PENGUBAHAN KOMPOSISI CADANGAN MAKANAN BENIH KEDELAI DENGAN PERLAKUAN NITROGEN DAN FOSFOR

Rudi Hartawan[1]

Abstract

Some theories suggest that the important role of food reserves to maintain seed quality. On soybean seed, food reserves in the form of protein, carbohydrates, and fats. Generally researchers claim that high fat will reduce the quality and vitality of seeds in storage. Setting up food composition will maintain the quality and vitality of seeds in storage. Composition of food reserves is an equilibrium, increase one portion of food reserves would lower portion of the other

Food reserves play an important role in determining the quality of soybean seed. Deposit composition can be modified by eating nutrients nitrogen and phosphorus, and association with Rhizobium bacteria. Setting up the composition of foods believed to increase the quality and viability of soybean seed.

The results showed that soybean growth variables measured with ILD, LAB, LTR, and BKA influenced by nitrogen and phosphorus, both single and two-factor interactions. Variables BKA instrumental in increasing seed production. The composition of the food reserves are also affected by the interaction between nitrogen and phosphorus except carbohydrates. Increase in protein content followed by a decrease in fat content in the seed, whereas carbohydrate content did not experience the difference. It is generally known that the root dry weight, production, 1000 grain weight and seed protein obtained at optimal combination of nitrogen 45 kg ha-1 and phosphorus at 90 kg ha-1. Information from this trial will be better if done testing the model composition and food reserves to do with the ability of seeds to survive naturally in storage.

Keywords: food storage, enzymes, seed production

PENDAHULUAN

Penyimpanan benih kedelai secara alami terkendala dengan penurunan mutu yang berlangsung cepat. Umumnya hasil penelitian menunjukkan bahwa daya hidup hanya berkisar satu bulan. Setelah itu mutu dan daya hidup benih akan turun dan tidak lolos dalam uji mutu sebagai benih label biru. Laju penurunan mutu benih yang cepat disebabkan oleh komposisi cadangan makanan yang mengandung lemak tinggi, dan kondisi ini dianggap sebagai kendala utama karena terjadi oksidasi lemak. Pendapat-pendapat lain menyatakan bahwa enzim-enzim yang mendukung perkecambahan benih cepat sekali menjadi tidak aktif karena terjadi kerusakan dalam penyimpanan. Hasil penelitian Hartawan (2011) dan Hartawan *et al*. (2011a) mengindikasikan bahwa protein merupakan faktor utama dalam menjaga konsistensi mutu benih kedelai. Pengujian dengan sidik lintas serta regresi langkah maju (*step up*) dan langkah mundur (*step down*) menunjukkan protein memiliki skor tertinggi dalam mempertahankan mutu dan daya hidup dengan indikator daya kecambah dan kecepatan berkecambah setelah benih disimpan secara alami selama 90 hari.

Pada benih kedelai, kandungan nitrogen yang tinggi pada benih berkorelasi dengan kandungan lemak dan protein. Hasil-hasil penelitian menunjukkan protein dan lemak memiliki korelasi negatif satu dengan lainnya. Bila benih memiliki kandungan protein tinggi maka otomatis kandungan lemak akan rendah.

Protein sangat penting dalam menjaga konsistensi membran. Protein pada membran akan menjaga konsistensi dan menghambat laju kebocoran ion. Sharma *et al*. (2007) menyatakan bahwa benih kedelai dengan kandungan lemak yang tinggi paling cepat mengalami deteriorasi dibandingkan benih lain dengan kandungan lemak yang lebih rendah

Menurut Piper dan Boote (2000), dan Hartawan (2011) ada sifat korelasi negatif antara protein dan lemak pada benih kedelai. Hasil penelitian Borisjuk *et al*. (2006) menunjukkan protein berkorelasi negatif dengan lemak dan karbohidrat, sedangkan hasil penelitian Allen *et al*. (2009), menunjukkan tidak ada korelasi antara protein dengan karbohidrat.

Komposisi cadangan makanan dapat dimodifikasi dengan perlakuan hara nitrogen (Bellaloui dan Gillen, 2010) dan fosfor (Hartawan *et al*., 2011b dan Hartawan dan Nengsih, 2011). Stefan *et al* (2009) menyatakan bahwa bakteri *Rhizobium* yang berasosiasi dengan tanaman kedelai dapat meningkatkan kandungan protein pada biji yang dihasilkan. Menurut Allen *et al*. (2009) faktor lain yang juga dapat mempengaruhi komposisi cadangan makanan adalah iklim mikro, mengingat tanaman kedelai bersifat *sun loving* sehingga intensitas cahaya dan lama penyinaran akan mempengaruhi metabolisme tanaman induk dan pada akhirnya mempengaruhi komposisi cadangan makanan benih yang dihasilkan.

[1] Dosen Fak Pertanian Universitas Batanghari

Pendapat-pendapat di atas umumnya menyatakan bahwa cadangan makanan berperan penting dalam menentukan mutu benih kedelai. Komposisi cadangan makan dapat dimodifikasi dengan hara nitrogen dan fosfor, dan asosiasi dengan bakteri *Rhizobium*. Pengaturan komposisi cadangan makanan diyakini dapat meningkatkan mutu dan daya hidup benih kedelai.

