

# KOEFESIEN PEMADAMAN TANAMAN KEDELE PADA BEBERAPA TINGKAT RADIASI

Rizaldi<sup>1</sup> Boer dan Irsal Las<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut Pertanian Bogor

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

## ABSTRAK

Koefisien pemadaman ( $k$ ) tanaman kedele diukur pada beberapa tingkat radiasi dan indeks luas daun. Nilai  $k$  menurut tajam dengan meningkatnya indeks luas daun (ILD) sampai 1.7 dan selanjutnya relatif konstan. Pada saat indeks luas daun lebih besar 1.7, nilai  $k$  tanaman yang menerima radiasi lebih besar secara konsisten selalu lebih tinggi dari yang menerima radiasi lebih kecil. Oleh karena itu disusun dua persamaan yang dapat digunakan untuk menduga nilai  $K$  yaitu:  $1 \text{ ly} = 4.186 \text{ J cm}^{-2}$

$$k = \begin{cases} 1/(1 + \exp(-3.287 + 1.7398\text{LAI})) & \text{for LAI} \leq 1.7 \\ 0.04767 + 0.001377 \text{Io} - 0.0000011 \text{Io}^2 & \text{for LAI} \geq 1.7 \end{cases}$$

Io radiasi yang sampai di atas permukaan tajuk tanaman (ly/hari)<sup>1</sup>

**Kata Kunci :** *Glycine max*, Indeks Luas Daun (ILD), Radiasi, Koefisien Pemadaman

## ABSTRACT

*Extinction coefficient (k) of soybean was measured at different levels of radiation intensity and leaf area index. The value of k decreased sharply as leaf area index (LAI) increased up to 1.7 and then it remained relatively constant. However, at leaf area index of more than 1.7, k-values of the crops receiving higher radiation intensity were consistently higher than those receiving lower radiation intensity. Therefore two equations were developed to estimate the k-value, i.e.*

$$k = \begin{cases} 1/(1 + \exp(-3.287 + 1.7398\text{LAI})) & \text{for LAI} \leq 1.7 \\ 0.04767 + 0.001377 \text{Io} - 0.0000011 \text{Io}^2 & \text{for LAI} \geq 1.7 \end{cases}$$

Io radiation reaching the top of the canopy (ly/day)

**Key Words :** *Glycine max*, Leaf Area Index (LAI), Radiation, Extinction Coefficient(k).

## PENDAHULUAN

Koefisien pemadaman ( $k$ ) tajuk tanaman menggambarkan besar kemampuan tajuk dalam mengintersepsi radiasi yang melewati. Radiasi yang diintersepsi ( $I$ ) mengikuti hukum Beer yaitu  $I = (1 - \exp(-kILD)) I_0$ , ILD adalah indeks luas daun dan  $I_0$  radiasi yang sampai di atas permukaan tajuk. Jadi fraksi radiasi yang diintersepsi,  $f = 1 - \exp(-kILD)$ . Nilai  $k$  berbeda untuk masing-masing tanaman tergantung dari struktur tajuk, orientasi daun dan penyebaran daun (Fischer dan Wilson, 1976; Yunusa *et al.*, 1993). Tanaman berdaun tegak mempunyai nilai  $k$  antara 0.3 dan 0.5 dan yang berdaun rebah antara 0.7 dan 1.0 (Saeki, 1960). June (1993) menemukan bahwa nilai  $k$  tanaman ubi kayu yang bertajuk mengelompok dengan orientasi daun mendatar adalah 0.65 lebih tinggi dari nilai  $k$  tanaman sorghum yang orientasi daunnya tegak yaitu 0.57. Tanaman dengan nilai  $k$  lebih besar mengintersepsi radiasi lebih besar pula. Namun demikian kemampuan mengintersepsi radiasi yang lebih besar tidak selalu lebih efisien dalam mengkonversinya menjadi bahan kering karena biasanya distribusi radiasi dalam tajuk tanaman yang mempunyai  $k$  besar kurang baik (Muchow *et al.*, 1982).

