

MODEL PENDUGAAN DAYA SIMPAN BENIH KEDELAI [(GLYCINE MAX (L.) MERRILL)] BIJI BESAR DENGAN PENGUSANGAN CEPAT SEBAGAI TEKNOLOGI PENENTU MUTU BENIH

Harun Rasyid

Staf Pengajar Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian Peternakan
Universitas Muhammadiyah Malang
e-mail: rasyidharun30@yahoo.co.id

ABSTRACT

From the results of the first study showed that b is closely seeds per hectare and harvest index are significant interaction between treatment and dose spacing of P fertilizer and harvesting of seed yield percentage variance analysis results are not significant interaction between treatment. Thick seed coat of the results of analysis of variance there was no significant interaction between treatments. The surface area of seeds and water absorption of soybean seeds are the result of analysis of variance significant interaction between spacing and fertilizer P. The content of phosphorus compounds shows that there is significant interaction between the treatment plant spacing and fertilizer P. The content of glucose and protein from the results of analysis of variance there is a significant interaction between treatment and dose spacing P fertilizer, while the fat content is not real interaction in treatment spacing and fertilizer P. spacing of 40 cm x 20 cm and P fertilizer dose of 100 kg / ha of SP-36 increase the harvest index, number of pods, seed weight per plant, seed weight per hectare, and the weight of seeds per hectare. Treatment plant spacing and fertilizer P effect on the physical form of the surface area of soybean seed and water absorption and nutrient content of glucose and soybean seed proteins. After empirically n phase I in the first stage of the research conducted to-2 in the second year. In the second year of this study, the size of the seed as genetic and environmental characteristics (spacing and fertilizer P) is suspected to be the cause of differences in the quality and storability of soybean seeds. Therefore, the models estimate the necessary seed storability of soybean seeds with a large pengusangan techniques quickly.

Key word : germination power, fast pengusangan, seed storability of seed, and germination models.

PENDAHULUAN

Kedelai [*Glycine max* (L.) Merrill] merupakan bahan makanan pokok setelah padi karena sangat berperan dalam perbaikan mutu gizi masyarakat. Ketersediaan kedelai menjadi faktor yang cukup penting karena hampir 90 % digunakan sebagai bahan pangan dan olahan industri. Selain itu, kedelai juga merupakan tanaman palawija yang kaya akan protein yang memiliki arti penting sebagai sumber protein nabati untuk peningkatan gizi dan mengatasi penyakit kurang gizi seperti busung lapar. Dari sisi kesehatan, makanan

berbahan kedelai dapat dipakai juga sebagai penurun kolesterol darah yang dapat mencegah penyakit jantung, selain dapat berfungsi sebagai antioksidan dan pencegah penyakit kanker (Marwoto dkk., 2005)

Proyeksi kebutuhan kedelai ke depan akan meningkat seiring dengan kesadaran masyarakat tentang makanan sehat. Proyeksi kebutuhan kedelai pada tahun 2010 sebesar

2,41 juta ton, sedangkan proyeksi produksi dalam negeri hanya mencapai 1,15 juta ton dan kekurangannya diimpor sebesar 1,26 juta ton (Dirjen Tanaman Pangan,

2010). Untuk mencapai produksi tersebut maka dibutuhkan benih kedelai pada tahun 2010 diperkirakan mencapai 33,39 ribu ton benih, yang terdiri dari biji besar 16,5 ribu ton (49,4 %), biji sedang 15,39 ribu ton (46,1 %), dan biji kecil 1,5 ribu ton (4,5 %) (Muchlis dkk., 2008). Sedangkan pemakaian benih unggul bersertifikat pada tanaman kedelai pada saat ini kurang dari 10 % sehingga peluang agribisnis di sektor benih ini sangat menjanjikan.

Produksi dan mutu benih tanaman kedelai sangat dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan tumbuhnya. Faktor genetik merupakan identitas genetik benih yang murni dan mantap, sedangkan faktor lingkungan tumbuh sangat berperan selama pembentukan dan pemasakan biji sehingga akan mempengaruhi produksi dan mutu benih. Faktor lingkungan tumbuh yang berperan dalam mempengaruhi produksi dan mutu benih kedelai antara lain adalah unsur hara, temperatur, cahaya, curah hujan, dan kelembaban tanah (Harnowo, 2005).

Tindakan budidaya yang meliputi penggunaan jarak tanam tertentu dan pemberian unsur hara terutama pemberian pupuk fosfat sangat penting dalam meningkatkan produksi dan mutu benih yang tinggi. Produksi mempunyai fungsi hubungan dengan kerapatan

tanaman per satuan luas. Kerapatan tanaman merupakan fungsi dari jarak tanam. Fungsi tersebut mengakibatkan diperolehnya kerapatan tanaman yang optimal, sehingga pada kerapatan tanaman tersebut memberikan bobot dan mutu benih yang tinggi.

Unsur hara P merupakan unsur hara yang penting dan berkaitan dengan mutu benih kedelai. Pemberian hara fosfat dapat memacu pertumbuhan generatif sehingga dapat meningkatkan hasil biji per satuan luas dan mutu benih kedelai yang tinggi. Harnowo (2005) menyatakan bahwa hara fosfor disimpan paling banyak dalam biji

dan menentukan vigor benih kedelai. Dengan vigor benih yang baik maka potensi hidup semakin besar. Sejalan dengan hal tersebut, El-Beheidi (2008) menyatakan bahwa pemberian pupuk fosfat dapat meningkatkan vigor benih. Pada penelitian lain, Hasanah (2007) melaporkan bahwa pemupukan NPK dengan kombinasi yang serasi dapat meningkatkan daya simpan benih, toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan, dan ketahanan terhadap penyakit.

