tanaman untuk pengukuran LAI dan biomassa.

Efisiensi penggunaan radiasi surya ( $e$ ) diturunkan melalui pengukuran biomassa tanaman kentang dan perhitungan radiasi surya yang diintersepsi tajuk tanaman tersebut sebagai berikut :

$$e = DW / Q_{int} \quad (2)$$

$$Q_{int} = Q_0 (1 - e^{-k \cdot LAI}) \quad (3)$$

$e$  : efisiensi penggunaan radiasi surya ( $\text{g MJ}^{-1}$ )  
 $DW$  : pertambahan biomassa tanaman kentang ( $\text{g m}^{-2}$ )  
 $Q_{int}$  : radiasi surya kumulatif yang diintersepsi tajuk tanaman ( $\text{MJ m}^{-2}$ )  
 $Q_0$  : radiasi surya kumulatif di atas tajuk tanaman ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) yang diperoleh dari pengukuran di stasiun klimatologi terdekat.

Efisiensi penggunaan radiasi surya dihitung untuk  $DW$  biomassa di atas tanah (AGB, *above*

ground biomass) dan biomassa total (DW+umbi), masing-masing  $e_{AGB}$  dan  $e_{Total}$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Radiasi surya yang ditransmisikan oleh tajuk tanaman kentang

Hubungan antara radiasi surya di atas tajuk tanaman ( $Q_0$ ) dengan yang ditransmisikan tajuk tersebut ( $Q_t$ ) pada berbagai nilai LAI disajikan pada Gambar 1. Gradien masing-masing kurva regresi linier merupakan koefisien transmisi yang bernilai antara 0-1. Nilai transmisi radiasi surya selalu berubah setiap minggu yang dipengaruhi oleh nilai LAI. Berdasarkan hubungan nilai LAI dan transmisi radiasi surya, terlihat bahwa semakin kecil nilai LAI maka transmisi radiasi surya semakin besar (Gambar 2). Hal ini disebabkan semakin besar nilai LAI maka permukaan daun semakin luas dan daun menjadi makin rapat sehingga kemampuan tajuk tanaman untuk menutupi permukaan tanah semakin besar. Akibatnya radiasi surya yang ditransmisikan dan sampai permukaan tanah semakin berkurang. Berdasarkan data tersebut, koefisien transmisi radiasi surya tertinggi dicapai ketika nilai LAI paling rendah (0,84) dengan koefisien transmisi tertinggi (0,87), sebaliknya koefisien transmisi terkecil (0,39) ketika nilai LAI tertinggi (1,98).

### Koefisien pemadaman tajuk tanaman dan intersepsi radiasi surya

Secara teori, nilai  $k$  ditentukan oleh sifat optik tajuk tanaman tetapi tidak dipengaruhi oleh nilai LAI. Namun demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai LAI maka nilai  $k$  juga meningkat (Gambar 3). Berdasarkan Persamaan 3, seharusnya jika nilai  $k=0$  maka tidak ada radiasi surya yang diintersepsi tajuk tanaman melainkan