<sup>1</sup>  $1 \text{ ly} = 4.186 \text{ J cm}^{-2}$

Selanjutnya June (1993) menyatakan bahwa struktur tajuk dan orientasi daun juga akan mempengaruhi nilai kritis ILD, yaitu indeks luas daun yang diperlukan untuk mengintersepsi radiasi sebanyak 95% dari radiasi yang diterimanya. Ubi kayu dengan nilai  $k=0.65$  nilai kritis ILD-nya adalah 2.97 sedangkan sorghum dengan nilai  $k=0.57$  nilai kritis ILD-nya adalah 5.26. Oleh karena itu ubi kayu akan memberikan hasil yang tinggi bila jarak tanamnya diperjarang.

Karena nilai  $k$  berkaitan dengan kemampuan tanaman dalam mengintersepsi radiasi, maka pengukuran nilai  $k$  suatu tanaman menjadi sangat penting, terutama dalam membuat model-model simulasi pertumbuhan tanaman berdasarkan perhitungan intersepsi radiasi. Squire *et al* (1984) menyatakan bahwa nilai  $k$  tetap, tidak tergantung pada ILD, sehingga plot antara  $\ln(1-f)$  dan ILD akan menghasilkan garis lurus dengan landaian  $-k$ . Namun banyak penelitian menunjukkan bahwa nilai  $k$  tidak tetap tetapi berubah yang dipengaruhi oleh ILD (*e.g* pada tembakau dalam Baharsjah, 1994; pearl millet dalam Carberry, 1986; *Amaranthus hybridus* dalam dan Ibe, 1986; Barley dalam Allen, 1990; Gandum dalam Siddique *et al.*, 1989 dan Yunusa *et al.*, 1993). Selanjutnya Boer (1983) menemukan adanya kecenderungan meningkatnya fraksi radiasi yang diintersepsi dengan meningkatnya intensitas radiasi yang diterima<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa nilai  $k$  berubah dengan berubahnya intensitas radiasi yang diterima oleh tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk melihat variasi nilai  $k$  tanaman kedele pada tingkat intensitas radiasi dan indeks luas daun yang berbeda.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Cimanggu, Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor dalam bentuk percobaan pot dari bulan Maret sampai Juni 1988. Tinggi tempat sekitar 250 m dpl pada posisi 116° 14' BT dan 6° 37' LS.

Tanah Podsolik Merah Kuning (PMK) diambil dari Leuwiliang, Bogor dan dimasukkan ke dalam masing-masing pot sebanyak 8 kg. Varietas kedele (*Glycine max*) yang digunakan adalah Willis. Pupuk dasar Urea, TSP dan Zk diberikan pada saat tanam masing-masing 0.2, 1.6 dan 0.8 g per pot dan pupuk kandang 20 g/pot. Pupuk mikro  $H_3BO_3$ ,  $CuSO_4$ ,  $ZnSO_4$ , Na. Molybdat dan MgO diberikan masing-masing 40, 20, 20, 0, 2 dan 160 mg per pot. Pada umur 1 bulan pupuk Urea diberikan lagi sebanyak 0.2 g/pot. Dua minggu sebelum penanaman tanah dikapur dengan dosis setara 1.0 Al-dd.

Untuk memperoleh beberapa tingkat radiasi digunakan naungan yang terbuat dari kain kassa putih. Perlakuan disusun sebagai berikut: (a) tidak dinaungi (kontrol), (b) dinaungi dengan satu lapis kain kassa, (c) dinaungi dengan dua lapis kain kassa dan (d) dinaungi dengan tiga lapis kain kassa. Pada tiap perlakuan disusun sebanyak 21 pot dalam tiga kelompok, masing-masing 7 pot yang disusun secara melingkar dan saling berdempetan satu sama lain.

Pengukur indeks luas daun<sup>3</sup> dilakukan sekali sepuluh hari bersamaan dengan pengukuran radiasi intersepsi. Fraksi radiasi yang diintersepsi pada hari pengukuran merupakan rata-rata hasil pengamatan sesaat yang dilakukan setiap satu jam. Intensitas radiasi sesaat diukur dengan menggunakan *Tube Solariemeter*.

