

**PEUBAH LAJU TUMBUH RELATIF DAN PROTEIN BERPERAN
PENTING DALAM MENINGKATKAN KUALITAS BENIH KEDELAI
(*Glycine max* L. Merr)**

*Relative Growth Rate and Protein Are Key Variables In Improving Seed Quality
of Soybean (*Glycine max* L. Merr)*

Rudi Hartawan

Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Batanghari,
Jalan Slamet Riyadi, Jambi 36122. Email: rudi2810@yahoo.com

ABSTRACT

Variables of seed quality are correlated each others, especially in storage. This fact needs investigation to predict main variables for measuring seed quality at storage. The objectives of this study were to investigate the main variables on growth analysis and seed quality using path analysis in production of extension seed. The field trial was carried out at Sebao Experimental Station, Jambi and laboratory works were conducted in the Center for Post Harvest Research and Development, The Ministry of Agriculture and Center for Forest Research and Development, The Ministry of Forestry, Bogor from April until December 2010. The experimental design used was an unformatted design. The research showed that relative growth rate and protein were the main variables to improve soybean seed quality.

Keywords : Seed technology, soybean, seed quality, relative growth rate, protein

PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan perkembangan merupakan proses fisiologi yang terjadi pada tanaman sebagai interaksi antara faktor genetik dan lingkungan tumbuh. Analisis tumbuh merupakan suatu metode untuk menentukan respons fenotip tanaman kedelai terhadap faktor genetik dan lingkungan tumbuhnya. Pertumbuhan yang optimal berkorelasi positif dengan produksi dan kualitas benih kedelai.

Peubah-peubah kualitas benih saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya terutama dalam proses penyimpanan, fakta ini menuntut adanya investigasi untuk menentukan peubah utama yang

mempengaruhi kualitas benih dalam penyimpanan. Menurut Shur (2008) bahwa sidik lintas dapat digunakan sebagai alat uji untuk menentukan peubah utama. Pemahaman tentang pola hubungan antar peubah sangat mendukung untuk menentukan peubah utama yang mempengaruhi produksi, demikian pula dengan peubah utama yang dapat mempertahankan kualitas benih dalam penyimpanan.

Peneliti-peneliti terdahulu telah membahas peubah-peubah yang mempengaruhi pertumbuhan dan kualitas benih; Showkat dan Tyagi (2010) menyatakan bahwa sidik lintas dapat menentukan peubah utama pertumbuhan tanaman kedelai; Khan *et al.* (2011) menyatakan

bahwa 90% bobot benih adalah cadangan makanan yang akan digunakan oleh embrio untuk tumbuh dan berkembang; Krzyzanowski *et al.* (2008) melaporkan bahwa kulit benih berfungsi melindungi cadangan makanan dan embrio serta mempunyai korelasi positif yang kuat antara lignin pada kulit benih dengan daya simpan benih kedelai. Tatipata (2010) menyatakan bahwa tingkat kadar air benih berperan penting terhadap umur simpan benih karena kadar air berhubungan dengan laju respirasi benih.

Kalimat-kalimat di atas menggambarkan perlu ditentukan peubah utama yang mempengaruhi produksi dan kualitas benih kedelai. Konsep ini dituangkan dalam penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan peubah utama analisis tumbuh dan kualitas benih untuk meningkatkan kualitas benih kedelai.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dari April sampai dengan Desember 2010. Pertanaman dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Benih Induk Sebao di Jambi. Pengujian kualitas benih dilaksanakan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen, dan Pengembangan Hutan Tanaman, di Bogor.