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro yang sangat esensial untuk pertumbuhan tanaman dan umumnya tanaman menyerap nitrogen dalam bentuk amonium dan nitrat yang dapat disediakan melalui pemupukan. Menurut Tranaviciene (2007), fungsi nitrogen sebagai hara esensial bagi pertumbuhan tanaman adalah; 1) sebagai komponen molekul klorofil, 2) sebagai komponen asam amino pembentuk protein, 3) esensial bagi aktivasi karbohidrat, 4) sebagai komponen enzim, 5) merangsang pertumbuhan akar dan aktivitasnya, dan 6) mendukung pengambilan hara lainnya.

Tanaman kedelai dapat mengikat nitrogen di atmosfer melalui aktivitas bekteri pengikat nitrogen, *Rhizobium japonicum*. Bakteri ini terbentuk di dalam akar tanaman yang diberi nama nodul atau bintil akar. Keberadaan *Rhizobium* dapat terjadi karena tanah tersebut ditanami kedelai atau memang sengaja ditambahkan ke dalam tanah. Menurut Rahayu (2004), nodul atau bintil akar tanaman kedelai umumnya dapat mengikat nitrogen dari udara pada umur 10 – 12 hari setelah tanam, tergantung kondisi lingkungan tanah dan suhu.

Fospor merupakan bagian esensial sel hidup, seperti bagian dari nukleotida dan fosfolipid membran sel (Wiedenhoeft, 2006). Fospor juga diperlukan tanaman antara lain untuk merangsang akar, khususnya akar kecambah dan tanaman muda. Menurut Bowen *et al*. (2006), proses pemasakan biji memerlukan unsur hara yang cukup dan sebagian besar fosfor dalam biji berupa asam fitat. Senyawa ini berfungsi sebagai sumber energi yang dipergunakan selama perkecambahan. Penelitian Coelho *et al*. (2002) menyimpulkan bahwa fitat berpengaruh terhadap vigor benih.

Kenaikan hasil panen kedelai dengan pemupukan fosfor ada hubungannya dengan aktivitas bakteri *Rhizobium* yang mengikat nitrogen dari udara. Bakteri *Rhizobium* memerlukan energi berupa ATP. Energi tersebut diperoleh dari fotosintesis tanaman induk. Baldirici dan Yilmas (2005) menunjukkan bahwa kedelai yang diinokulasi dengan bakteri *Rhzobium* membutuhkan fosfor yang lebih banyak dibandingkan yang tidak diinokulasi. Kontinyuitas energi karena ketersediaan fosfor menyebabkan bakteri *Rhizobium* tetap eksis saat tanaman dalam fase pengisian biji.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan selama 5 bulan yaitu dari April sampai dengan Agustus 2013. Kegiatan lapangan dilaksanakan di Kebun Penelitian Balai Benih Induk Sebapo di Jambi pada koordinat 103^{o}33’57’’ BT 1^{o}45’53” LS dengan ketinggian 20 m dari permukaan laut. Berdasarkan tipe iklim, lahan tersebut terkategori lahan kering dataran rendah beriklim basah. Pekerjaan analisis tumbuh dan pengamatan peubah produksi benih dan bobot 1000 butir dilaksanakan di Laboratorium Dasar Universitas Batanghari. Pengamatan peubah cadangan makanan dilakukan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Kementerian Pertanian di Bogor

Bahan dan Alat

Benih kedelai yang digunakan adalah benih pokok kedelai varietas Anjasmoro Balai Benih Induk Palawija di Sebapo. Bahan penelitian lainnya adalah pupuk nitrogen (urea), pupuk fosfat (SP-36), pupuk kalium (KCl), pestisida (Sevin^{TM}), dan inokulan *Rhizobium* (Legin). Peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat analisis tanah, seperangkat alat untuk analisis protein, lemak dan karbohidrat, timbangan analitik (Scout HL-100), desikator, *leaf area meter* (Bioscientific AM 300), oven listrik (Sanyo Gallenkamp), penyemprot, *sprinkler portable* untuk penyiraman tanaman, dan thermometer lapangan (Hanna HI 98509-1).

Rancangan Penelitian

Rancangan lingkungan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial dua faktor dengan tiga ulangan. Rancangan perlakuan adalah hara nitrogen dan fosfor. Faktor pertama adalah taraf hara nitrogen (N, kg N ha^{-1}) yaitu N_0 = 0, N_1 = 15, N_2 = 30, N_3 = 45 dan N_4 = 60. Faktor kedua adalah taraf hara fosfor (P, kg P_2O_5 ha^{-1}) yaitu P_0 = 0, P_1 = 30, P_2 = 60, P_3 = 90 dan P_4 = 120. Secara keseluruhan terdapat 25 kombinasi perlakuan dan 75 petak penelitian (Denah penelitian pada Lampiran 5).

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Lahan, Inokulasi Benih dan Penanaman

Penelitian dilaksanakan di lapangan dengan tanah jenis ultisol dan lahan diolah agar sesuai untuk pertumbuhan tanaman kedelai. Masing-

masing petak penelitian berukuran 2 m x 2 m. Dosis pupuk dasar adalah 50 kg K_2O ha^{-1}. Lubang tanam dibuat dengan tugal dengan diameter lubang 4 cm dan kedalaman 3 cm. Jarak tanam yang digunakan adalah 40 cm x 15 cm. Sehari sebelum penyemaian, benih telah diinokulasi dengan bakteri *Rhizobium* dari Legin dengan ukuran 1 kg benih dengan 10 gram Legin. Setiap lubang tanam ditanam 3 butir benih. Seleksi tanaman terbaik dilakukan pada umur 14 HST dan dipilih dua tanaman untuk setiap lubang tanam.