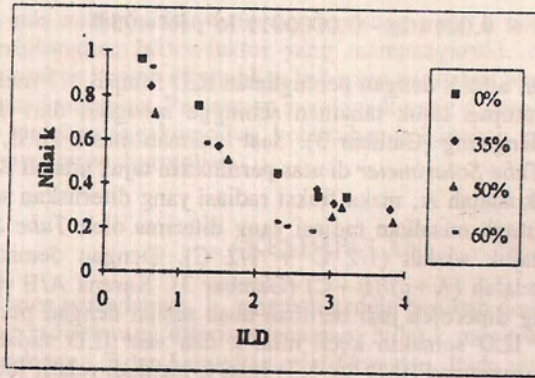
<sup>2</sup> Intensitas radiasi ditingkatkan dengan menggunakan reflektor yang terbuat dari plastik putih mengkilat.

<sup>3</sup> Pengukuran fraksi radiasi yang diintersepsi dilakukan setiap satu jam mulai jam 09.00 sampai jam 16.00

Indeks Luas Daun = (Luas Daun Total)/(Diameter pot)<sup>2</sup>

## HASIL DAN PEMBAHASAN

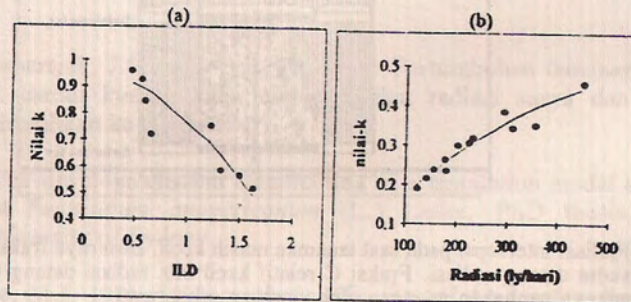
Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai k tanaman kedele berubah dengan berubahnya ILD. Nilai k menurun tajam dengan peningkatan ILD sampai ILD = 1.7 dan kemudian relatif konstant (Gambar 1). Hasil sejalan dengan hasil-hasil penelitian sebelum. Pada tanaman tembakau, nilai k sampai ILD = 1.7 (Baharsjah, 1994), sedangkan pada tanaman pearl millet nilai k menurun tajam sampai ILD = 0.17 (Carberry, 1986). Nilai k tanaman tembakau saat ILD lebih dari 1.7 adalah sekitar 0.23 dengan simpangan baku sekitar 0.05 sedangkan untuk tanaman pearl millet saat ILD lebih dari 1.7 adalah sekitar 0.28.



Gambar 1. Nilai k pada empat tingkat naungan dan indeks luas daun

Nilai k tanaman kedele pada saat ILD = 0.5 adalah sekitar 0.9 dan saat ILD = 1.7 nilai k turun menjadi sekitar 0.5 (Gambar 2a). Jadi terjadinya perubahan nilai k sebesar 0.4 dengan meningkatnya ILD dari 0.5 ke 1.7. Bentuk hubungan antara nilai k dengan ILD dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut (Gambar 2a):

$$k = 1/(1 + \exp(-3.287 + 1.7398 \text{ILD})) ; R^2 = 78\%$$



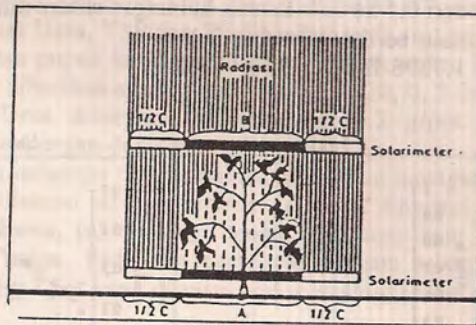
Gambar 2 (a). Hubungan antara nilai k dengan ILD saat ILD < 1.7 dan (b) hubungan nilai k dengan intensitas radiasi yang diterima tanaman saat ILD ≥ 1.7.

Pengaruh perbedaan tingkat radiasi terhadap nilai k pada saat tajuk tanaman belum berkembang sempurna (ILD < 1.7) tidak nyata. Hal ini ditunjukkan oleh tidak nyatanya sumbangan keragaman pengaruh radiasi terhadap keragaman nilai k pada persamaan di atas.