Benih yang digunakan adalah benih pokok varietas Anjasmoro dari Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian di Malang. Bahan penelitian lainnya adalah pupuk nitrogen (urea), pupuk fosfat (SP-36), pupuk kalium (KCl), pestisida (SevinTM), dan inokulan *Rhizobium* (Legin). Peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat analisis tanah, seperangkat alat untuk analisis protein, lemak dan karbohidrat,

seperangkat alat untuk mengukur respirasi benih, timbangan analitik (Scout HL-100), desikator, *leaf area meter* (Bioscientific AM 300), oven listrik (Sanyo Gallenkamp), penyemprot, *sprinkler portable*, termometer lapangan (Hanna HI 98509-1), Pemisah benih (Indiamart Model No. STE-02), dan *electric conductivity meter* (Kelilong KL-138).

Tanaman kedelai dibudidayakan layaknya untuk produksi benih label biru berdasarkan SNI 01-6234.4-2003 (Badan Standardisasi Nasional, 2003). Dosis pupuk dasar yang digunakan adalah 20 kg N dan 40 kg K₂O ha⁻¹, diberikan seluruhnya pada saat tanam antar baris tanaman. Setiap lubang disemai 3 butir benih, pada umur 14 HST dipilih dua tanaman setiap lubang tanam untuk dipelihara.

Pemeliharaan tanaman meliputi pengendalian hama dengan DecisTM konsentrasi 4 cc liter⁻¹ saat tanam berumur 14 HST. Pengendalian gulma dilakukan dengan pencabutan saat tanam berumur 14 HST dan dilakukan 3 kali selama pertanaman. Penyiraman tanaman dilakukan bila selama tujuh hari tidak turun hujan atau tanah mulai retak.

Pertumbuhan tanaman relatif homogen sehingga sampel tanaman untuk analisis tumbuh dan produksi dapat ditentukan dengan metode acak sederhana. Masing-masing petak dengan luasan 1 x 1 m diambil 4 tanaman yang akan digunakan sebagai sampel dan diberi tanda (*tag*). Selanjutnya peubah produksi benih dan bobot 1000 butir diamati dari tanaman sampel ini.

Metode panen dan pasca panen mengacu pada SNI 01-6234.4-2003 (Badan Standardisasi

Nasional, 2003). Panen dilakukan saat masak fisiologis pada fase R₈ dengan tanda visual daun telah rontok, warna polong kuning, atau coklat. Pembijian dilakukan secara manual. Benih dijemur kembali sampai kadar air maksimal 11%. Benih-benih yang telah dikeringkan masing-masing seberat 2 kg disimpan dengan wadah plastik polyetilen densitas tinggi dengan ketebalan 0,08 mm dan diberi nomor 1 sampai 10 sebagai kode sampel. Kantong-kantong benih tersebut dianggap sebagai lot dan pengambilan sampel dilakukan dengan pemisah benih. Analisis benih dari lot diulang sebanyak tiga kali.

Peubah analisis tumbuh yang diamati adalah indeks luas daun (ILD), laju asimilasi bersih (LAB), dan laju tumbuh relatif (LTR) dihitung dengan metode Mehmet *et al.* (2009). Analisis tumbuh dilaksanakan pada 15, 28, 49, 70, dan 84 HST. Produksi Benih dan Bobot 1000 Butir, kadar air, daya berkecambah, dan kecepatan berkecambah dihitung dengan metode yang dijelaskan oleh Muschick (2007). Peubah kualitas benih yang diamati adalah kadar karbohidrat menggunakan metode *Direct Acid Hydrolysis Method*; Lemak menggunakan metode Sochlet; Protein menggunakan metode makro kjeldahl; Respirasi dengan metode titrasi (Adjucovic *et al.*, 2010). Kadar Lignin Kulit Benih dan DHL dianalisis dengan metode Krzyzanowski *et al.* (2008). Semua