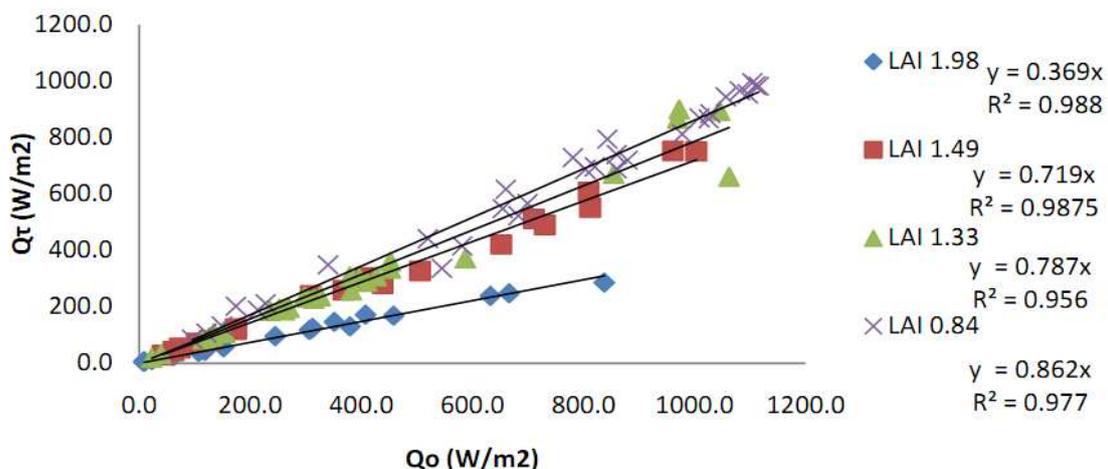
seluruh radiasi surya datang di atas tajuk tanaman akan ditransmisikan ke permukaan tanah. Hal ini seperti tidak ada tajuk tanaman atau nilai LAI=0 karena nilai radiasi datang sama dengan radiasi transmisi. Jika nilai LAI meningkat sedangkan nilai  $k$  tetap, maka radiasi surya yang diintersepsi tajuk tanaman makin besar. Di lain pihak, jika LAI dan  $k$  juga meningkat maka jumlah radiasi surya yang diintersepsi tajuk tanaman semakin besar. Hal ini yang menjelaskan kurva pada Gambar 4, koefisien intersepsi ( $1-t$ ) yang meningkat secara eksponensial dengan peningkatan LAI.

Menurut Harjadi (1984) dan Li *et al.* (2007), jarak tanam mempengaruhi intersepsi radiasi surya oleh daun tanaman. Perbedaan jarak tanam dalam hal ini mungkin disebabkan oleh perbedaan LAI, namun jarak tanam tidak mempengaruhi pola hubungan LAI dengan radiasi intersepsi seperti ditunjukkan Gambar 4.

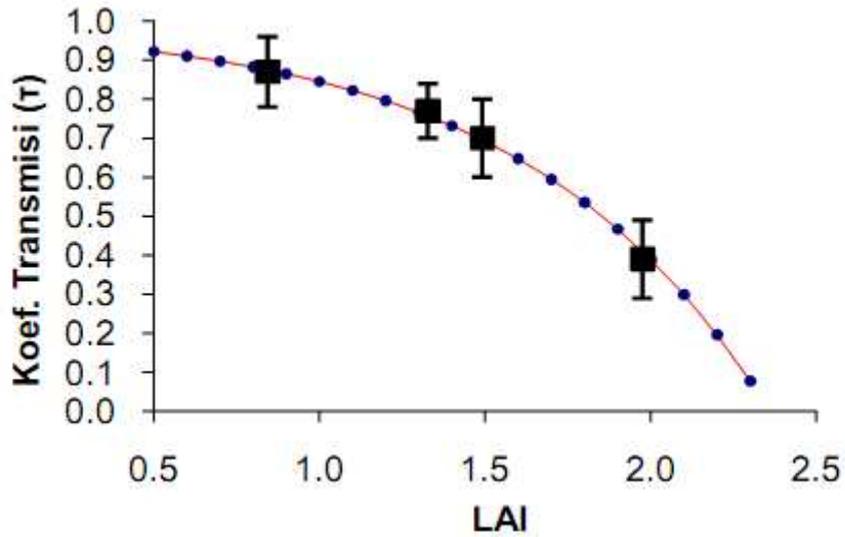
### Efisiensi penggunaan radiasi surya

Pengukuran minggu pertama (38 hari setelah tanam) energi radiasi surya yang diintersepsi tanaman belum banyak digunakan untuk pertumbuhan umbi dibandingkan untuk biomassa di atas tanah (AGB). Akan tetapi, mulai minggu ketiga pengukuran (53 hari setelah tanam) pembentukan umbi telah meningkat melampaui pertumbuhan AGB (Gambar 5).