Pada saat ILD ,lebih besar dari 1.7, nilai rata-rata k untuk tanaman kedele adalah sekitar 0.30 dengan simpangan baku sekitar 0.08. Namun demikian Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai k tanaman kedele yang mendapat naungan lebih tinggi secara konsisten selalu lebih rendah dari yang mendapat naungan lebih rendah; nilai k terkecil diperoleh pada tanaman yang mendapat naungan 60% diikuti oleh yang mendapat naungan 50%, 35% dan 0% (kontrol). Hal ini menunjukkan bahwa intensitas radiasi berpengaruh terhadap nilai k tanaman. Diperoleh bahwa hubungan antara nilai k saat ILD lebih dari 1.7 dengan intensitas radiasi bersifat kuadratik. Nilai k bertambah dengan peningkatan intensitas radiasi yang diterima tanaman sampai tingkat tertentu (Gambar 2b). Adapun bentuk hubungan antara nilai k dengan radiasi yang sampai di atas permukaan tajuk ( $I_o$ ) adalah :

$$k = 0.05 + 0.0014 I_o - 0.0000011 I_o^2; R^2=95 \%$$

Terjadinya penurunan nilai k dengan peningkatan ILD sampai 1.7 mungkin disebabkan belum sempurnanya penutupan tajuk tanaman sehingga sebagian dari *Tube Solarimeter* terbuka terhadap radiasi langsung (Gambar 3). Saat tanaman masih kecil, misalkan radiasi yang diukur oleh bagian *Tube Solarimeter* di atas permukaan tajuk adalah B dan yang diukur di bawah permukaan tajuk adalah A, maka fraksi radiasi yang diteruskan sebenarnya adalah A/B (Gambar 3). Selanjutnya misalkan radiasi yang diterima oleh *Tube Solarimeter* yang tidak berada di bawah tajuk adalah (1/2 C + 1/2 C). Dengan demikian radiasi yang diteruskan yang terukur adalah (A+c)/(B+C) (Gambar 3). Karena  $A/B \neq (A+C)/(B+C)$  menyebabkan nilai k yang diperoleh jadi berubah-ubah sesuai dengan perkembangan tajuk tanaman. Semakin besar ILD semakin kecil nilai k dan saat ILD sudah menutupi *Tube Solarimeter* dengan ILD sempurna ( $ILD \geq 1.7$ ) nilai k menjadi relatif lebih konstan. Oleh karena itu pengukuran I dan  $I_o$  pada tajuk belum menutup sempurna sebaiknya dilakukan dengan menutupi bagian Tube yang tidak tertutupi tajuk dengan bahan penutup seperti cat putih atau aluminium foil yang bersifat memantulkan cahaya atau dengan menggunakan Tube yang ukurannya disesuaikan dengan ukuran tajuk.



Gambar 3. Radiasi intersepsi pada saat tanaman masih kecil. Besarnya fraksi C juga dipengaruhi oleh sudut datang radiasi. Fraksi C relatif kecil bila radiasi datang tidak tegak lurus, karena adanya tambahan naungan oleh tanaman sekitarnya.

Selanjutnya Monsi dan Saeki (*dalam* Horie, 1987) menyatakan bahwa dalam pengukuran radiasi intersepsi, besarnya radiasi yang dipantulkan dan dihamburkan oleh tanaman perlu diperhitungkan agar diperoleh hasil pengukuran yang lebih teliti. Oleh karena itu mereka menyarankan bentuk persamaan Beer dirubah menjadi:

$$I = (-r-(1-ro) \exp(-(-1-m)k \text{ ILD}))$$

M, r dan ro masing-masing adalah koefisien penghamburan, koefisien pemantulan tajuk dan koefisien pemantulan tanah. Nilai r dapat diduga dari persamaan:

$$r = rf - (rf-ro) \exp(-0.5 \text{ILD})$$

rf adalah koefisien pemantulan tajuk pada saat menutup tanah sempurna. Nilai-nilai parameter pada persamaan di atas adalah  $k=0.06$ ,  $m=0.25$ ,  $rf=0.22$  dan  $ro=0.1$ .