Pengendalian Hama Penyakit, dan Gulma serta Penyiraman

Pengendalian hama dengan Decis™ konsentrasi 4 cc L^{-1} saat tanaman berumur 14 HST, selanjutnya dilakukan berdasarkan pengamatan ada tidaknya serangan hama. Penyakit dikendalikan dengan Dithane M-45™ konsentrasi 2 cc L^{-1} saat tanaman berumur 15 HST dan selanjutnya dilakukan berdasarkan ada tidaknya serangan penyakit. Pengendalian gulma dilakukan dengan pencabutan saat tanaman berumur 14 HST dan dilakukan 3 kali selama pertumbuhan tanaman sesuai dengan intensitas seragan gulma.

Penyiraman tanaman dilakukan bila selama tujuh hari tidak turun hujan atau tanah mulai retak. Sumber air berasal berasal di sekitar areal pertanaman. Air ditampung dalam bak (tower air) lalu penyiraman dilakukan dengan cara memompa air untuk diteruskan pada *sprinkler*. Volume air yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan.

Perlakuan Hara Nitrogen dan Fosfor

Sebelum penelitian dilaksanakan, tanah dianalisis untuk mengetahui tingkat kesuburannya. Pemberian hara untuk perlakuan berdasarkan analisis tanah tersebut. Dari unsur hara yang telah diketahui jumlahnya (H), jumlah pupuk yang diberikan dapat dihitung berdasarkan kadar unsur hara di dalam pupuk. Jumlah pupuk yang diberikan dihitung dengan rumus $P = H\ x\left(\frac{100}{Hp}\right)$, dimana P adalah jumlah pupuk yang diberikan dalam tanah (kg) dan Hp adalah kadar unsur hara di dalam pupuk (%). Seluruh perlakuan hara nitrogen dan fosfor diberikan dalam larikan diantara baris tanaman pada awal tanam.

Pengambilan Sampel, Panen, dan Pasca Panen

Sampel untuk analisis tumbuh, produksi benih ditentukan dengan metode acak sederhana. Tanaman-tanaman sampel yang telah ditentukan diberi tanda dan selanjutnya peubah produksi benih 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 R_8 dengan tanda visual daun telah rontok, warna polong kuning, atau cokelat (Fehr dan Caviness, 1977). Polong dibiarkan kering di lapangan sampai kadar air 14%. Panen dilakukan pada pagi hari dan berangkasan dikumpulkan, dijemur dengan diberi alas terpal plastik agar polong mudah pecah.

Pembijian dilakukan secara manual dengan tangan. Benih dijemur kembali sampai kadar air maksimal 11%. Penjemuran benih kedelai dilakukan maksimal 2 jam setiap hari pada pukul 10 sampai 12 siang. Penjemuran ditunda bila suhu terlalu tinggi atau penjemuran dilakukan lebih awal pada jam 9 sampai 11 siang. Benih-benih yang telah dikeringkan disimpan dengan wadah plastik polyetilen densitas tinggi (HDPE, *hight density polyethilene*) dengan ketebalan 0,08 mm dan diberi kode.

Peubah yang Diamati

Analisis tumbuh berupa **indeks luas daun** (ILD), **laju asimilasi bersih** (LAB), **laju tumbuh relatif** (LTR), dan **bobot** kering **akar** dihitung dengan metode Sitompul dan Guritno (1995). Rumus Indeks luas daun $ILD = \frac{LA}{P}$, dimana ILD adalah indeks luas daun ($cm^2\ cm^{-2}$); LA adalah luas daun total dan P adalah luas areal pertanaman.

Rumus laju asimilasi bersih $LAB = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}\ x\ \frac{LnLA_2 - LnLA_1}{LA_2 - LA_1}$, dimana LAB adalah laju asimilasi bersih ($mg\ cm^{-2}\ hari^{-1}$); W_1 adalah bobot kering total saat T_1; W_2 adalah bobot kering total saat T_2, T_1 adalah pengukuran waktu 1; dan T_2 adalah pengukuran waktu 2; LA_1 adalah total luas daun saat pengukuran 1; LA_2 adalah total luas daun saat pengukuran 2; dan Ln adalah logaritma natural.

Rumus laju tumbuh relatif $LTR = \frac{1}{P}\ x\ \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$, dimana LTR adalah laju tumbuh relatif ($mg\ g^{-1}\ hari^{-1}$); P adalah luas area pertanaman; W_1 adalah bobot kering total saat T_1; W_2 adalah bobot kering total saat T_2; T_1 adalah pengukuran waktu 1; dan T_2 adalah pengukuran waktu 2.

Bobot kering akar dihitung bersamaan

dengan pengukuran laju asimilasi bersih dan laju tumbuh relatif. Saat pengukuran bobot kering total, bagian tanaman langsung dipisahkan antara bagian akar dengan bagian batang.