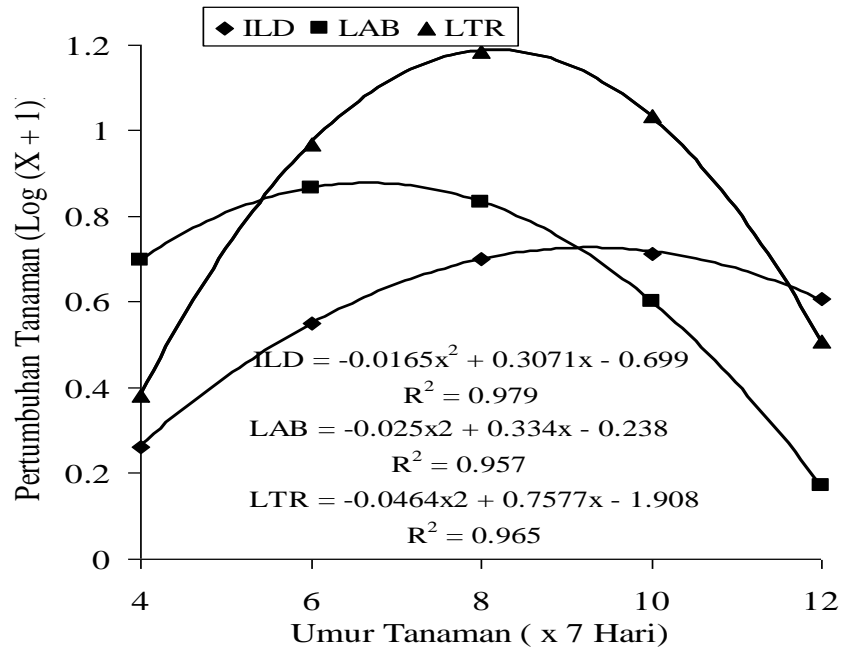
peubah diamati setelah benih disimpan selama 90 hari.

Landasan analisis statistik berdasarkan anggapan bahwa data yang dianalisis menyebar normal dan model yang digunakan adalah model tetap. Peubah independen disaring dengan menggunakan analisis regresi berganda, selanjutnya peubah independen terpilih dianalisis dengan sidik lintas. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak dengan merek dagang SPSS versi 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Tumbuh

Pertumbuhan tanaman meningkat dengan cepat selama periode vegetatif hingga generatif dan menurun dengan bertambahnya umur tanaman (Gambar 1). Laju asimilasi bersih (LAB) meningkat sampai 43 HST dan menurun setelah umur tersebut. Penurunan nilai LAB disebabkan daun kedelai sudah saling menutupi, hingga daun sebelah bawah hanya sedikit mendapat sinar matahari dan daun-daun tersebut bersifat sebagai parasit. Jumlah fotosintat yang dihasilkan tidak seimbang dengan pertumbuhan luas daun dan akibatnya LAB menurun. Hasil penelitian ini didukung pendapat Tavares *et al.* (2011) bahwa peningkatan luas daun di atas titik kritis akan menurunkan nilai bahan kering. Penurunan ini disebabkan fungsi daun sebagai sumber berkurang karena naungan daun lainnya.



Gambar 1. Hubungan antara umur tanaman dengan ILD, LAB, dan LTR

Laju tumbuh relatif (LTR) meningkat dengan cepat pada awal pertumbuhan generatif hingga tanaman berumur 58 hari setelah tanam, lalu menurun setelah umur tersebut. Menurunnya LTR disebabkan menurunnya LAB. Menurunnya LTR sejalan dengan bertambahnya umur tanaman karena berkurangnya cahaya yang diterima daun, meningkatnya pembentukan polong dan benih, adanya daun-daun yang mulai menguning, menjadi tua, dan selanjutnya gugur. Gugur daun disebabkan peningkatan hormon ABA dan penurunan IAA sehingga petiole daun lepas. Peubah analisis tumbuh (ILD, LAB, dan LTR) pada

pengamatan 28 HST dapat dijadikan indikator dalam menentukan produksi benih. Hasil pengamatan ini didukung oleh pendapat dari Showkat dan Tyagi (2010) bahwa pengamatan analisis tumbuh yang baik pada tanaman kedelai dilakukan pada fase generatif.

