

Koefisien Penyirnaan dan Produksi Tanaman Lada Perdu pada Beberapa Tingkat Radiasi

Extinction Coefficient and Production of Bushy Pepper at Several Radiation Levels

E. SURMAINI¹, R. HIDAYATI², DAN TRIWIDIATNO²

ABSTRAK

Koefisien penyirnaan (k) menggambarkan kemampuan tanaman untuk mengintersepsi radiasi surya yang selanjutnya akan mempengaruhi konversi energi menjadi bahan kering. Tanaman lada merupakan tanaman C3 yang toleran naungan. Dengan diketahuinya tingkat radiasi yang optimal untuk pertumbuhan dan produksi dapat dirancang teknik budi daya yang tepat untuk pengembangannya. Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai koefisien penyirnaan dan tingkat radiasi yang optimal untuk produksi tanaman lada perdu. Penelitian dilaksanakan bulan Juli -November 1997 di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat di Sukamulya, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat, dengan ketinggian tempat 350 m di atas permukaan laut dengan jenis tanah Alfisols. Penelitian menggunakan rancangan petak terbagi dengan tiga ulangan dan 20 tanaman/perlakuan. Petak utama adalah tingkat radiasi yaitu 100, 75, dan 50%. Sedangkan anak petak adalah varietas lada yaitu Petaling 1, Petaling 2, dan Bengkayang. Koefisien penyirnaan tertinggi pada ketiga varietas terdapat pada tingkat radiasi 50% atau sekitar 243,2 cal/cm²/hari yaitu 0,82 untuk Petaling 1, 0,78 untuk Petaling 2, dan 0,89 untuk Bengkayang. Semakin tinggi radiasi yang diterima maka semakin rendah nilai k . Pada tanaman lada perdu yang toleran terhadap tingkat radiasi rendah peningkatan nilai k ternyata mampu meningkatkan produksi tanaman. Produksi buah kering tertinggi ketiga varietas dihasilkan pada tingkat radiasi 50% yaitu 98,5 g/tanaman pada varietas Petaling 1, 82,6 g/tanaman pada varietas Petaling 2, dan 91,6 g/tanaman pada varietas Bengkayang.

ABSTRACT

Extinction coefficient (k) described as plant capability to intercept solar radiation, furthermore determined energy conversion to dry matter. Pepper is C3 crop that have tolerance to shading. With knowing of optimal radiation level to growth and production can used to plan the cultivation and its development. Research purposed to know extinction coefficient and optimal radiation level for production of bushy pepper. Experiment held on July-November 1997 on Research Installation of Research Institute of Spice and Medicinal Crop in Sukamulya, Sukabumi, West Java with 350 m above sea level and soil type is Alfisols. Research used split plot design with 3 replicates and 20 plants per plot. Main plot were radiation levels i.e 100, 75 and 50%. Sub plot were variety of bushy pepper i.e Petaling-1, Petaling-2 and Bengkayang. The highest k of three varieties was on 50% radiation level equals 243.2 cal/cm²/day that is 0.82 for Petaling-1, 0.78 for Petaling-2 and 0.89 for Bengkayang. When higher radiation received k value will be decrease. Bushy pepper that tolerance to low radiation, increasing k value able to increase plant production. The highest dried seed production of three varieties were on 50% radiation

level, i.e 98.5 g/plant on Petaling-1, 82.6 g/plant on Petaling-2 and 91.6 g/plant on Bengkayang.

Keyword : Extinction coefficient, Radiation, Bushy pepper.

PENDAHULUAN

Lada (*Piper nigrum* L.) merupakan komoditas ekspor penghasil devisa terbesar dalam kelompok rempah-rempah. Dibandingkan dengan komoditas lain, lada menempati urutan kelima sebagai penghasil devisa setelah karet, teh, kelapa sawit dan kopi. Menurut Biro Pusat Statistik (1998), Indonesia mengeksport lada sebesar 38, 143 t dengan nilai ekspor US\$ 199,363,400. Permintaan lada di pasar dunia sejak beberapa tahun terakhir semakin meningkat, sehingga berbagai cara peningkatan produksi sangat prospektif. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memperluas areal tanaman lada. Akibat kemarau panjang tahun 1997, areal lada di Indonesia mengalami penurunan sebesar 17.400 ha dibanding tahun 1996 dan 1998 mengalami peningkatan, dari seluas 12.000 ha menjadi 123.584 ha. Selain itu peningkatan produksi juga perlu dilakukan dengan peningkatan produktivitas tanaman, mengingat produktivitas tanaman lada Indonesia termasuk rendah, hanya sekitar 546 kg/ha. Di Malaysia bisa mencapai 3.000 kg/ha (Ibrahim *et al.*, 1.993).

