

**RESPONS PERTUMBUHAN DAN KUALITAS BENIH KEDELAI PADA BERBAGAI
FASE TUMBUH TERHADAP FOTOPERIODESITAS**

**Rudi Hartawan^{1*}, Zainal Ridho Djafar², Zaidan Panji Negara²,
Mery Hasmeda², dan Zulkarnain³**

¹⁾ Staf Pengajar FP Universitas Batanghari Jambi. Jl. Slamet Riyadi, Jambi

²⁾ Staf Pengajar FP Universitas Sriwijaya Kampus Indralaya, Sumsel.

³⁾ Staf Pengajar FP Universitas Jambi. Kampus Pinang Masak Jambi

ABSTRACT

The objective of this research is to compare soybean cultivars which highly responsive to photoperiod, optimum growth stage and optimum time of photoperiod in increasing soybean seed quality. The research was carried out at BBI Sebapo and Basic Laboratory Batanghari University from May to August 2009. The experimental design being employes was Split-Split Plot Design with three levels of light period (12, 14, and 16 hours), four growth stage (Vn, R₁, R₂ and R₃), and four cultivars (Anjasmoro, Burangrang, Rajabasa and Ijen). The result showed that Anjasmoro cultivar was higly responsive to photoperiod with optimal time of 14 hours and 54 minutes per day. Increasing time to photoperiod from germination gave detrimental effect on the delay of the floweing time to 140 days after sowing, plant senensence and incomplete grain filling.

Key words : Cultivar, Photoperiode, seed quality

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan tanaman yang merespon cahaya dalam bentuk panjang hari (Zhang, 2006; Kantolic dan Slafer, 2007). Cahaya yang diterima daun berperan dalam menentukan aktivitas fotosintesis tanaman. Di daerah tropis lama periode efektif fotosintesis tergolong singkat. Umumnya periode ketersediaan cahaya dengan panjang gelombang 400 sampai 700 nm dengan rentang suhu 27 sampai 29°C

terjadi pada pukul 9 sampai 11 pagi. Setelah itu peningkatan intensitas cahaya diikuti dengan peningkatan suhu yang berdampak terhadap menutupnya stomata dan akan memperpendek durasi fotosintesis (Egli dan Bruening, 2000). Untuk memperpanjang durasi fotosintesis, aplikasi fotoperiodesitas buatan merupakan alternatif yang dapat dilakukan.

Kantolic dan Slafer (2007) memperpanjang fotoperiodesitas dengan lampu fluorescent dan menyatakan kisaran waktu fotoperiodesitas 15,3 jam akan meningkatkan bobot individual benih kedelai 181 mg dibandingkan kontrol 164,8 mg dengan kisaran fotoperiodesitas 12 jam. Kumudini *et al.* (2007) menyatakan terjadi peningkatan lama pembungaan yang berpotensi meningkatkan hasil bila kedelai mendapat penyinaran tambahan selama 3 jam. Zhang (2006) menyatakan makin lama periode cahaya, asal faktor-faktor lain mencukupi maka akan terbentuk fotosintat yang banyak. Namun demikian setiap varitas kedelai mempunyai respon berbeda terhadap fotoperiodesitas.

Pendapat di atas pada dasarnya mengungkapkan bahwa perlakuan fotoperiodesitas memberikan efek positif terhadap laju fotosintesis tanaman induk dan pada akhirnya meningkatkan kualitas benih kedelai. Mengingat pentingnya peran cahaya maka layak untuk dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi yang tepat dalam pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan kualitas benih kedelai.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Balai Benih Induk (BBI) Palawija Sebao Jambi pada koordinat 103°33'57" BT 1°45'53" LS dengan ketinggian 20 m dari permukaan laut. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Dasar Universitas Batanghari dan Laboratorium Benih BPSB Provinsi Jambi dari bulan Mei sampai Agustus 2009.

Bahan yang digunakan adalah benih pokok (*stock seed*) kedelai varitas Anjasmoro, Burangrang, Rajabasa, dan Ijen yang didapat dari Balitkabi Malang. Pupuk Urea, pupuk SP-36, pupuk KCl, Decis, polibag isi 10 kg dan media tumbuh. Peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat untuk budidaya kedelai, timbangan 10 kg, timbangan analitik (Scout HL-100), *leaf area meter* (Bioscientific AM 300), oven listrik (Sanyo Gallenkamp), lux meter (Krisbow-KW0600288), lampu

CFL daylight 23 watt (Philip), Genset 5000 watt (Honda), thermometer lapangan (Hanna HI 98509-1), *seed divider* (Indiamart STE-02) dan ayakan tanah.