Meningkatnya nilai k dengan peningkatan intensitas radiasi yang diterima pada saat ILD  $\geq 1.7$  (Gambar 2b) mungkin juga disebabkan karena fraksi radiasi yang dipantulkan dan dihamburkan tidak ikut diperhitungkan. Banyaknya fraksi radiasi yang dipantulkan oleh tajuk tanaman yang ditanam pada empat tingkat naungan akan berbeda karena berbedanya struktur tajuk. Tanaman bawah naungan mempunyai daun yang lebih banyak, lebar dan tipis (Boer *et al.*, 1994).

Uraian di atas menunjukkan bahwa pengukuran nilai k tanaman dapat disempurnakan dengan memperhitungkan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Akan tetapi perhitungannya menjadi kurang praktis karena dibutuhkan beberapa peralatan pengukur lain seperti pengukur albedo dan radiasi hamburan. Persamaan penduga k yang diperoleh dari penelitian ini secara tidak langsung sudah mengakomodasi kelemahan-kelemahan pengukuran tersebut di atas sehingga penggunaannya disarankan.

## KESIMPULAN

Nilai koefisien pemadaman, k, tanaman kedele berubah dengan berubahnya indeks luas daun dan tingkat radiasi yang diterima tanaman. Nilai k menurun tajam sampai indeks luas daun mencapai sekitar 1.7 dan kemudian relatif konstan. Pada saat indeks luas daun melebihi 1.7 tanaman yang menerima radiasi lebih banyak mempunyai nilai k yang lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baharsjah, J.S. 1994. The effect of shading on tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) I. Plant growth and leaf production. Diserahkan ke *Indonesia J. Trop Agric.*
- Boer, R. 1983. Pengaruh pemakaian reflektor terhadap produksi tanaman tomat yang ditumpangсарikan dengan jagung. Masalah Khusus, Jurusan Agrometeorologi, Faperta, IPB Bogor.
- Boer, R. Las, I., Baharsjah, J.S., dan Bey, A. 1994. Pertumbuhan tanaman kedele pada tanah podsolik merah kuning pada empat tingkat radiasi surya dan tiga tingkat pengapuran. Diserahkan ke *Agromet J.*
- Carbery, P. 1986. The development and construction of a simulation model of the growth of fearl millet *Pennisetum ammericanum* (L.) Leeke. PhD thesis, Faculty of Agriculture, University of Sydney.
- Fasheun, A., and Ibe, M.I. 1986. Photosynthetic efficiency of *Amaranthus hybridus* grown in the field *Agric. For. Meteorol.* 36: 335-341.
- Fischer, K.S., and Wilson, G.L. 1976. Studies on grain production in *Sorghum bicolor* (L.) Moench. V. Effect of planting density on growth and yield. *Aus J. Agric. Res.* 27:35-44.

- Horie, T. 1987. Dynamic models for evaluating and predicting the growth and yield of rice and sunflower crop from weather. *Food and Fertilizer Tech. Centre. Tech. Bul* 99:1-13.
- June, T. 1993. The effect of light on growth of cassava and sorghum : I. light distribution and extinction coefficient. *Agromet J.* 9:37-42.
- Muchow, R.S., Coates, D.R., and Wilson, G.L. 1982. productivity of irrigated *Sorghum bicolor* (L.) Moench in northern Australia. I. Plant density and arrangement effect on light interception and distribution, and grain yield, in the hybrid Texas 610R in low and medium latitudes. *Aust. J. Agric. Res.* 33:771-784.
- Saeki, T. 1960. Interrelationship between leaf amount light distribution and total photosynthesis in a plant community. *Bot. mag. Tokyo*, 73:55-63.
- Siddique, K.H.M., Belford, R.K., Perry, M.W., and Tennant, D. 1989. Growth, development and light interception of old and modern wheat cultivars in a mediterranean-type environment. *Aus. J. Agric. Res.* 40:473-487.
- Yunusa, I.A.M., Siddique, K.H.M., Belford, R.K., Karimi, M.M. 1993. Effect of canopy structure on efficiency of radiation interception and use in spring wheat cultivars during pre anthesis period in a mediterranean-type environment. *Fields Crop Res.* 35:113-122.