Berbagai usaha telah dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Salah satunya adalah dengan meningkatkan laju tumbuh tanaman. Laju tumbuh tanaman sangat dipengaruhi oleh proporsi radiasi surya yang diintersepsi oleh

¹ Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor

² Jurusan Geofisika dan Meteorologi, IPB

tanaman tersebut. Jumlah radiasi yang diintersepsi sangat ditentukan oleh distribusi cahaya dalam tajuk tanaman yang selanjutnya akan mempengaruhi konversi energi radiasi menjadi bahan kering. Karakteristik distribusi cahaya dalam tajuk tanaman, antara lain dapat digambarkan dengan koefisien penyirnaan (k). Oleh sebab itu pengukuran koefisien penyirnaan suatu tanaman menjadi sangat penting, terutama dalam membuat model-model simulasi pertumbuhan tanaman berdasarkan perhitungan intersepsi radiasi.

Intensitas radiasi yang diterima tanaman akan mengalami pengurangan setelah diintersepsi oleh tajuk tanaman sebelum sampai ke permukaan tanah. Penurunan intensitas radiasi ini disebut penyirnaan (*extinction*). Koefisien penyirnaan merupakan nilai yang menggambarkan kemampuan tajuk dalam mengintersepsi radiasi yang melaluinya (Boer dan Las, 1994). Selain itu June (1993) menjelaskan bahwa nilai k mencerminkan laju pengurangan radiasi surya oleh tajuk tanaman pada saat radiasi surya melewati puncak tajuk menuju permukaan tanah. Setiap jenis tanaman memiliki nilai koefisien penyirnaan yang berbeda tergantung pada struktur tajuk, orientasi daun, penyebaran daun dan lain-lain (Yunusa *et al.*, 1993). Tanaman dengan nilai k yang lebih besar akan mengintersepsi radiasi lebih besar pula. Namun demikian kemampuan mengintersepsi radiasi yang lebih besar tidak selalu lebih efisien dalam mengkonversi energi menjadi bahan kering karena distribusi radiasi dalam tajuk tanaman juga sangat menentukan (Muchow *et al.*, 1982).

Lada adalah tanaman dengan lintasan fotosintesis C3, yang toleran terhadap naungan dan konsumtif hara tanaman. Syakir (1994) menyatakan bahwa lada akan berproduksi optimal bila ditanam pada intensitas radiasi 50-75% atau sekitar 257,3 kal/cm²/hari. Tanaman lada dapat diperbanyak dengan sulur panjat yang menghasilkan tanaman yang memanjat, sehingga memerlukan tiang panjat, atau dengan stek cabang buah yang akan menghasilkan tanaman yang berbentuk perdu yang tidak memerlukan tiang.

Keunggulan lada perdu dibandingkan lada yang menggunakan tiang panjat adalah biaya investasi relatif lebih rendah. Selain itu, pemeliharaan dan panen lada perdu lebih mudah, populasi tanaman per satuan luas lebih banyak, berproduksi lebih awal dan dapat ditanam dengan pola tanam campuran maupun tumpang sari dengan tanaman lain, seperti kelapa dan lain-lain (Syakir dan Zaubin, 1994).

Penelitian bertujuan untuk mempelajari nilai koefisien penyirnaan dan produksi tiga varietas lada perdu pada beberapa tingkat radiasi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan bulan Juli-November 1997 di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat di Sukamulya, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat, dengan ketinggian tempat 350 m di atas permukaan laut pada tanah Alfisols.