Percobaan menggunakan rancangan petak terbagi. Petak utama adalah fotoperiodesitas, yaitu 12 jam (F_0), 14 jam (F_1) dan 16 jam (F_2). Anak petak adalah fase tumbuh yaitu V_n , R_1 , R_2 , dan R_3 . Anak-anak petak adalah empat varietas kedelai yaitu Anjasmoro (V_1), Burangrang (V_2), Ijen (V_3) dan Rajabasa (V_4). Dengan demikian terdapat 48 kombinasi dan diulang sebanyak dua kali. Setiap kombinasi terdapat 8 polibag dan masing-masing polibag dipelihara dua tanaman.

Pelaksanaan percobaan meliputi penyediaan media tanam, pemeliharaan dan pemanenan. Tanah jenis ultisol yang diambil dari kompleks BBI sebanyak kebutuhan dikeringanginkan pada suhu ruangan dan selanjutnya tanah diayak lalu diberi pupuk dasar setara 50 kg N, 60 kg P_2O_5 , dan 60 kg K_2O per hektar. Pupuk diaduk pada media per polibag sehari sebelum penanaman dan masing-masing polibag berisi 10 kg media. Lubang tanam berdiameter 4 cm dengan kedalaman 3 cm. Setiap lubang tanam disemai 3 butir benih, pada hari ke 14 setelah tanam dilakukan penjarangan dengan pemilihan dua tanaman terbaik.

Pengendalian hama menggunakan Decis konsentrasi 4 cc per liter dan gulma dilakukan dengan pencabutan pada umur 14 hari setelah tanam. Penyiraman tanaman menggunakan gembor dengan volume air yang digunakan disesuaikan kebutuhan.

Pemberian fotoperiodesitas menggunakan lampu *compact cool daylight fluorescent* dengan intensitas 28.000 lux dengan metode pengukuran yang dijelaskan oleh Wulfunghoff (1999) dan Van Harten dan Setiawan (2000). Densitas foton setiap lampu adalah $25 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Fotoperiodesitas diberikan mengikuti cara yang dijelaskan oleh Runkle (2002) yaitu saat sinar matahari tidak lagi cukup untuk merangsang fotosintesis (<10 kaki lilin), maka lampu dihidupkan sesuai perlakuan dengan tinggi 100 cm dari permukaan tanah.

Contoh untuk analisis tumbuh dan produksi ditentukan dengan metode acak sederhana karena tanaman relatif homogen. Panen dilakukan saat masak fisiologis dengan tanda visual daun telah rontok dengan warna polong kuning atau cokelat

(fase R₈ menurut Fehr dan Caviness, 1977). Polong dibiarkan kering di lapangan sampai kadar air 14%. Pembijian dilakukan secara manual dengan tangan. Benih dikeringkan dengan sinar matahari sampai kadar air maksimal 11%.

Respon tanaman terhadap perlakuan diukur dari laju asimilasi bersih dengan metode Sitompul dan Guritno (1995). Rumus pengukuran laju asimilasi bersih adalah

$$: LAB = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \times \frac{\ln LA_2 - \ln LA_1}{LA_2 - LA_1}$$

dimana LAB adalah laju asimilasi bersih (mg cm⁻² per

hari), W₁ adalah bobot kering total saat T₁, W₂ adalah bobot kering total saat T₂, T₁ adalah pengukuran waktu 1, dan T₂ adalah pengukuran waktu 2, LA₁ adalah total luas daun saat pengukuran 1, LA₂ adalah total luas daun saat pengukuran 2, dan Ln adalah logaritma natural. Analisis LAB dilaksanakan pada 28, 70, dan 84 hari setelah tanam.

Perubahan fase vegetatif ke generatif diukur dengan waktu tanaman mencapai fase R₁ dalam skala Fehr dan Caviness (1977). Petak dikatakan mencapai fase R₁ bila 60% tanaman mulai mengeluarkan bunga. Produksi Benih dari tanaman contoh dikeringkan sampai kadar air 11% lalu dibersihkan dan ditentukan beratnya dengan timbangan analitik. Bobot 100 butir ditentukan dengan cara menimbang 100 butir benih tanaman contoh lalu ditentukan beratnya dengan timbangan analitik. Daya kecambah dan kecepatan berkecambah diuji dengan metode yang dijelaskan oleh Sadjad *et al.* (2000). Pengukuran daya kecambah menggunakan rumus :

$$\text{Daya Kecambah} = \frac{\text{Jumlah benih berkecambah normal}}{\text{Jumlah benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

Kecepatan berkecambah diukur dengan rumus $K_{CT} = \sum_0^{t_n} \frac{N}{t}$ dimana K_{CT} adalah kecepatan berkecambah (%KN per etmal), t adalah waktu pengamatan, N adalah persentase kecambah normal setiap waktu pengamatan dan t_n waktu akhir pengamatan. Kriteria kecambah normal dan tidak normal menggunakan deskripsi seperti yang dijelaskan oleh Kamil (1979).