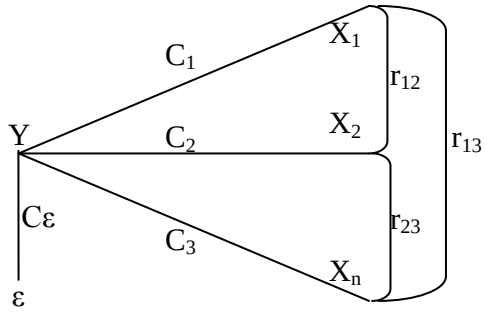
Analisis tumbuh dilaksanakan pada 15 dan 28 hari setelah tanam (fase vegetatif aktif), 49 (fase berbunga aktif), 70 (fase pembentukan dan pengisian polong) dan 84 (fase pematangan polong) hari setelah tanam. Luas daun diukur dengan *leaf area meter* dan bobot kering dilakukan dengan mengoven tanaman sampel selama 24 sampai 36 jam sampai beratnya konstan. Sebelum penimbangan, sampel dari oven dimasukkan dalam desikator lalu ditimbang dengan timbangan analitik.

Produksi Benih dan Bobot 1000 Butir. Dihitung dengan metode SNI 01-6234.4-2003. Bersamaan dengan pengukuran peubah produksi benih, diambil sebanyak 1000 butir lalu ditentukan beratnya dengan timbangan analitik.

Kadar Karbohidrat, Lemak dan Protein. Pengukuran kandungan karbohidrat menggunakan metode *Direct Acid Hydrolysis Method*, lemak menggunakan metode Sochlet, dan protein menggunakan metode Makro Kjeldahl (Sudarmadji *et al*., 1984). Pengukuran dilakukan setelah panen.

Analisis Data

Landasan analisis statitika berdasarkan anggapan bahwa data yang dianalisis menyebar normal dan model yang *digunakan* adalah model tetap. Ada beberapa telaah yang dilakukan pada analisis ini; pertama adalah menggunakan sidik ragam untuk menentukan apakah perlakuan berpengaruh terhadap peubah yang diukur dan selanjutnya dilakukan uji beda jarak dengan Duncan taraf 5%. Kedua, menyaring semua peubah independen dengan menggunakan analisis regresi berganda. Model analisis regresi berganda menurut Steel dan Torie (1993) adalah $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_nX_n + ...+ \varepsilon..$ Ketiga, peubah independen terpilih dilanjutkan dengan sidik lintas yang bertujuan untuk menentukan peubah independen (X_i) yang paling berpengaruh terhadap peubah dependen (Y). Model sidik lintas menurut Li (1981) adalah:



Gambar 1. Model analisis lintas

Jika koefisien korelasi variabel X_i dengan Y hampir sama besar dengan efek langsungnya (koefisien lintas), maka koefisien korelasi tersebut menunjukkan derajat keeratan hubungan antara X_i dan Y. Keempat adalah penentuan perlakuan optimal ditentukan dengan metode polinomial orthogonal. Model yang digunakan menurut Steel dan Torie (1993) adalah $Y = \alpha + b_1X^1 + b_2X^2 + ...+ b_nX^n + \varepsilon$. Apabila nilai keeratan hubungan menunjukkan nilai yang nyata berarti produksi dan mutu benih respons terhadap perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Anova

Hasil percobaan menunjukkan terjadi interaksi yang nyata pada semua parameter kecuali karbohidrat. Interaksi ini mengindikasikan bahwa nitrogen dan fosfor secara bersama mempengaruhi pertumbuhan dan produksi benih kedelai serta mempengaruhi komposisi cadangan makanan benih kedelai. Hasil analisis ragam disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 1. Analisis ragam peubah analisis tumbuh, produksi benih dan komposisi cadangan makanan pada sumber keragaman interaksi nitrogen dan fosfor

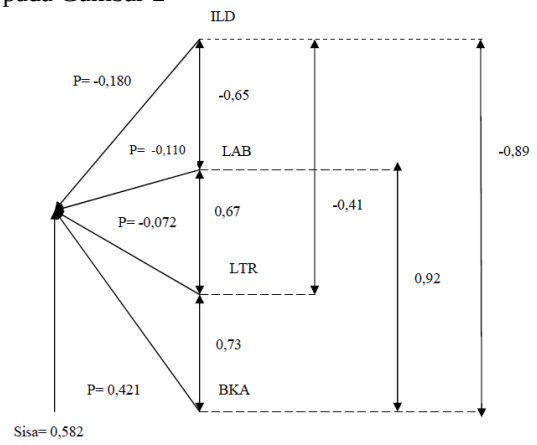
No.	Nama Peubah	F_{hitung}	Probabilitas	Koefisien Keragaman (%)
1.	Indeks Luas Daun	1,88	0,048	6,04
2.	Laju Asimilasi Bersih	3,63	0,002	6,94
3.	Laju Tumbuh Relatif	4,80	0,006	7,74
4.	Bobot Kering Akar	2,95	0,038	15,04
5.	Produksi Benih	10,82	0,004	17,28
6.	Bobot 1000 Butir	11,54	0,002	4,30
7.	Protein	4,92	0,049	14,30
8.	Lemak	6,38	0,025	12,14
9.	Karbohidrat	1,78	0,053	12,56

Keterangan: F_{hitung} nyata bila probabilitas <0,005

Tabel 1 menunjukkan nilai koefisien keragaman bervariasi dari 4 sampai 17%. Dengan demikian terdapat kesalahan dalam penelitian berkisar antara 4 sampai 17%. Kesalahan ini mungkin disebabkan oleh ketelitian dalam melakukan pengamatan. Namun demikian, menurut Steel dan Torie (1993) nilai kesalahan 5 sampai 17% ini masih terkategori wajar.