Alat yang digunakan adalah *tube solarimeter* dengan pencatat pada digital volt meter (DVM) untuk radiasi sesaat dan integrator untuk radiasi harian, *agronet shading* (paranet) 50 dan 25% untuk mendapatkan intensitas radiasi 50 dan 75%, *kipp solarimeter*, *albedometer*, alat timbang dan alat ukur. Sedangkan bahan yang digunakan adalah tiga varietas tanaman lada perdu yang telah berumur satu tahun (telah memasuki fase generatif) yaitu Petaling 1, Petaling 2 dan Bengkayang, pupuk urea, SP-36, KCl, dan kiesserit. Untuk pengendalian hama dan penyakit digunakan furadan 3G, dithane, azodrin dan casumin.

Penelitian menggunakan rancangan petak terbagi dengan tiga ulangan dan 20 tanaman/perlakuan. Petak utama adalah tingkat intensitas radiasi surya yaitu 100, 75, dan 50%. Sedangkan anak petak adalah varietas lada yaitu Petaling 1, Petaling 2 dan Bengkayang. Pupuk yang diberikan adalah NPKMg (12:12:17:2) dengan takaran 600 g/tanaman/tahun. Jarak tanam yang digunakan adalah 1 m x 1,5 m dengan ukuran lubang tanam 40 cm x 40 cm x 40 cm .

Intensitas radiasi harian diukur dua kali seminggu mulai pukul 06.00-18.00 WIB. Sedangkan intensitas radiasi sesaat dilakukan pada jam 10.00-15.00 WIB dengan selang pengukuran satu jam. *Tube solarimeter* ditempatkan pada dua tingkat ketinggian yaitu di atas tajuk tanaman dan di bawah tajuk tanaman lada. Sebagai kontrol, dilakukan pengukuran radiasi pada lahan yang tidak dinaungi. Untuk mengukur radiasi yang dipantulkan pada saat yang bersamaan juga dilakukan pengukuran *albedo*. Pengukuran indeks luas daun dilakukan setiap dua minggu, sedangkan parameter yang diukur untuk mengetahui produksi tanaman lada adalah jumlah tandan buah, bobot buah bertangkai dan produksi buah kering.

Koefisien penyirnaan dihitung berdasarkan rumus Beer yaitu: $I = I_0 \times \exp(-k \times \text{ILD})$, dimana: I = intensitas radiasi di bawah tajuk tanaman, I_0 = intensitas radiasi di atas tajuk tanaman, k = koefisien penyirnaan, ILD = indeks luas daun. Penelitian ini menyertakan perhitungan koefisien pemantulan tanaman lada. Sehingga rumus Beer akan dimodifikasi sebagai berikut :

$$k = -\text{Ln} \left\{ \frac{I}{I_0 \times (1 - \alpha)} \right\} + \text{ILD}$$

dimana α adalah *albedo* (koefisien pemantulan).

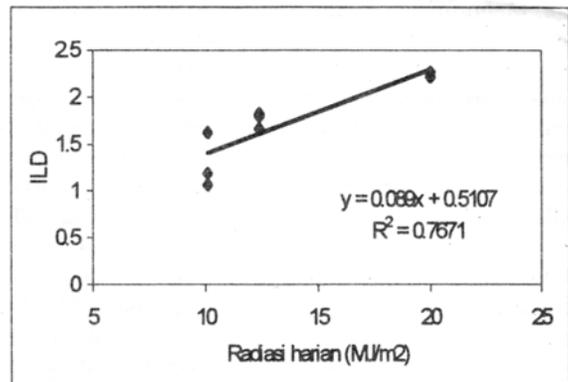
HASIL DAN PEMBAHASAN

Radiasi surya dan indeks luas daun

Hasil pengukuran intensitas radiasi surya tertinggi terjadi pada akhir bulan Agustus pada pukul 12.00 WIB ($1225,8 \text{ W/m}^2$), dan terendah pada awal bulan September pukul 15.00 WIB ($431,1 \text{ W/m}^2$). Bulan Juli-November 1997 tidak terjadi hujan, terutama di sekitar daerah penelitian, karena bertepatan dengan tahun *El-Nino*. Rata-rata intensitas radiasi harian yang diukur antara bulan Juli-November adalah 20 MJ/m^2 , sedangkan pada tingkat radiasi 75% sebesar $12,4 \text{ MJ/m}^2$, dan pada tingkat radiasi 50% mencapai $10,1 \text{ MJ/m}^2$.