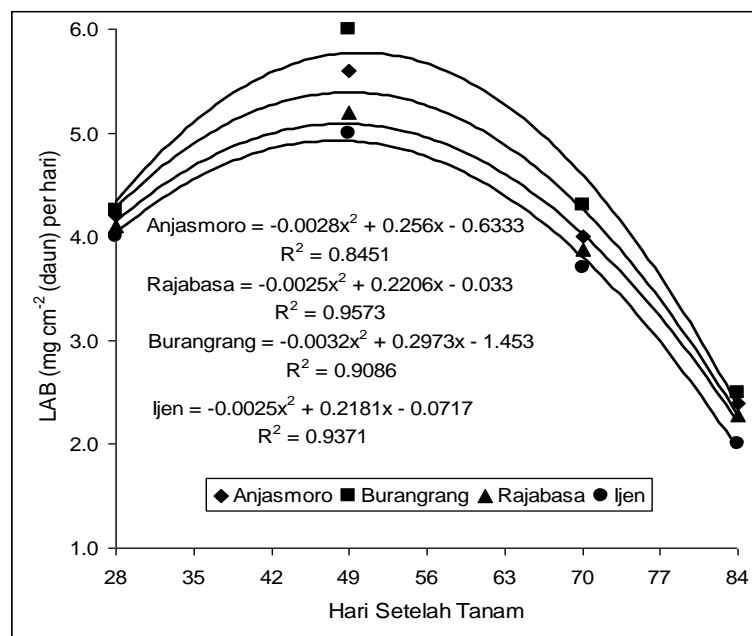
Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respon yang diukur, maka data pengamatan dianalisis secara statistik dengan analisis ragam dan di lanjutkan

dengan uji polinomial orthogonal guna mendapatkan durasi fotoperiodesitas optimum. Data perbandingan antar perlakuan disajikan dalam bentuk grafis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Tumbuh Tanaman

Secara umum laju asimilasi bersih (LAB) meningkat dengan cepat selama periode pertumbuhan vegetatif hingga fase berbunga dan menurun dengan bertambahnya umur tanaman (Gambar 1).



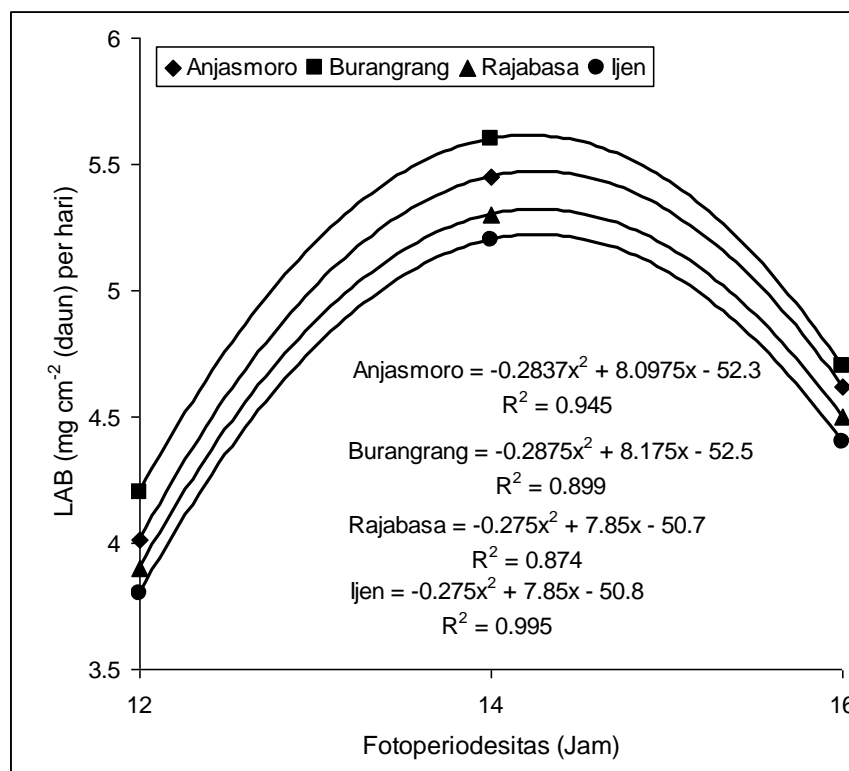
Gambar 1. Hubungan antara umur tanaman dengan LAB pada empat varietas kedelai