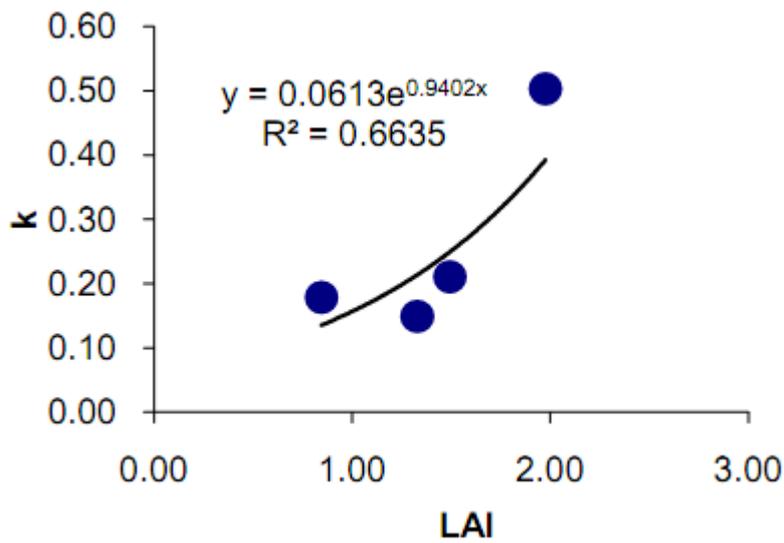
Radiasi surya yang diintersepsi tajuk tanaman kentang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan serta produksi umbi. Energi yang diserap tersebut diakumulasikan selama masa tumbuhnya. Dengan mengkorelasikan radiasi yang diintersepsi oleh tajuk secara kumulatif dengan penambahan berat kering tanaman kentang, maka dapat diperoleh nilai efisiensi penggunaan radiasi surya.



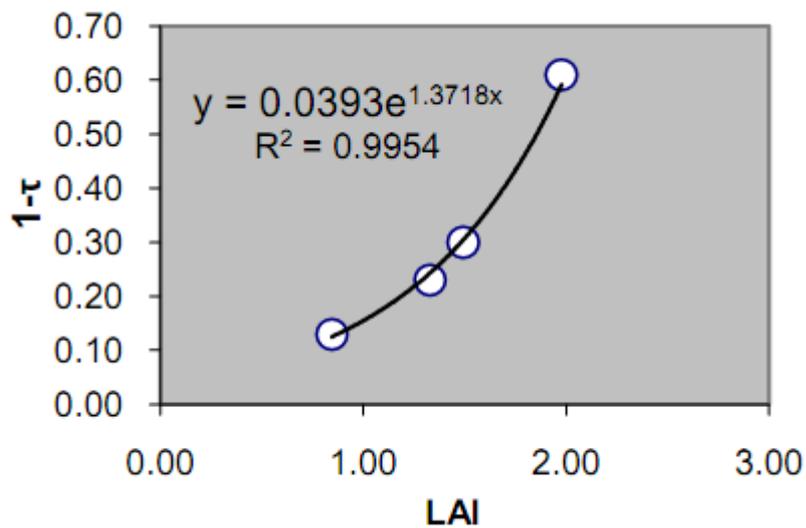
Gambar 1 Hubungan antara radiasi surya di atas tajuk tanaman dengan radiasi transmisi oleh tajuk tanaman kentang.



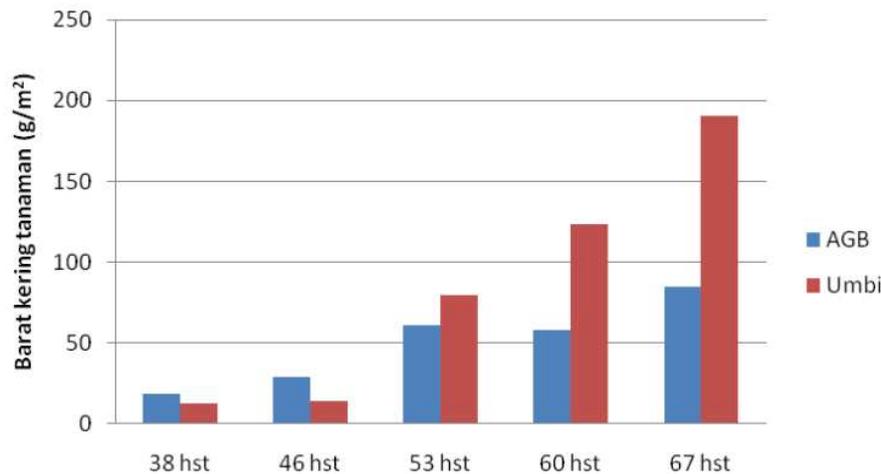
Gambar 2 Hubungan antara indeks luas daun (LAI) dengan koefisien transmisi tajuk tanaman kentang.