Analisis Tumbuh

Hasil analisis ragam dan regresi berganda diketahui bahwa pengamatan analisis tumbuh pada hari ke 49 paling signifikan dengan pertumbuhan tanaman. Alisisis tumbuh tersebut disusun ulang dalam sidik lintas untuk mengetahui peubah utama yang mempengaruhi produksi benih kedelai. Hasil analisis disajikan pada Gambar 2

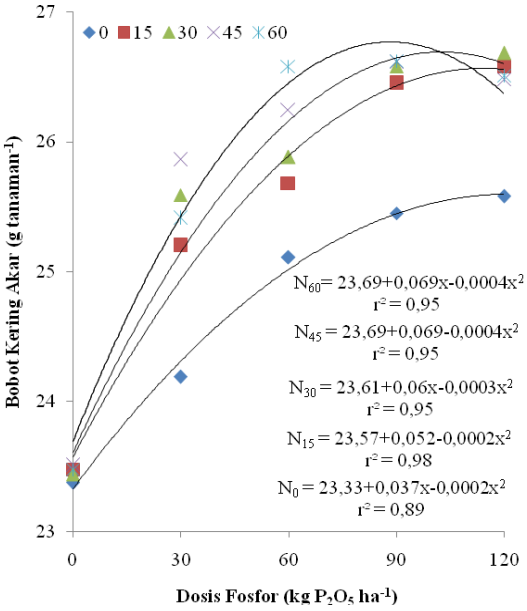


Gambar 2. Diagram sistem lintasan hubungan kausal antara indeks luas daun (ILD), laju asimilasi bersih (LAB), laju tumbuh relatif (LTR) dan bobot kering akar (BKA) dan produksi benih kedelai

Gambar 2 menunjukkan bahwa koefisien lintas BKA (P = 0,421) lebih besar dibandingkan koefisien lintas lainnya. Koefisien lintas menggambarkan pengaruh langsung peubah independen dengan peubah dependen. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh langsung BKA terhadap produksi benih lebih besar dibandingkan ILD, LAB, dan LTR.

Menurut Li (1981) bahwa jika koefisien korelasi antara peubah independen dan peubah dependen hampir sama koefisien lintasnya, maka seleksi dan peramalan peubah dependen berdasarkan peubah independen tersebut akan sangat efektif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa koefisien korelasi BKA terhadap produksi benih positif besar dan koefisien lintasnya juga positif besar (Gambar 2). Dengan demikian peubah BKA dapat digunakan sebagai penduga produksi benih.

Peningkatan dosis nitrogen dan fosfor akan diikuti dengan meningkatnya BKA sampai batas maksimum. Nilai maksimum BKA adalah berturut-turut 25,04; 26,46; 26,47; 26,64 dan 26,63. Untuk dosis nitrogen 92,5; 80,5; 78,5; 77,52 dan 76,52. Meningkatnya BKA dengan meningkatnya dosis nitrogen dan fosfor ada hubungannya dengan peranan fosfor dalam tanaman. Nitrogen dan fosfor berperan sebagai pembangun nukleoprotein di dalam inti sel. Pembentukan sel-sel baru tanaman hanya dapat berlangsung dengan pembelahan inti sel tersebut. Karenanya kekurangan nitrogen dan fosfor pada media pertumbuhan akan menghambat perkembangan akar dan BKA menurun.



Gambar 3. Hubungan antara fosfor dengan bobot kering akar pada beberapa dosis nitrogen

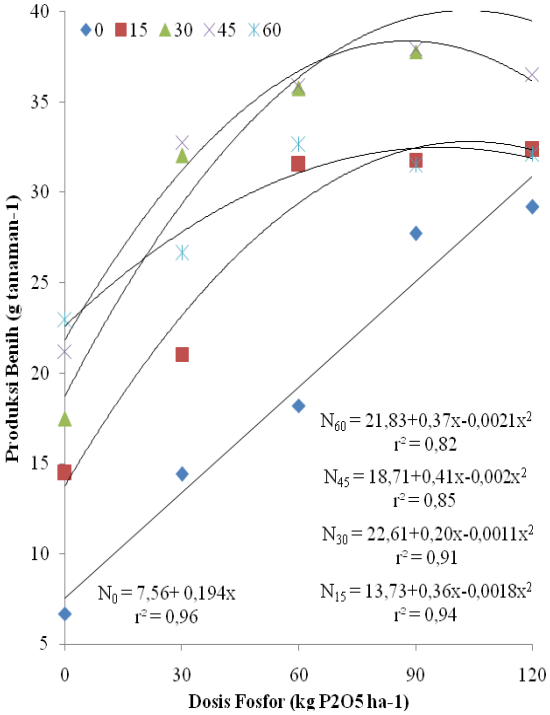
Pada penelitian ini, sampai fase pengisian benih, tanaman dengan perlakuan nitrogen 45 kg ha^{-1} dan fosfor 90 kg ha^{-1}, bobot kering akar terus meningkat sampai umur 70 HST. Pada umur tersebut, bintil akar masih aktif yang ditandai dengan keberadaan leghemoglobin. Kondisi ini memungkinkan tanaman mendapat suplai nitrogen yang cukup pada fase R_3 sampai R_5, mengingat kebutuhan nitrogen sangat tinggi pada fase pengisian benih. Hasil penelitian ini mendukung pendapat Fischinger dan Schulze (2010) bahwa aktivitas bakteri *Rhizobium* dalam memfiksasi nitrogen meningkat 25% pada fase pengisian benih dibandingkan fase vegetatif. Aktivitas bakteri yang tinggi saat pengisian benih berhubungan dengan aktivitas enzim