Gambar 1 menunjukkan LAB meningkat selama fase vegetatif sampai $4,92 \text{ mg cm}^{-2}$ (daun) per hari dan menurun setelah umur umur tanaman 45 hari. Varietas Burangrang menunjukkan nilai LAB tertinggi ($5,43 \text{ mg cm}^{-2}$ (daun) per hari) pada umur 47 hari setelah tanam (HST), diikuti dengan Anjasmoro ($5,40 \text{ mg cm}^{-2}$ (daun) per hari) pada umur 45 HST, Rajabasa $4,83 \text{ mg cm}^{-2}$ (daun) per hari pada umur 44 HST dan ijen terendah dengan nilai LAB $4,03 \text{ mg cm}^{-2}$ (daun) per hari yang dicapai pada umur 44 HST. Menurunnya LAB diduga karena daun kedelai sudah saling menutupi, hingga daun sebelah bawah hanya sedikit mendapat sinar matahari dan

daun-daun tersebut bersifat sebagai *sink*. Dengan demikian jumlah fotosintat yang dihasilkan tidak seimbang dengan pertumbuhan luas daun dan akibatnya nilai LAB menurun. Hasil percobaan ini sejalan dengan pendapat Saitoh *et al.* (2004) bahwa peningkatan luas daun diatas titik kritis akan menurunkan produksi bahan kering. Ini disebabkan kemampuan daun ternaungi menghasilkan karbohidrat lebih kecil daripada kebutuhan daun tersebut terhadap karbohidrat.

Menurunnya LAB dengan bertambahnya umur tanaman disebabkan karena berkurangnya cahaya yang diterima tanaman, meningkatnya pembentukan polong dan biji, adanya daun-daun yang menguning, daun menjadi tua, dan selanjutnya daun menjadi gugur. Menurut Sarkar *et al.* (2004) gugur daun disebabkan oleh peningkatan hormon ABA dan penurunan IAA sehingga petiole lepas dan daun menjadi gugur.

Selain disebabkan faktor internal yang telah disebutkan di atas, nilai LAB juga dipengaruhi oleh durasi fotoperiodesitas. Dengan meningkatnya fotoperiodesitas maka LAB juga meningkat dan setelah itu menurun setelah tercapai batas maksimum (Gambar 2).