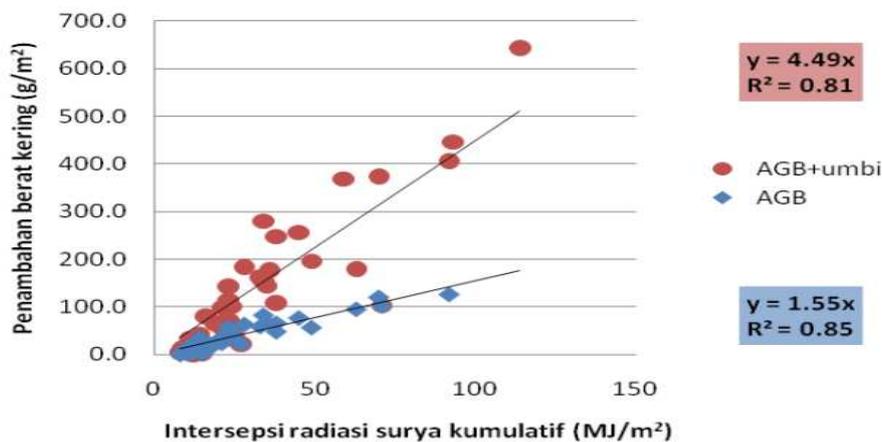
Gambar 3 Hubungan antara indeks luas daun (LAI) dengan koefisien pemadaman tajuk tanaman kentang (k).



Gambar 4 Hubungan antara indeks luas daun (LAI) dengan koefisien intersepsi radiasi surya oleh tajuk tanaman kentang (1-t).



Gambar 5 Hubungan antara umur tanaman dengan berat kering di atas tanah (AGB) dan umbi kentang. (hst adalah hari setelah tanam).



Gambar 6 Hubungan antara radiasi surya intersepsi dengan penambahan berat kering tanaman di atas tanah (AGB), dan biomassa total (AGB+umbi).

Tabel 1. Perbandingan nilai efisiensi penggunaan radiasi dari beberapa penelitian

Efisiensi ( $\epsilon$ ) (g MJ <sup>-1</sup> )	Keterangan	Sumber
1,48	AGB	Manrique <i>et al.</i> (1991)
1,7 – 2,3	AGB	Tadesse <i>et al.</i> (2001)
1,13 – 1,23	AGB	Kemania <i>et al.</i> (2004)
1,4 – 6,8	Biomassa Total	Nurmalan (1999)
1,55	AGB	Penelitian ini
4,49	Biomassa Total	Penelitian ini

Berdasarkan data pada Gambar 5, dan nilai k, LAI serta data radiasi surya yang terukur pada stasiun klimatologi terdekat (Qo) untuk menghitung radiasi surya yang diintersepsi tajuk tanaman (Qint); tanaman kentang yang ditanam di Galudra, Cianjur ini menghasilkan nilai efisiensi sebesar  $\epsilon_{AGB}=1,55$  g MJ<sup>-1</sup> dengan  $R^2 = 0,85$ . Disamping itu, nilai efisiensi untuk biomassa total (AGB+umbi) diperoleh nilai  $\epsilon_{Total}=4,49$  g MJ<sup>-1</sup>, dengan  $R^2 = 0,81$  (Gambar 6). Nilai efisiensi ini ( $\epsilon_{Total}$ ) lebih besar dibandingkan dengan  $\epsilon_{AGB}$ , karena perhitungan ini memasukkan berat kering umbi. Sebagai catatan, berdasarkan

hasil pengukuran didapatkan kadar air pada umbi 84% dari berat basah umbi.