Produksi Benih dan Bobot 1000 Butir

Peningkatan pertumbuhan tanaman berkorelasi dengan produksi benih dan bobot 1000 butir. Analisis regresi dan korelasi antara peubah analisis tumbuh dengan produksi benih dan bobot 1000 butir benih disajikan pada Tabel 1.

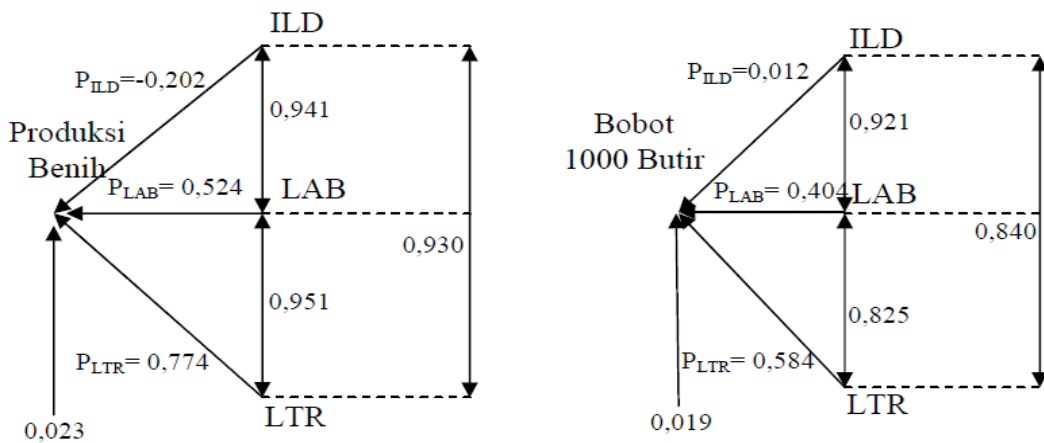
Tabel 1. Regresi berganda antara ILD, LAB dan LTR dengan produksi benih dan bobot 1000 butir benih

| Peubah Pengamatan Analisis Tumbuh | | Koefisien (Produksi Benih) | | Koefisien (Bobot 1000 butir) | |
|-----------------------------------|---------|----------------------------|-----------|------------------------------|------------|
| | | Korelasi | Regresi | Korelasi | Regresi |
| ILD | -28 HST | 0,720** | -4,130 tn | 0,802** | 16.431 tn |
| LAB | -28 HST | 0,912** | 5,793 tn | 0,827** | 11.484 tn |
| LTR | -28 HST | 0,952** | 2,843 tn | 0,802** | 5.264 tn |
| ILD | -49 HST | 0,863** | -0,819 tn | 0,768** | - 2.594 tn |
| LAB | -49 HST | 0,887** | -2,751* | 0,822** | 28.429* |
| LTR | -49 HST | 0,977** | 4,105** | 0,806** | 4.347 tn |
| ILD | -70 HST | 0,872** | 1,712** | 0,879** | -4.375** |
| LAB | -70 HST | 0,861** | 3,538* | 0,926** | 25.65* |
| LTR | -70 HST | 0,840** | 0,366** | 0,940** | 21.78** |
| ILD | -84 HST | 0,826** | 1,954** | 0,825** | -3.432** |
| LAB | -84 HST | 0,895** | 2,453** | 0,943** | 22,795** |
| LTR | -84 HST | 0,892** | 0,426** | 0,913** | 19,853** |
| Koefisien Determinasi (R^2) | | 0.993** | | 0.983** | |

Keterangan * = nyata bila $P < 0.05$ ** = sangat nyata bila $P < 0.01$ tn = tidak nyata $P > 0.05$