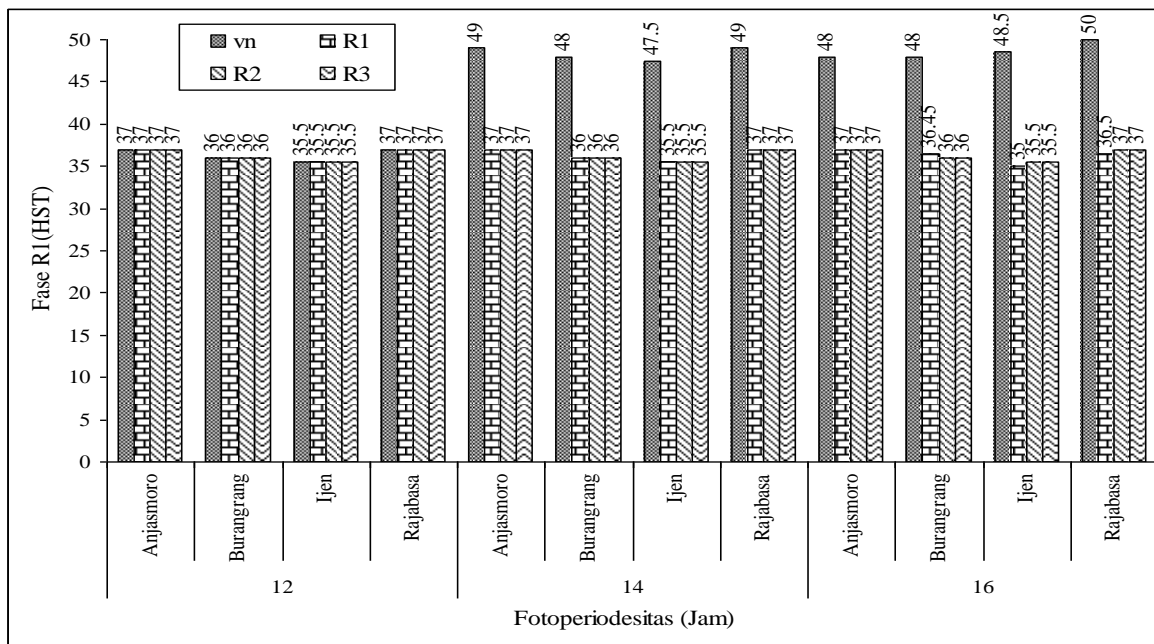


Gambar 2. Pengaruh fotoperiodesitas terhadap LAB pada empat varitas kedelai

Meningkatnya LAB diduga ada hubungannya dengan durasi fotosintesis yang diperpanjang. Meningkatnya laju fotosintesis akan meningkatkan LAB dan pertumbuhan daun. Secara umum nilai LAB tertinggi sebesar 5,62 mg cm⁻² (daun) per hari didapat pada fotoperiodesitas 14 jam 15 menit dan menurun bila fotoperiodesitas diperpanjang melebihi 15 jam. Varitas Burangrang menunjukkan nilai LAB tertinggi 5,61, diikuti dengan Anjasmoro 5,40, Rajabasa 4,83 dan ijen dengan nilai LAB 4,03 mg cm⁻² (daun) per hari. Dengan demikian varitas Burangrang memiliki potensi tumbuh paling tinggi dibandingkan varitas lainnya.

Fase R₁

Umur berbunga kedelai sangat dipengaruhi periode fotoperiodesitas dan fase tumbuh. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman yang mendapat fotoperiodesitas yang panjang mengakibatkan saat munculnya bunga (fase R₁) lebih lama (Gambar 3).



Gambar 3. Jumlah hari yang diperlukan untuk masuk fase R₁ empat varitas kedelai pada beberapa durasi fotoperiodesitas dan fase tumbuh

Tanaman kedelai yang mendapat fotoperiodesitas lebih dari 12 jam dalam sehari sejak fase vegetatif berbunga pada umur 48 HST dibandingkan dengan penyinaran normal yang berbunga umur 33-37 HST. Adanya respon varitas-varitas yang diuji terhadap fotoperiodesitas, diduga varitas Anjasmoro, Burangrang, Rajabasa, dan Ijen memiliki gen E_3 dan E_4 mengendalikan sifat sensitif terhadap fotoperiodesitas yang ditunjukkan dengan waktu berbunga yang tertunda bila tanaman kedelai mendapatkan fotoperiodesitas lebih dari 12 jam sejak fase vegetatif. Hanya saja menurut Kumudini *et al.* (2007) kekuatan respon terhadap fotoperiodesitas juga dikendalikan oleh sifat resesif dan dominan gen E_3 dan E_4 . Dengan demikian diduga Anjasmoro dan Burangrang lebih dominan gen E_3 dan E_4 sedangkan Rajabasa dan Ijen gen E_3 dan E_4 tidak menunjukkan dominasi yang tinggi.

Produksi Benih

Peningkatan durasi fotoperiodesitas melebihi 15 jam per hari yang diaplikasikan pada fase R_1 , R_2 , dan R_3 akan menurunkan produksi benih. Fenomena ini terjadi pada empat varitas yang diuji (Gambar 5).

Gambar 5. Pola hubungan fotoperiodesitas dengan produksi benih

Bila Gambar 5 dibandingkan dengan Gambar 1 dan 2, maka diketahui bahwa nilai LAB yang tinggi pada varitas Burangrang tidak diikuti oleh produksi benih yang tinggi pula, produksi benih tertinggi didapat pada Anjasmoro sebesar 4,5 gr per tanaman dengan durasi fotoperiodesitas 14 jam 54 menit. Model persamaan produksi benih varitas Anjasmoro dengan fotoperiodesitas adalah $Y = -15 + 2.612X - 0.087X^2$ dengan nilai korelasi 0,91. Fakta bahwa nilai LAB yang tinggi pada varitas Burangrang tidak diikuti oleh produksi benih yang tinggi menunjukkan bahwa laju partisi fotosintat ke arah biji lebih tinggi pada varitas Anjasmoro dibandingkan varitas Burangrang dan lainnya.