fosfoenolpyrufat karboksilase di dalam nodul yang memfiksasi CO_2. Ditambahkan oleh Sanchez (2009) bahwa aktivitas fosfoenolpyrufat karboksilase yang didukung oleh glukosa-6-fosfat dari hasil fotosintesis tanaman inang meningkat sejalan dengan peningkatan dosis fosfor.

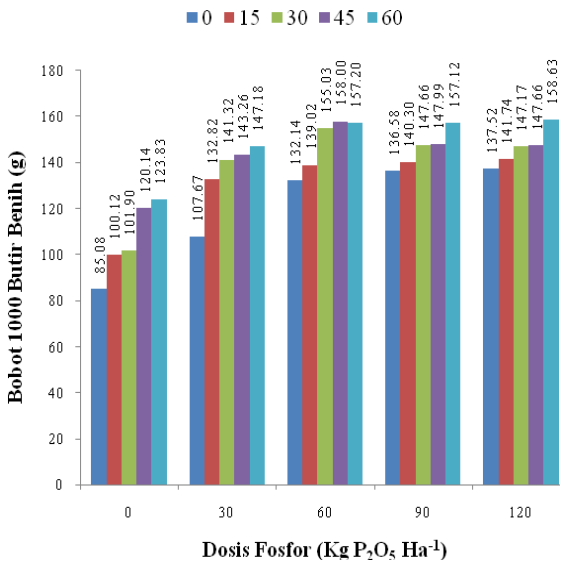
Fiksasi CO_2 oleh fosfoenolpyrufat karboksilase bertujuan membentuk oksaloasetat (OAA) sebagai kerangka karbon untuk aktivitas fiksasi nitrogen dan trasportasi nitrogen ke bagian tajuk tanaman. Selain itu fosfoenolpyrufat karboksilase bertransformasi menjadi pyrufat dan memasuki siklus Krebs untuk menghasilkan energi. Energi yang terbentuk digunakan oleh bakteri untuk memfiksasi nitrogen dari udara.

Produksi Benih dan Bobot 1000 Butir Benih

Hara fosfor berperan penting dalam meningkatkan peubah produksi benih dan bobot 1000 butir benih. Gambar 5 dan 6 menunjukkan dosis optimum hara nitrogen dan fosfor guna menghasilkan produksi benih dan bobot 1000 butir tertinggi berturut-turut adalah 37,49 g tanaman^{-1} pada dosis 87,5 kg P_2O_5 ha^{-1} dengan nitrogen 45 kg ha^{-1}. Bobot 1000 butir tertinggi pada dosis 45 kg nitrogen ha^{-1} dengan 60 kg P_2O_5 ha^{-1}.



Gambar 4. Hubungan antara fosfor dengan produksi benih pada beberapa dosis nitrogen



Gambar 5. Bobot 1000 butir benih pada berbagai kombinasi dosis nitrogen dan fosfor

Menurut Yasari *et al*. (2009) ada tiga hal penting dalam proses pengisian benih: 1) faktor produksi fotosintat yang dihasilkan oleh organ tanaman yang berfungsi sebagai sumber, 2) sistem translokasi dari sumber ke limbung, dan 3) alokasi fotosintat pada limbung. Dapat dikatakan bahwa nitrogen dan fosfor merupakan upaya untuk meningkatkan kemampuan sumber dan meningkatkan kapasitas limbung. Peningkatan kapasitas limbung sebagai respon dari perlakuan akan meningkatkan laju fotosintesis sehingga meningkatkan kebutuhan tanaman akan hara nitrogen dan fosfor. Hara fosfor merupakan bahan dasar ATP yang juga diperlukan bakteri *Rhizobium* untuk memfiksasi nitrogen di udara yang sangat diperlukan untuk membangun struktur tubuh tanaman kedelai.

Penelitian Bellaloui dan Gillen (2010) menunjukkan bahwa pada tanaman kedelai dengan produk benih berprotein tinggi, pada dasarnya pada saat pengisian benih tanaman memerlukan nitrogen yang banyak. Bila benih tidak mendapat suplai nitrogen yang cukup untuk mensintesis protein, maka benih akan menarik nitrogen yang ada pada daun tanaman. Menurut Allen *et al*. (2009) nitrogen yang ditarik tersebut merupakan nitrogen pada enzim Rubisco dan nitrogen pada klorofil. Pemindahan nitrogen ini menyebabkan aktivitas Rubisco dalam menangkap CO_2 di udara menjadi berkurang, sedangkan CO_2 merupakan bahan kering utama pada tanaman. Pemindahan nitrogen dari klorofil ke benih menyebabkan klorofil rusak dan daun lebih cepat menguning bahkan ada yang terbakar. Kondisi ini

menyebabkan kemampuan daun menangkap cahaya matahari dan melaksanakan fotosintesis menjadi berkurang.