Intensitas radiasi harian tertinggi pada tanggal 21 Agustus 1997 ($25,9 \text{ MJ/m}^2$) dan terendah pada tanggal 17 November 1997 ($9,1 \text{ MJ/m}^2$).

Makin besar radiasi yang diterima oleh tanaman makin besar indeks luas daunnya, demikian pula sebaliknya. Dari hasil penelitian didapat hubungan: $Y = 0.089 X + 0.5107$ ($R^2 = 0.7671$). Y adalah indeks luas daun dan X adalah radiasi harian dalam MJ/m^2 (Gambar 1).



Gambar 1. Hubungan antara indeks luas daun dan rata-rata radiasi harian

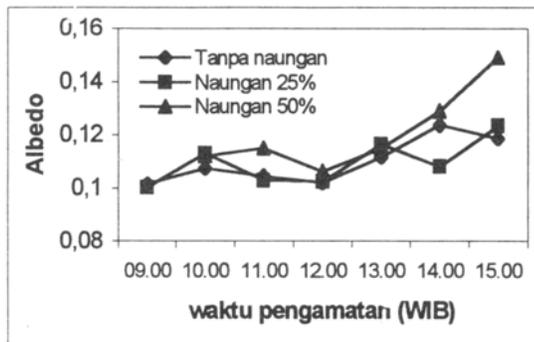
Figure 1. Relationship between leaf area index and average daily radiation

Tanaman lada di bawah naungan mempunyai daun yang lebih lebar, *internode* yang lebih panjang dan relatif lebih horizontal, sehingga luas tajuknya lebih besar. Tetapi jumlah daunnya lebih sedikit. sehingga total luas daunnya juga lebih kecil. Hal ini menyebabkan nilai ILD nya lebih rendah. Sebaliknya pada tingkat radiasi 100% daun tanaman lebih sempit dan tegak, *internode* lebih pendek, sehingga luas tajuk lebih kecil, tetapi jumlah daun lebih banyak sehingga ILD nya lebih tinggi. Distribusi daun yang menyebar, memiliki kemampuan besar untuk menahan radiasi yang melaluinya, sehingga laju penurunan radiasi (koefisien penyirnaan) semakin besar.

Koefisien pemantulan (*albedo*)

Koefisien pemantulan (*albedo*) adalah nisbah antara radiasi yang dipantulkan oleh suatu

permukaan dengan radiasi yang datang pada permukaan tersebut. *Albedo* sangat dipengaruhi oleh turgiditas daun, sedang salah satu faktor yang mempengaruhi turgiditas daun adalah kadar air tanaman (Monteith, 1975). Pada Gambar 2 terlihat bahwa *albedo* meningkat pada sore hari, karena pada sore hari evapotranspirasi tanaman menurun, yang menyebabkan kadar air tanaman meningkat, sehingga daun tampak lebih tegak yang menyebabkan daun lebih banyak memantulkan radiasi. Baharsyah *et al.* (1983) menyatakan bahwa pada sore hari *albedo* akan meningkat karena penurunan turgiditas daun. Perbedaan nilai *albedo* pada tiga tingkat radiasi tersebut tidak jauh berbeda, berkisar antara 0,112 - 0,123.



Gambar 2. Albedo pada tanaman lada perdu
Figure 2. Albedo of bushy pepper

Koefisien penyirnaan (k)

Koefisien penyirnaan tertinggi pada ketiga varietas terdapat pada intensitas radiasi 50% dan terendah pada tingkat radiasi 100%. Secara umum terlihat kecenderungan bahwa makin tinggi tingkat radiasi maka nilai *ILD* semakin besar dan nilai *k* semakin kecil. Pada tingkat radiasi rendah daun tumbuh lebih lebar dan lebih horizontal, sehingga jumlah radiasi yang diintersepsi lebih banyak. Sebaliknya, pada tingkat intensitas radiasi yang tinggi daun tumbuh lebih sempit dan lebih tegak, sehingga jumlah radiasi yang diintersepsi lebih rendah. Nilai koefisien penyirnaan untuk masing-masing varietas selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai *ILD* dan *k* tiga varietas tanaman lada perdu pada beberapa tingkat radiasi
Table 1. *LAI* and *k* value of three varieties of bushy pepper on some radiation levels