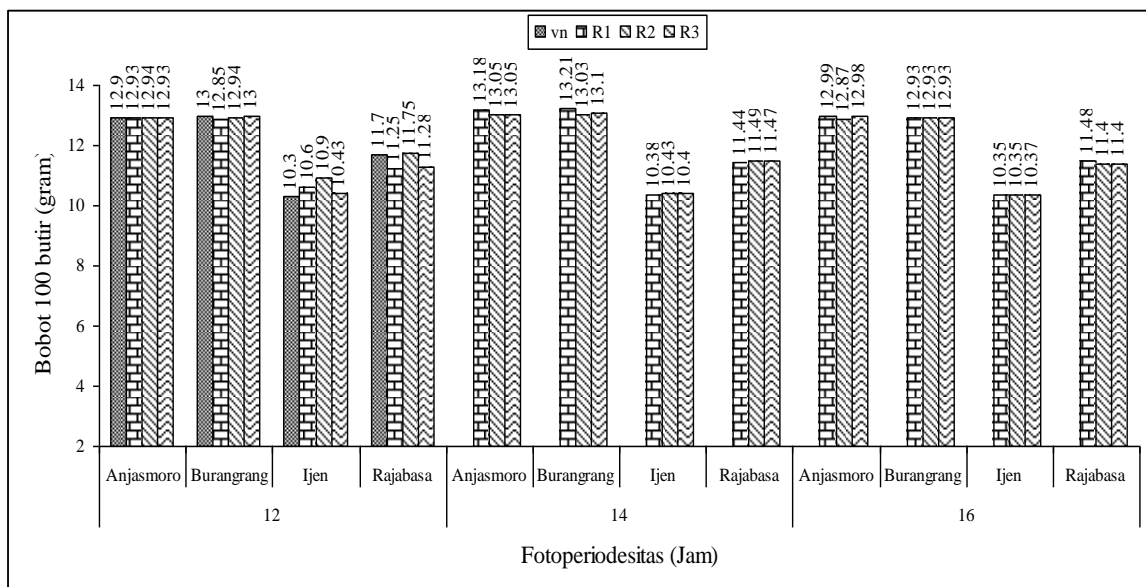
Tanaman yang mendapat fotoperiodesitas lebih dari 12 jam sejak fase vegetatif (V_n) bukan hanya tertunda memasuki fase R_1 , tetapi juga mengalami penundaan pengisian polong. Pada perlakuan kontrol, panen dilakukan saat tanaman

berumur 100 hari, pada saat yang sama tanaman dengan perlakuan fotoperiodesitas sejak fase V_n baru memasuki fase pengisian polong. Sampai umur 140 hari tanaman belum menunjukkan memasuki fase R_8 dan tanaman masih mengeluarkan bunga. Selanjutnya tanaman mati dengan kondisi pengisian biji belum sempurna.

Fenomena terlambatnya tanaman berbunga seperti disebutkan di atas berhubungan dengan terhambatnya ekspresi gen FT. Menurut Yu *et al.* (2006) dan Zeevaart (2008), pada tanaman hari pendek seperti kedelai, penyinaran yang panjang pada masa vegetatif akan menghambat gen FT yang akan ditransmisikan ke daun. Penghambatan ini menyebabkan gen FT terlambat terekspresi, padahal gen FT merupakan pemacu terbentuknya florigen yang berfungsi sebagai hormon pembungaan. Dengan demikian penyinaran tambahan pada tanaman kedelai yang dimulai sejak fase vegetatif tidak menguntungkan bagi tanaman kedelai. Kantolic dan Slafer (2007) menyatakan pertumbuhan vegetatif yang diperpanjang akan memendekkan periode pengisian biji sehingga perkembangan biji tidak sempurna.

Kualitas Benih

Fenomena meningkat dan menurunnya produksi benih pada tanaman sebagai respon terhadap fotoperiodesitas berdampak terhadap parameter bobot 100 butir benih seperti pada Gambar 6.