Tabel 1 menunjukkan secara parsial ILD, LAB, dan LTR terutama umur di atas 28 HST, koefisien regresi berpengaruh nyata dan sangat nyata dalam mendukung peningkatan produksi dan bobot 1000 butir. Tavares *et al.* (2011) dan Mehmet *et al.* (2009) menunjukkan bahwa ILD, LAB, dan LTR merupakan peubah

penting dalam analisis tumbuh tanaman kedelai yang berhubungan dengan produksi dan bobot benih. Melalui penelitian ini, beberapa peubah analisis tumbuh tersebut diuji dengan sidik lintas untuk melihat keterkaitannya dengan peubah produksi benih dan bobot 1000 benih seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram sistem lintasan hubungan kausal antara ILD, LAB dan LTR umur 70 HST dengan produksi (kiri) dan bobot 1000 butir (kanan)

Gambar 2 menunjukkan bahwa koefisien lintas tiga peubah pertumbuhan yang diamati tidak ada yang secara mutlak mendominasi

produksi benih dan bobot 1000 butir. Secara umum peubah LTR memberikan nilai koefisien lintas yang cukup besar ($P_{LTR} = 0,774$)

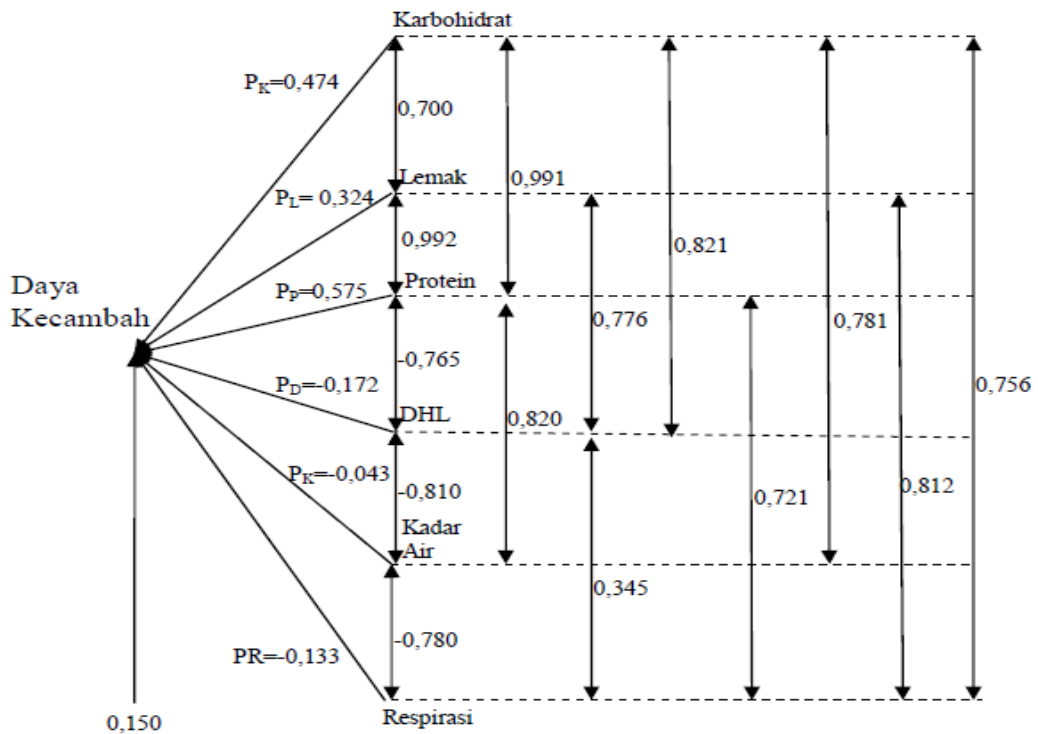
dengan koefisien korelasi 0,925 terhadap produksi benih. Dominasi LTR juga terjadi pada peubah bobot 1000 butir dengan nilai korelasi sebesar 0,802 dan nilai koefisien lintas 0,584. Hasil penelitian ini didukung pendapat Tavares *et al.* (2011), bahwa LTR berpengaruh nyata terhadap produksi dan bobot 1000 butir kedelai, dengan demikian peubah LTR dapat digunakan sebagai penduga produksi dan bobot 1000 butir.