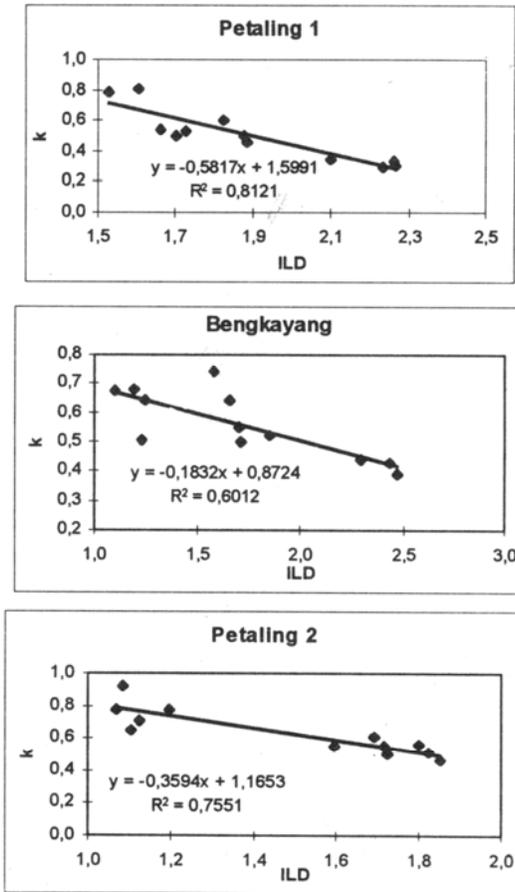
Varietas	Parameter	Radiasi (%)		
		100	75	50
Petaling 1	<i>ILD</i>	2,21	1,83	1,62
	<i>k</i>	0,76	0,78	0,82
Petaling 2	<i>ILD</i>	1,85	1,79	1,07
	<i>k</i>	0,52	0,73	0,80
Bengkayang	<i>ILD</i>	2,26	1,66	1,19
	<i>k</i>	0,76	0,79	0,89

Hasil regresi menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif antara *ILD* dan *k*, yang berarti terjadi penurunan koefisien penyirnaan dengan bertambahnya indeks luas daun. Adapun persamaan regresi untuk Petaling 1 adalah $Y = -0.5817x + 1.5991$ ($R^2 = 0.8121$), pada Petaling 2 adalah $Y = -0.3594x + 1.1653$ ($R^2 = 0.7551$), dan Bengkayang adalah $Y = -0.1832x + 0.8124$ ($R^2 = 0.6012$) dengan *Y* adalah indeks luas daun dan *x* adalah koefisien penyirnaan (Gambar 3). Menurut Verhagen *et al.* (1963) dalam Williams (1979), nilai koefisien penyirnaan berhubungan secara timbal balik terhadap nilai indeks luas daun. Semakin besar indeks luas daun maka koefisien penyirnaan akan semakin rendah, demikian sebaliknya.

Produksi tanaman

Hasil uji statistik terhadap produksi panen tahun pertama menunjukkan bahwa tingkat radiasi berpengaruh nyata terhadap jumlah tandan buah dan bobot buah bertangkai. Terdapat interaksi yang nyata antara varietas dan tingkat radiasi terhadap produksi lada putih.