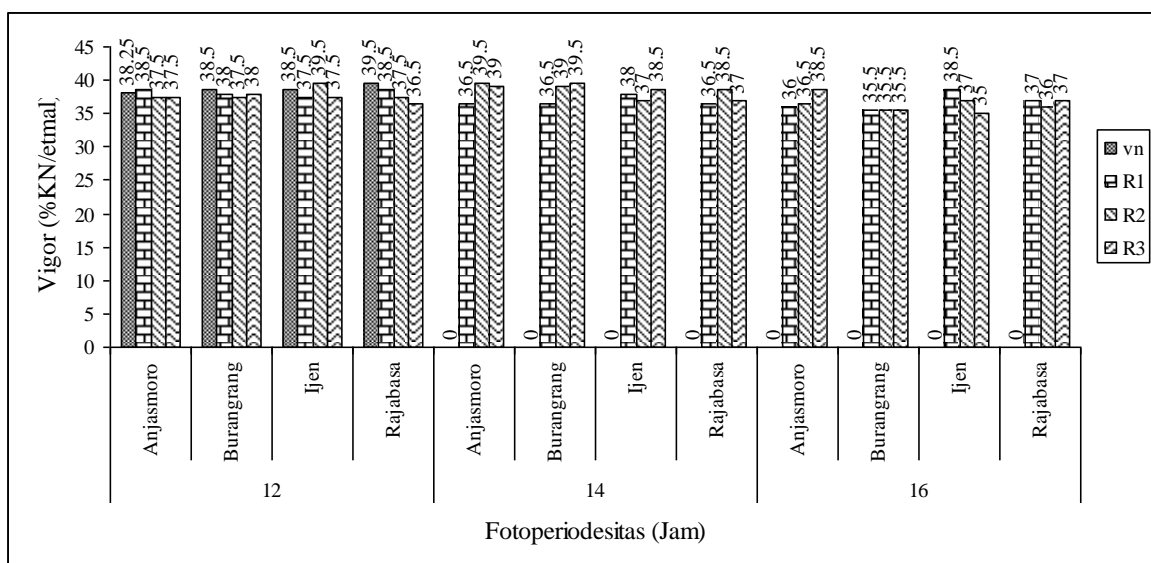


Gambar 6. Bobot 100 butir benih empat varietas kedelai pada beberapa durasi fotoperiodesitas dan fase tumbuh

Bobot 100 butir benih tertinggi didapat pada fotoperiodesitas 14-15 jam per hari. Mengenai fase tumbuh yang diuji (Gambar 4), fotoperiodesitas buatan pada fase R₁, R₂, atau R₃ tidak menunjukkan perbedaan produksi benih yang berarti. Dengan demikian aplikasi fotoperiodesitas pada fase R₃ digunakan untuk kelanjutan penelitian ini.

Peningkatan bobot 100 butir pada fotoperiodesitas 14-15 jam diduga berhubungan dengan aktivitas fotosintesis yang diperpanjang. Mulai fase R₃, biji menjadi *sink* yang kuat dan akan menarik fotosintat untuk perkembangannya. Salah satu kunci peningkatan laju fotosintesis adalah adanya *sink* yang kuat sebagai penampung hasil fotosintesis tersebut. Hal yang sama juga didapat oleh Kantolic dan Slafer (2007) bahwa fotoperiodesitas yang terlalu lama dapat menurunkan bobot 100 butir benih. Pieters *et al.* (2000) serta Egli dan Brouning (2001) juga menyatakan bahwa pada tanaman kedelai biji yang dalam proses pengisian akan menjadi *sink* yang kuat dan membutuhkan banyak fotosintat.

Hasil pengujian menunjukkan perlakuan bahwa fotoperiodesitas tidak bila diukur dari viabilitas benih, dimana rata-rata viabilitas benih lebih dari 90% (Gambar 7).



Gambar 7. Kecepatan berkecambah benih empat varitas kedelai pada beberapa durasi fotoperiodesitas dan fase tumbuh

Perbedaan kualitas mulai terlihat dari kecepatan berkecambah. Benih yang berasal dari tanaman dengan perlakuan fotoperiodesitas lebih dari 15 jam kecepatan berkecambah lebih rendah dari fotoperiodesitas 12 dan 14 jam (Gambar 7). Kecepatan berkecambah yang lebih rendah disebabkan berkurangnya energi yang didapat dari perombakan makanan guna mendorong embrionik aksis untuk tumbuh menjadi tanaman baru. Secara umum kecepatan berkecambah benih sebesar 36,50 %KN per etmal, akan tetapi terlihat bahwa varitas Anjasmoro dengan fotoperiodesitas 14-15 jam nilai kecepatan berkecambah sebesar 39,50 %KN per etmal. Bila ditinjau dari kecepatan berkecambah benih, terlihat adanya hubungan antara bobot 100 butir dengan nilai kecepatan benih untuk tumbuh dalam 24 jam. Dalam penelitiannya dengan *Vicia faba*, Abdel-Latif (2008) juga mendapatkan bahwa benih dengan ukuran lebih kecil mempunyai kecepatan berkecambah yang lebih rendah dibandingkan benih dengan ukuran besar. Ini mengindikasikan bahwa benih dengan bobot besar mempunyai energi yang lebih tinggi sehingga lebih cepat berkembang dan mengangkat kotiledonnya ke permukaan.