Koefisien lintas merupakan gambaran besarnya pengaruh langsung peubah bebas terhadap peubah terikat (Shur, 2008). Penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh langsung LTR terhadap produksi benih dan bobot 1000 butir lebih besar dibandingkan ILD dan LAB. Jika koefisien korelasi antara peubah

bebas dengan peubah terikat hampir sama koefisien lintasnya, maka seleksi atau peramalan peubah berdasarkan peubah terikat tersebut akan sangat efektif. Penelitian ini mendapatkan bahwa koefisien korelasi LTR terhadap produksi benih dan bobot 1000 butir positif erat dan koefisien lintasnya juga positif erat.

Hubungan antar Peubah-peubah Kualitas Benih

Kualitas fisik dan kimia benih berpengaruh terhadap daya kecambah. Analisis lintas menunjukkan bahwa daya kecambah setelah benih disimpan 90 hari berhubungan erat dengan peubah cadangan makanan dan peubah kualitas benih lainnya (Gambar 3).



Gambar 3. Sistem lintasan hubungan kausal antara karbohidrat, lemak, protein, DHL, kadar air dan respirasi dengan daya kecambah setelah benih kedelai disimpan selama 90 hari

Gambar 3 menunjukkan bahwa daya kecambah benih setelah disimpan selama 90 hari berbanding lurus dengan cadangan makanan serta berbanding terbalik dengan DHL, kadar air dan laju respirasi. Data ini mengindikasikan bahwa daya kecambah benih dapat dipertahankan dengan mempertahankan cadangan makanan serta menurunkan nilai DHL, kadar air dan respirasi. Data penelitian ini didukung oleh pendapat Sharma *et al.* (2007) bahwa daya kecambah benih dapat dipertahankan dengan mempertahankan cadangan makanan (protein).

Peningkatan cadangan makanan akan meningkatkan bobot benih dan bobot benih berhubungan dengan kadar air. Nilai kadar air benih meningkat sejalan dengan peningkatan kandungan protein, karbohidrat, dan lemak dengan nilai korelasi masing-masing 0,820, 0,781, dan 0,744 (Gambar 3). Meyer *et al.* (2007) menyatakan bahwa peningkatan bobot benih menyebabkan luas permukaan kontak benih dengan uap air di udara meningkat, sehingga menyebabkan peningkatan kadar air benih juga tinggi selama penyimpanan. Kadar air benih yang tinggi berdampak negatif dan langsung terhadap daya kecambah benih. Menurut Tatipata (2010), peningkatan kadar air dalam penyimpanan akan meningkatkan asam lemak bebas yang bersifat racun dan menyebabkan daya berkecambah dan kecepatan berkecambah menurun. Fenomena peningkatan kadar air dan respirasi merupakan hal yang wajar

karena penyimpanan benih dilakukan pada suhu kamar ($T = 25 - 27^{\circ}\text{C}$, $\text{RH} = 80 - 85\%$). Terjadinya perubahan kadar air benih diduga karena perubahan kelembaban sekitar benih akibat proses penyimpanan secara tertutup. Sebagai makhluk hidup benih berespirasi untuk menghasilkan energi dan produk akhir respirasi adalah uap air. Uap air yang terbentuk tidak dapat keluar karena terhalang kantong plastik dan terserap oleh benih karena adanya perbedaan potensial air. Penyerapan uap air oleh benih menyebabkan peningkatan kadar air benih. Penjelasan ini mengindikasikan bahwa bobot 1000 berkorelasi positif dengan kadar air dan laju respirasi selama penyimpanan.