Jumlah tandan buah dan bobot buah bertangkai terendah dihasilkan pada tingkat radiasi 100%. Jumlah tandan buah tertinggi dihasilkan pada tingkat radiasi 75%, sedangkan bobot buah



Gambar 3. Korelasi antara ILD dan koefisien penyirnaan pada tiga varietas lada perdu

Figure 3. Correlation between LAI and extinction coefficient on three varieties of bushy pepper

bertangkai yang tertinggi pada tingkat radiasi 50% (Tabel 2). Tingginya produksi pada tingkat radiasi 50-75% disebabkan karena lada merupakan tanaman C3 yang toleran terhadap naungan. Syakir (1994) menyatakan bahwa tanaman lada berproduksi optimal pada intensitas radiasi 75% (251,9 cal/cm²/hari). Pada penelitian ini tingkat radiasi 50% mampu berproduksi optimal, karena pada tahun penelitian terjadi kemarau panjang sehingga intensitas radiasi surya tinggi. Pemberian naungan 50% pada penelitian ini sebenarnya menghasilkan radiasi yang diterima tanaman hampir sama yaitu 243,2 cal/cm²/hari.

Tabel 2. Jumlah tandan buah dan bobot buah bertangkai tanaman lada perdu

Table 2. Number of spike and weight of spiked seed of bushy pepper

Tingkat radiasi	Jumlah tandan buah	Bobot buah bertangkai
%		g/tanaman
100	77,70 b*	215,83 b
75	178,32 a	404,09 a
50	168,63 a	442,72 a
KK (%)	14,28	18,32

*Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

Numbers followed by letter on some column is not significant difference on 5% levels of LSD test

Produksi lada kering terendah dari ketiga varietas dihasilkan pada tingkat radiasi 100%. Sedangkan yang tertinggi dihasilkan pada tingkat radiasi 50%. Dari Tabel 3 terlihat bahwa semakin tinggi radiasi yang diterima, produksi tanaman lada perdu semakin rendah. Karena, tanaman ini termasuk golongan C3 yang sangat toleran terhadap naungan. Pada setiap tingkat radiasi, varietas Petaling 2 menghasilkan produksi buah kering yang terendah. Dari pengamatan di lapangan terlihat bahwa varietas Petaling 2 tidak tahan terhadap cekaman air akibat kemarau panjang tahun 1997 dan tingkat serangan hama penggerek batang yang cukup tinggi. Hamid *et al.* (1991) menyatakan bahwa varietas Petaling 2 tidak tahan terhadap serangan hama penggerek batang, sedangkan varietas Petaling 1 dan Bengkayang lebih resisten terhadap hama ini. Pada setiap tingkat radiasi, varietas Petaling 1 menghasilkan produksi tertinggi, karena bila teknik budidaya dilakukan dengan baik varietas ini lebih resisten terhadap beberapa penyakit dan mampu berproduksi tinggi.

Jumlah tandan buah ternyata tidak menunjukkan secara tepat komponen berat buah lada. Pada tingkat radiasi 75% jumlah tandan buahnya tertinggi tetapi produksi buah keringnya lebih rendah dibanding pada tingkat radiasi 50% (Tabel 2). Keadaan ini disebabkan oleh jumlah butir

Tabel 3. Pengaruh interaksi varietas dan tingkat radiasi terhadap produksi buah kering

Table The influence of variety interaction and level of radiation on dried seed production

Radiasi	Varietas/varieties		
	Petaling 1	Petaling 2	Bengkayang
%	g/tanaman		
100	46,9 a/B*	38,2 a/C	49,8 a/B
75	90,9 a/A	68,2 b/B	87,3 a/A
50	98,5 a/A	82,6 b/A	91,6 a/A
KK/CV (%)	19,56		

*Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris (a)/kolom (A) yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji LSD

Numbers followed by some letter on same row (a)/column (A) was not signification difference on 5% level of LSD test

per tandan yang lebih sedikit, bobot butir yang lebih rendah dan tingkat pematangan buah yang tidak seragam.

Tanaman dengan nilai koefisien penyirnaan lebih besar akan mengintersepsi radiasi lebih besar pula. Namun demikian, kemampuan mengintersepsi radiasi yang besar tidak selalu lebih efisien dalam mengkonversi menjadi bahan kering, karena biasanya distribusi radiasi dalam tajuk tanaman yang mempunyai k besar kurang baik (Muchow *et al.*, 1982). Berdasarkan hasil penelitian ini peningkatan nilai k ternyata mampu meningkatkan produksi buah kering tanaman. Karena, tanaman lada perdu lebih toleran terhadap intensitas radiasi surya yang rendah. Penurunan tingkat radiasi, yang menyebabkan meningkatnya nilai koefisien penyirnaan, ternyata mampu meningkatkan produksi tanaman.