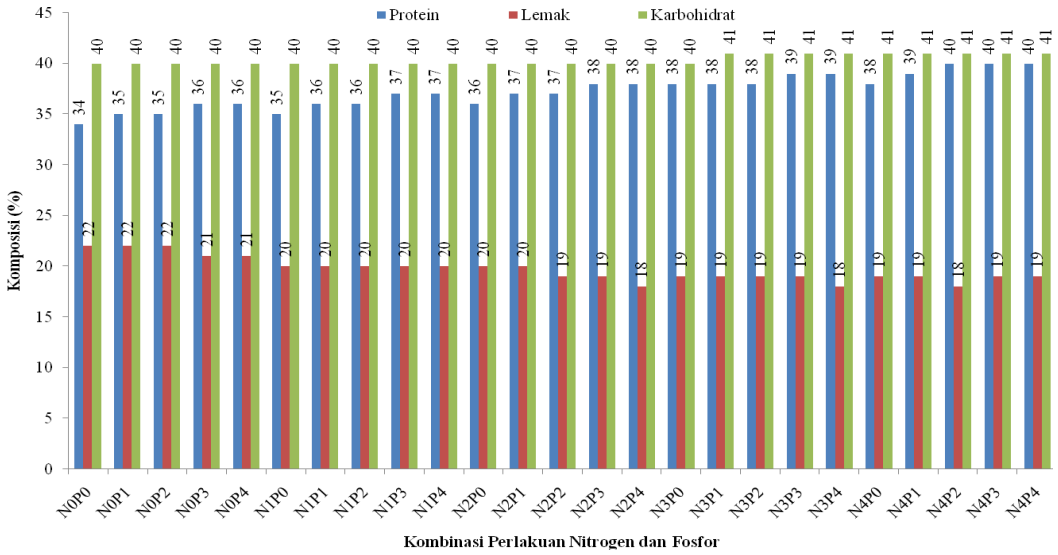
Menurut Ghost *et al*. (2006) kedelai merupakan tanaman *self destroyer* karena perkembangan benih membutuhkan banyak nitrogen. Pemindahan nitrogen dari bagian vegetatif khususnya daun, menyebabkan daun menua sehingga berdampak terhadap menurunnya kemampuan tanaman menyerap cahaya matahari.

Komposisi Cadangan Makanan

Interaksi antara nitrogen dan fosfor menunjukkan peningkatan protein sangat tinggi (39%) bila dosis nitrogen ditingkatkan dari 0 menjadi 45 kg ha^{-1} dan fosfor dari 0 menjadi 60 kg ha^{-1}. Hasil penelitian ini memperkuat pendapat Win *et al*. (2010) menunjukkan fosfor berperan penting dalam meningkatkan kandungan protein pada benih kedelai. Kalimat di atas menggambarkan bahwa penggunaan hara nitrogen dan fosfor dapat meningkatkan protein benih kedelai.

Model grafik hubungan hara nitrogen dan fosfor dengan protein benih bersifat kuadratik, menurut Rahman *et al*. (2008) pemupukan nitrogen lebih dari 45 kg ha^{-1} dan fosfor 90 kg P_2O_5 ha^{-1} menyebabkan unsur molibdenum kurang tersedia, dan ditambahkan oleh Baldirici dan Yilmaz (2005) bahwa molibdenum merupakan unsur esensial yang terdapat dalam leg hemoglobin. Berkurangnya hara ini menyebabkan laju fiksasi nitrogen menurun.

Fakta kandungan kimia ini menunjukkan bahwa hara fosfor mempengaruhi kualitas benih dengan dua cara; **pertama,** melalui pengaruh tak langsung yaitu meningkatkan aktifitas bakteri *Rhizobium*; **kedua**, melalui pengaruh langsung yaitu terlibat dalam metabolisme pembentukan benih. Secara tidak langsung fosfor mendorong laju fiksasi nitrogen oleh *Rhozobium* melalui suplai energi berupa ATP. Corre *et al*. (2007) menambahkan bahwa nitrogen simbiotik dari fiksasi bakteri *Rhizobium* dan nitrogen asimbiotik dari pemupukan sama baiknya digunakan dalam budidaya kedelai dengan tujuan meningkatkan kandungan protein kedelai. Penelitian ini juga mendukung pendapat Stefan *et al*. (2009) bahwa inokulasi *Rhizobium* pada tanaman kedelai meningkatkan kandungan protein pada benih dengan nyata.



Gambar 6. Komposisi cadangan makanan dari berbagai taraf nitrogen dan fosfor

Secara langsung fosfor meningkatkan metabolisme tanaman dan merupakan bagian dari protein. Pernyataan ini mendukung pendapat Win *et al*. (2010) bahwa kandungan protein kedelai dipengaruhi oleh kandungan fosfor dalam benih, aktifitas enzim fosfoenolpyrufat karboksilase dan protein fosforilation. Ditambahkan oleh Griffith (2005) bahwa fosfor merupakan komponen RNA yang berfungsi membaca kode genetik untuk mensintesis protein. Keutamaan fosfor dalam perkembangan benih dan pembentukan protein juga diungkapkan oleh Golombek *et al*. (2000), pada tanaman C_3, keberadaan enzim fosfoenolpyrufat karboksilase dalam perkembangan benih sangat penting dan banyak berperan pada awal perkembangan benih dan menurun saat kotiledon terbentuk sempurna.