Hasil penelitian ini juga mendukung pendapat Krzyzanowski *et al.* (2008), bahwa protein benih berkorelasi negatif dengan DHL. Protein yang terdegradasi selama penyimpanan benih menyebabkan nilai DHL meningkat dan peubah DHL berkorelasi negatif dengan daya kecambah dan kecepatan berkecambah. Peningkatan nilai DHL menunjukkan protein pada membran sel pada benih mulai terdegradasi yang mengindikasikan telah terjadi penuaan benih. Pembuktian lanjutan keutamaan cadangan makanan dan komposisinya terhadap daya kecambah dan kecepatan berkecambah dilakukan dengan metode seleksi peubah independen protein, karbohidrat, dan lemak dengan regresi langkah maju (Tabel 2).

Tabel 2. Seleksi peubah independen dengan menggunakan langkah maju

| Jumlah Peubah Dependen | Peubah Independen | | | |
|-----------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| | Daya Kecambah | | Kecepatan Berkecambah | |
| | R ² | F _{hit} | R ² | F _{hit} |
| 1 Peubah | | | | |
| a. Protein | 0,750 | ** | 0,820 | ** |
| b. Lemak | 0,730 | ** | 0,721 | ** |
| c. Karbohidrat | 0,637 | ** | 0,744 | ** |
| 2 Peubah | | | | |
| a. Protein, Karbohidrat | 0,761 | ** | 0,820 | ** |
| b. Karbohidrat, Lemak | 0,758 | ** | 0,810 | ** |
| c. Protein, Lemak | 0,789 | ** | 0,815 | ** |
| 3 Peubah | | | | |
| Protein, Lemak, Karbohidrat | 0,846 | ** | 0,842 | ** |
| Semua peubah | 0,810 | ** | 0,824 | ** |

Tabel 2 menggambarkan bahwa secara individu peubah protein memberikan nilai determinan tertinggi yaitu 0,750 dan diikuti dengan karbohidrat dan lemak berturut-turut 0,730 dan 0,637 pada daya kecambah dan 0,820, 0,721, dan 0,744 pada kecepatan berkecambah. Nilai determinan ini secara umum menunjukkan protein lebih berpengaruh dibandingkan karbohidrat dan lemak. Regresi secara bersamaan antara protein,

karbohidrat, dan lemak pada peubah daya dan kecepatan berkecambah menghasilkan nilai determinan tertinggi yaitu 0,846 dan 0,842. Fakta ini menunjukkan kualitas benih dipengaruhi oleh komposisi cadangan makanan secara bersamaan dan protein mempunyai pengaruh paling besar. Pola hubungan cadangan makanan dengan beberapa parameter kualitas setelah benih disimpan 90 hari disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan kandungan protein, karbohidrat, dan lemak dengan kualitas setelah benih kedelai disimpan 90 hari

| Peubah Kualitas Benih | Cadangan Makanan | Koefisien Regresi | | Koefisien Korelasi (r) |
|-----------------------|------------------|-------------------|----------------|------------------------|
| | | b ₀ | b ₁ | |
| DHL | Protein | 271,444 | -2,500 | -0,734** |
| KA | Protein | 10,380 | 0,014 | 0,751** |
| Respirasi | Protein | 0,331 | 0,009 | 0,770* |
| Daya kecambah | Protein | -0,506 | 2,249 | 0,911** |
| Kecepatan berkecambah | Protein | 1,004 | 0,686 | 0,715** |
| DHL | Karbohidrat | 243,783 | -2,141 | -0,533* |
| KA | Karbohidrat | 10,162 | 0,010 | 0,633** |
| Respirasi | Karbohidrat | 0,369 | 0,010 | 0,729** |
| Daya kecambah | Karbohidrat | 27,734 | 1,829 | 0,718** |
| Kecepatan berkecambah | Karbohidrat | 8,873 | 0,579 | 0,755** |
| DHL | Lemak | 388,263 | -19,851 | -0,780** |
| KA | Lemak | 9,801 | 0,105 | 0,735** |
| Respirasi | Lemak | 0,057 | 0,069 | 0,772** |
| Daya kecambah | Lemak | -97,669 | 17,118 | -0,717** |
| Kecepatan berkecambah | Lemak | -34,304 | 5,752 | -0,700** |