KESIMPULAN

Koefisien penyirnaan tertinggi pada ketiga varietas terdapat pada tingkat radiasi 50% atau sekitar 243,2 cal/cm²/hari yaitu 0,82 untuk Petaling 1, 0,78 untuk Petaling 2, dan 0,89 untuk Bengkayang. Semakin tinggi radiasi yang diterima maka semakin rendah nilai k . Pada tanaman lada perdu yang toleran terhadap tingkat radiasi rendah

peningkatan nilai k ternyata mampu meningkatkan produksi tanaman. Produksi buah kering tertinggi dari ketiga varietas, dihasilkan pada tingkat radiasi 50%, yaitu : 98,5 g/tanaman pada varietas Petaling 1; 82,6 g/tanaman pada varietas Petaling 2, dan 91,6 g/tanaman pada varietas Bengkayang. Tingginya produksi buah kering ini ditunjukkan oleh tingginya bobot buah bertangkai dan jumlah tandan buah per pohon.

Untuk pengembangan lada perdu pada daerah dengan tingkat radiasi sekitar 10,1 MJ/m² (243,2 cal/cm²/hari) disarankan penggunaan naungan 50% atau dikembangkan diantara tanaman lainnya seperti tanaman tahunan dengan mengatur jarak tanam agar mendapatkan tingkat radiasi sekitar 243,2 cal/cm²/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Baharsjah, J.S., M.E. Manan, P. Sitaniapessy, I. Santoso, dan H. Suharsono. 1983.** Penelitian Radiasi Neto dan Koefisien Pemantulan Areal Tanaman pada Beberapa Tingkat Ketersediaan Air Tanah. Lembaga Penelitian IPB. Bogor.
- Biro Pusat Statistik. 1998.** Pepper Statistic Yearbook. 1997/1998.
- Boer, R., dan I. Las. 1994.** Koefisien pepadaman tanaman kedele pada beberapa tingkat radiasi. Agromet J. X(1 dan 2):29-34.
- Hamid, A., Y. Nuryani, R. Kasim, D. Sitepu, P. Laksamanharja, dan P. Wahid. 1991.** Natar-1, Natar-2, Petaling-1, dan Petaling-2 adalah varietas yang cocok untuk daerah Lampung dan Bangka. Medikom.7:1-11.
- Ibrahim, M.V., C.F.J. Bong, dan I.B. Ipor. 1993.** The Pepper Industry; Problems and Prospects. Universitas Pertanian Malaysia. Bintulu-Sarawak.
- June, T. 1993.** The effect of light on growth of cassava and shorgum: I. Light distribution and extinction coeficient. Agromet J. IX(9):37-42.
- Monteith, J.L. 1975.** Vegetation and the Atmosphere. Academic Press. London.

- Muchow, R.S., Coates, D.R. and Wilson, G.L. 1982.** Productivity of irrigated *Sorghum bicolor* (L.) Moench in Northern Australia. I. Plant density arrangement effect on light interception and distribution, and grain yield in the hibrid Texas 610R in low and medium latitudes. *Aus.J. Agric.Res.*33: 771-784.
- Syakir, M. 1994.** Pengaruh naungan, unsur hara P dan Mg terhadap iklim mikro, indeks pertumbuhan dan laju tumbuh tanaman lada. *Bul. Littro.* IX(2): 106-114.
- Syakir, M. dan R. Zaubin. 1994.** Pengadaan bahan tanaman lada perdu. hlm. 85-93 *dalam* Prosiding Simposium II Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Bogor 21-22 November 1994. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri.
- Williams, C.N. 1979.** The Agronomy of The Major Tropical Crops. Oxford University Press. London.
- Yunusa I.A.M, Siddique K.H.M, Belford, R.K, and Karimi, M.K. 1993.** Effect of canopy structure on efficiency of radiation interception and use in spring wheat cultivars during pre-anthesis period in a Meditteran type enviroment. *Field Crop Res.* 35:113-122.