Tidak adanya perbedaan daya kecambah sebagai dampak dari perlakuan karena benih yang digunakan masih baru. Hal yang sama juga didapat oleh Arif (2004) yang menguji daya kecambah benih jagung dan Priadi (2006) yang mrnguji daya kecambah benih wijen, dimana pada awalnya daya kecambah benih relatif sama, setelah berlangsungnya penyimpanan terlihat bahwa perlakuan awal benih berpengaruh terhadap daya kecambah.

SIMPULAN

Varitas kedelai mempunyai respon yang berbeda terhadap fotoperiodesitas, Anjasmoro lebih respon dibandingkan varitas lainnya. Penambahan waktu fotoperiodesitas mempengaruhi masa vegetatif dan generatif. Fotoperiodesitas lebih dari 14 jam akan memanjangkan fase vegetatif dan memendekkan fase generatif.

Terjadi peningkatan produksi dan kualitas benih bila tanaman kedelai mendapatkan fotoperiodesitas 14-15 jam per hari. Laju respon keempat varietas tersebut berbentuk kuadratik dengan durasi optimal khusus untuk Anjasmoro selama 2 jam 45 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Latif, I. Y. 2008. Effect Of Seed Size and Plant Spacing on Yield and Yield Components of Faba Bean (*Vicia faba* L.). J. of Agric. and Biol. Sci. 4: 146-148
- Arief, R., E. Syam'un dan S. Saenong. 2004. Evaluasi Mutu Fisik dan Fisiologis Benih Jagung Cv. Lamuru Dari Ukuran Biji Dan Umur Simpan Yang Berbeda. J. Sains & Teknologi 4: 54-64
- Egli, D. B. and W.P. Bruening. 2001. Source-sink Relationships, Seed Sucrose Levels and Seed Growth Rates in Soybean. Ann. of Bot. 88: 235-242
- Fehr, W., R. and C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special Report 80. Ames, IA: Iowa State University. 11p
- Kamil, J. 1979. Teknologi Benih. Angkasa Raya. Padang. 227 p
- Kantolic, A.G and G.A. Slafer. 2007. Development and Seed Number in Indeterminate Soybean as Affected by Timing and Duration of Exposure to Long Photoperiods after Flowering. Ann. of Bot. 99: 925-933
- Kumudini, S.V, P. K. Pallikonda, and C. Steele. 2007. Photoperiod and E-genes Influence the Duration of the Reproductive Phase in Soybean. Crop Sci. 47:1510–1517
- Okporie, E.O. dan I.I. Ekpe. 2008. Effect Of Photoperiod on The Growth and Bulbing of Tropical Onion Varieties. J. of Agric. Sci. 4 :36-39
- Priadi, D. 2006. Viabilitas Benih Wijen Lokal Setelah Krioreservasi dan Penyimpanan Suhu Rendah (-40°C). J. Ilmu-ilmu Pertanian 8: 120-125
- Runkle, E. 2002. Controlling Photoperiod. Growers (News Letter) 101: 91-93
- Sadjad, S., E. Murniati dan S. Ilyas, 1999. Parameter Benih : dari Kualitatif ke Kuantitatif. Gramedia. Jakarta. 200 p
- Saitoh, K., K. Nishimura and T. Kuroda. 2004. Comparison of Leaf Photosynthesis between Wild and Cultivar Types of Soybean. Plant Prod. Sci. 7 : 277-279

- Sarkar, P.K., M.S. haque. M.A. Karim. 2004. Growth Analysis of Soybean as Influenced by IAA and Their Frequency of Application. Pak. J. of Agron. 1: 123-126
- Sitompul, S. M. dan B. Guritno. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. GMU Press. Yokyakarta. 412 p
- Van Harten, F dan E. Setiawan. 2000. Instalasi Listrik Arus Kuat 2. CV. Trimitra Mandiri. 260 p
- Wulfanghoff, D.R. 1999. Measuring Light Intensity. Energy Efficiency Manual (News Letter) 50 : 1425-1426
- Yu, X., J. Klejnot and C. Lin. 2006. Florigen: One Found, More to Follow? J.of Integrative Plant Biol. 48: 617-621
- Zeevaart, J.A.D. 2008. Leaf-Produced Floral Signals. Plant Biol. 11:541-547
- Zhang, L. 2006. Planting Date Effect on After Flowering Partition on Different Soybean Maturity Groups and Steam Termination. Agric. J. 1 : 64-71.