Benih kedelai mengandung protein yang lebih tinggi dibandingkan serealia lainnya.

Menurut Helms dan Orf (1998), kandungan protein yang tinggi pada benih kedelai akan menurunkan laju pertumbuhan benih secara individual walaupun tidak berlaku umum. Namun demikian, melalui penelitiannya Egli dan Bruening (2007) menyatakan bahwa kandungan protein benih yang tinggi tidak menurukan laju pertumbuhan benih. Hanya saja biasanya benih dengan kandungan protein yang tinggi memiliki kandungan lemak yang rendah

Menurut Dos Santos *et al*. (2010) ada sifat korelasi negatif antara protein dan lemak pada benih kedelai. Hasil penelitian Wilcox dan Shibas (2001) dan Borisjuk *et al*. (2006) menunjukkan protein berkorelasi negatif dengan lemak dan karbohidrat, sedangkan hasil penelitian Allen *et al*. (2009), menunjukkan tidak ada korelasi antara protein dengan karbohidrat. Hal yang sama juga didapat pada percobaan ini.

PENUTUP

Pertumbuhan kedelai yang diukur dengan peubah ILD, LAB, LTR, dan BKA dipengaruhi oleh nitrogen dan fosfor baik secara tunggal maupun interaksi dua faktor. Peubah BKA berperan penting dalam meningkatkan produksi benih. Komposisi cadangan makanan juga dipengaruhi oleh interaksi antara nitrogen dan fosfor kecuali karbohidrat. Peningkatan kandungan protein diikuti dengan penurunan kandungan lemak pada benih, sedangkan kandungan karbohidrat tidak mengalami perbedaan. Secara umum diketahui bahwa bobot kering akar, produksi, bobot 1000 butir benih dan protein optimal didapat pada kombinasi nitrogen 45 kg ha^{-1} dan fosfor sebesar 90 kg ha^{-1}.

DAFTAR PUSTAKA

Allen, D.K., J.B. Ohlrogge and Y. S. Hill. 2009. The role of light in soybean seed filling metabolism. The Plant Journal. 58: 220-234

Borisjuk, L. T. H. Nguyen, and T. Neuberger. 2006. Gradients of lipid storage, photosynthesis and plastid differentiation in developing soybean seeds. New Phytologist. 167: 761–776

Bowen, D.E., M. J. Guttieri, K. Peterson, K. Peterson, V. Raboy, and E. J. Souza. 2006. Phosphorus fractions in developing seeds of four low phytate barley (*Hordeum vulgare* L.) Genotypes. Crop Science. 46: 2468–2473

Coelho, C.M.M., J. C. P. Santos, and V. A. Vitorello. 2002. Seed phytate content and phosphorus uptake and distribution in dry bean genotypes. Plant Physiology. 14: 51-58

Hartawan, R. 2011. Strategi Meningkatkan Mutu dan Daya Hidup Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) melalui Beberapa Perlakuan Agronomi. Disertasi. Universitas Sriwijaya, Palembang. 153 p

Hartawan, R., Z.R. Djafar, Z.P. Negara, M. Hasmeda, dan Zulkarnain. 2011a. Pengaruh panjang hari, asam indol asetat, dan fosfor terhadap tanaman kedelai dan kualitas benih dalam penyimpanan. Jurnal Agronomi Indonesia. 39: 7-12

Hartawan, R., Z.R. Djafar, Z.P. Negara, M. Hasmeda, dan Zulkarnain. 2011b. Aplikasi Fotoperiodesitas, Asam Indol Asetat, dan Fosfor pada Tanaman Induk dan Pengaruhnya terhadap Komposisi Cadangan Makanan dan Mutu Benih Kedelai dalam Penyimpanan. Seminar Nasional Menggali Potensi Daerah dalam Rangka Mewujudkan Ketahanan Pangan Nasional. Fakultas Pertanian Universitas Jambi, 19 Februari 2011 Bidang Agroteknologi, ISBN: 978-602-97051-4-0, Halaman 182-191

Hartawan, R. dan Y. Nengsih. 2011. Sidik Lintas dan Pola Hubungan Peubah Kualitas Benih Kedelai dari Tanaman Induk yang Dipupuk Fosfor. Laporan Penelitian Universitas Batanghari.

Li, C.C. 1981. Path Analysis- a Primer. Pacific Grove. California. 347 p

Rahayu, M. 2004. Pengaruh pemberian Rhizoplus dan takaran urea terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai. prosiding seminar nasional pemberdayaan petani miskin di lahan marginal melalui inovasi teknologi tepat guna. Pusat Penelitian Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.

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

Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik. Terjemahan oleh : M . Badaraja dan R. Korawi. Gramedia. Jakarta, Indonesia. 748 p

Stefan, M, M Mihasan, L. Raus, D. Topa, S. Duncai, And L. Hritcu. 2009. Rhizosphere bacteria help protein accumulation in soybean seeds. Secuitunea Genetica si Biologie Molecular. 10: 23-28

Wiedenhoeft, A. C. 2006. Plant Nutrition. Chelsea House. USA. 144 p