*= nyata bila $P < 0.05$ **= sangat nyata bila $P < 0.01$ tn = tidak nyata $P > 0$

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai DHL berkorelasi negatif dengan cadangan makanan sedangkan daya kecambah dan kecepatan berkecambah didukung oleh protein, karbohidrat, dan lemak. Nilai koefisien korelasi dari pola hubungan di atas juga menunjukkan pentingnya komposisi cadangan makanan pada benih kedelai. Hal yang sama juga didapat oleh Sharma *et al.* (2007) bahwa benih kedelai dengan kandungan lemak yang tinggi paling cepat mengalami deteriorasi dibandingkan benih lain dengan kandungan lemak yang lebih rendah.

SIMPULAN

Peubah analisis tumbuh yang berhubungan erat dengan produksi benih dan bobot 1000 butir benih adalah laju tumbuh relatif. Kandungan protein benih merupakan peubah kualitas benih yang utama mempengaruhi viabilitas dan vigor benih dalam penyimpanan. Saran yang diajukan adalah perlu diuji tindakan agronomi yang paling berperan dalam meningkatkan laju tumbuh relatif dan kandungan protein benih dalam upaya menghasilkan benih kedelai bermutu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajdukovic, K.T., V. Djordjevic, M. Vidic and M. Vujakovic. 2010. Subunit composition of seed storage proteins in high protein soybean genotypes. *Pesquele Agropec Brasília*. 45: 721-729
- Badan Standardisasi Nasional. 2003. SNI 01-6234.4-2003. Produksi Benih Kedelai Label Biru. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
- Khan, A. Z., P. Shah, H. Khan, S. Nigar, S. Perveen, M.K. Shah, Amanullah, S. K. Khalil, S. Munir and M. Zubair. 2011. Seed quality and vigor of soybean cultivars as influenced by canopy temperature. *Pakistan Journal of Botany*. 43: 643-648
- Krzyzanowski, C. F., J. D. Barros, J. M. G. Mandarino, and M. Kaster. 2008. Evaluation of lignin content of soybean seed coat stored in a controlled environment. *Revista Brazili de Sementes* 30: 220-223
- Meyer, C. J., E. Steudle, C. A. Peterson. 2007. Patterns and kinetics of water uptake by soybean seeds. *Journal of Experimental Botany* 58: 717-732
- Mehmet, O.Z, A. Karasu, A. T. Goksoy and Z. M. Turan. 2009. Interrelationships of agronomical characteristics in soybean (*Glycine max*) grown in different environments. *International Journal of Agriculture and Biology*. 11: 85-88
- Muschick, M. 2007. *International Seed Testing*. ISTA News Bulletin No. 133. Switzerland
- Sharma, S., S. Gambhir and S.K. Munshi. 2007. Changes in lipid, carbohydrate, and protein soybean seed under different storage condition. *Asian Journal of Agricultural Science* 6: 502-507
- Showkat, M and S. D. Tyagi. 2010. Correlation and Path Coefficient Analysis of Some Quantitative Traits in Soybean (*Glycine max* L. Merrill.). *Research Journal of Agricultural Sciences*. 1: 102-106

- Shur, D. 2008. Step your way through Path Analysis. University of Northern Colorado, USA
- Tatipata, A. 2010. Perubahan asam lemak bebas selama penyimpanan benih kedelai dan hubungannya dengan viabilitas benih. Jurnal Agronomi Indonesia 38: 30-35
- Tavares, L.C., C. A. Rufino, L. M. Tunes and A. C. S. A. Barros. 2011. Performance of soybean plants originated from seeds of high and low vigor submitted to water deficit. Journal of Horticulture and Forestry. 3: 122-130