Apabila dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya (Tabel 1), nilai efisiensi pada penelitian ini cukup mendekati nilai-nilai efisiensi tersebut. Nilai efisiensi pada Tabel 1 diperoleh dari hasil penelitian Kemania *et al.* (2004) dan Nurmalan (1999) yang menggunakan jarak tanam yang berbeda; serta Tadesse *et al.* (2001) yang menggunakan dua varietas yang berbeda dan pemberian nitrogen. Efisiensi tanaman kentang varietas Gloria lebih tinggi dibandingkan dengan

varietas Spunta. Tanaman kentang yang sebelumnya diberi penambahan nitrogen, nilai efisiensinya lebih tinggi daripada benih kontrol tanpa penambahan tambahan nitrogen. Secara umum nilai efisiensi untuk  $\varepsilon_{AGB}$  dari penelitian-penelitian tersebut berada pada kisaran 1,1-2,3 g MJ<sup>-1</sup> dan penelitian ini menghasilkan nilai dalam kisaran tersebut ( $\varepsilon_{AGB}=1,55$  g MJ<sup>-1</sup>). Di samping itu, menurut Nurmalan (1999) nilai  $\varepsilon_{Total}$  berkisar 1,4 - 6,8 g MJ<sup>-1</sup> yang penelitian ini juga menghasilkan nilai dalam kisaran tersebut ( $\varepsilon_{Total}=4,49$  g MJ<sup>-1</sup>).

## KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, nilai koefisien pepadaman tajuk (k) tanaman kentang tidak konstan, melainkan semakin besar dari k=0,15 hingga k=0,50 dengan peningkatan nilai indeks luas daun (LAI) dari 0,98 hingga 1,98. Peningkatan nilai k dengan LAI menyebabkan radiasi surya yang diintersepsi tajuk tanaman kentang meningkat secara eksponensial dengan LAI yang semakin tinggi, baik pada jarak tanam 20x20 cm maupun 20x30 cm.

Energi radiasi surya kumulatif yang diintersepsi tajuk tanaman berbanding lurus dengan penambahan biomassa tanaman kentang, baik yang di atas tanah (AGB) maupun biomassa total (AGB+umbi). Gradien hubungan tersebut menunjukkan nilai efisiensi penggunaan radiasi surya pada tanaman kentang ( $\varepsilon$ ), masing-masing  $\varepsilon_{AGB} = 1,55$  g MJ<sup>-1</sup> dan  $\varepsilon_{Total}=4,49$  g MJ<sup>-1</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2008. Kemampuan Indonesia untuk Produksi Kentang sangat Memanggakan. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.

- Astawan M. 2004. Kentang : Sumber Vitamin C dan Pencegah Hipertensi. Kompas Cyber Media – Senior.
- Awal M.A., H. Koshi, dan T. Ikeda. 2006. Radiation Interception and Use by Maize/Peanut Intercrop Canopy. *Agricultural and Forest Meteorology* 139: 74 – 83.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2009. Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Kentang. Dalam <http://www.bps.go.id> (25/11/2010).
- Harjadi M. 1984. Pengantar Agronomi. PT. Gramedia. Jakarta.
- Kemarian A.R., Stockle C.O., dan Huggins D.R.. 2004. Variability of Barley Radiation-Use Efficiency. *Crop Science Society of America*, 44:1662-1672.
- Li Q., Chen Y., Liu M., Zhou X., Yu S., dan Dong B. 2007. Effect of Irrigation and Planting Pattern on Radiation Use Efficiency and Yield of Winter Wheat in North China. *Agricultural Water Management*, 95:469-476.
- Manrique L.A., Kiniry J.R., Hodges T., dan Axness D.S.. 1991. Dry Matter Production and Radiation Interception of Potato. *Crop Science Society of America*. 31:1044-1049.
- Nurmalan R. 1999. Sebaran Radiasi dan Efisiensi Penggunaan Radiasi Surya Pada Tanaman Kentang Generasi-0 (*Solanum tuberosum* L.) dan Interaksinya Terhadap Pertumbuhan dan Produksi. Skripsi, Departemen Geofisika dan Meteorologi, Institut Pertanian Bogor.
- Samadi, B. 2007. Kentang dan Analisis Usaha Tani. Kanisius. Yogyakarta.
- Sunarjono, H. 2004. Petunjuk Praktis Budidaya Kentang. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Sutapradja H. 2008. Pengaruh jarak tanam dan ukuran umbi bibit terhadap pertumbuhan dan hasil kentang varietas Granola untuk bibit. *J. Hort.* 18 (2) : 155-159.
- Tadesse M., Lommen W.J.M., dan Struik P.C.. 2001. Effect of Nitrogen Pre- Treatment of Transplants from In Vitro Produced Potato Plantlets on Transplant Growth and Yield in The Field. *Netherland Journal of Agricultural Science*, 49:67-79.