Dalam penelitian ini, jarak tanam dan pemupukan P sebagai faktor lingkungan diduga menjadi penyebab adanya perbedaan mutu dan daya simpan benih kedelai. Oleh karena itu, diperlukan model penduga daya simpan kedelai biji besar dengan pengusangan cepat sebagai teknologi penentu mutu benih.

Tujuan Penelitian :

1. Untuk menyeleksi dan menentukan konsentrasi etanol dan lama perendaman pada daya perkecambahan benih kedelai.
2. Mendapatkan model pendugaan daya simpan kedelai biji besar dengan pengusangan cepat sebagai teknologi penentu mutu benih.

METODE PENELITIAN

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tahap I ini dengan tujuan untuk menyeleksi dan menentukan konsentrasi etanol dan lama perendaman pada daya perkecambahan benih kedelai. Dalam tahap ini, semua kombinasi perlakuan konsentrasi dan lama perendaman diujikan terhadap benih kedelai yang diteliti dan kemudian dicatat hasil daya perkecambahan untuk setiap kombinasi perlakuan. Kombinasi perlakuan yang menghasilkan persentase perkecambahan tertinggi dipilih sebagai kombinasi

perlakuan yang digunakan untuk uji pengusangan cepat. Bagan alir penelitian Tahap I disajikan pada Gambar 2.

Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Benih dan Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Malang. Penelitian tersebut dilaksanakan pada bulan Oktober 2011 sampai dengan Januari 2012.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih yang berasal dari percobaan I, yaitu benih kedelai Varietas Argomulyo (Biji besar) yang ditanam di lapang yang diperlakukan dengan jarak tanam dan pemberian dosis pupuk P.

Sumber benih tersebut masing-masing dimasukkan ke dalam kantong plastik PEP 5 mm yang selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong semen untuk perlakuan daya tumbuh dengan teknik pengusangan cepat. Pasir hitam Lumajang sebagai media perkecambahan. Bahan yang lain adalah etanol 96 % sebagai senyawa pengusangan cepat.

Peralatan yang dipakai adalah tempat perkecambahan (*germinator*) berupa wadah aluminium, pinset, gelas ukur, higrometer,

dan peralatan laboratorium untuk perkecambahan lainnya.

Metode Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan ini adalah Rancangan Acak Lengkap dua faktor yang diulang 3 kali. Sebagai faktor pertama adalah konsentrasi etanol (K) yang terdiri dari 7 level, yaitu :

K0 : 0 %
K1 : 1 %
K2 : 2 %
K3 : 3 %
K4 : 4 %
K5 : 5 %
K6 : 6 %
K7 : 7 %

Sebagai faktor kedua adalah lama perendaman (L) yang terdiri dari 3 level, yaitu :

L1 : 1 jam
L2 : 2 Jam
L3 : 3 Jam

Dari kedua faktor tersebut didapat $8 \times 3 = 24$ kombinasi perlakuan yang diulang tiga kali sehingga seluruhnya didapat $24 \times 3 = 72$ petak perlakuan.

Kombinasi perlakuan tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan

Konsentrasi Ethanol (K)	Lama Perendaman (L)		
	L1	L2	L3
K0	K0L1	K0L2	K0L3
K1	K1L1	K1L2	K1L3
K2	K2L1	K2L2	K2L3
K3	K3L1	K3L2	K3L3
K4	K4L1	K4L2	K4L3
K5	K5L1	K5L2	K5L3
K6	K6L1	K6L2	K6L3
K7	K7L1	K7L2	K7L3

Model linier aditif rancangan gabungan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + K_i + L_j + (KL)_{ij} + \sigma_{ijk}$$

$i = (1;2;3;4;5;6;7); j = (1;2;3); k = (1;2;3)$

Dimana :

Y_{ijk} = Nilai pengamatan karena pengaruh faktor K taraf ke-i dan faktor L taraf ke-j pada ulangan ke-k

μ = Nilai tengah umum

B_k = Pengaruh blok atau ulangan ke-k

K_i = Pengaruh konsentrasi ethanol pada taraf ke-i

L_j = Pengaruh lama perendaman pada taraf ke-j

$(VJ)_{ij}$ = Pengaruh interaksi konsentrasi ethanol K ke-i dan lama perendaman L ke-j

ϵ_{ijk} = Pengaruh sisa untuk anak petak atau pengaruh sisa karena pengaruh konsentrasi ethanol ke-i dan lama perendaman ke-j pada blok ke -k

Seleksi Benih dengan Teknik Pengusangan Cepat

Dari hasil penelitian didapatkan kombinasi konsentrasi dan lama waktu perendaman yang tepat untuk menyeleksi daya perkecambahan benih unggul kedelai biji besar sebagai fungsi jarak tanam dan pemberian dosis pupuk P. Selanjutnya dilakukan seleksi daya perkecambahan benih unggul kedelai biji besar sebagai fungsi jarak tanam dan pemberian dosis pupuk P dengan teknik pengusangan cepat.

Cara Analisis Data

Data dari pengamatan daya perkecambahan benih unggul biji besar dengan konsentrasi ethanol dan lama perendaman pada teknik pengusangan cepat dianalisis dengan statistik dengan analisis ragam univariat untuk melihat

keragamannya. Dan untuk mengetahui perbedaan perlakuan dilakukan uji lanjut berupa uji beda rata-rata dengan uji Beda Nyata Tukey (BNT 5 %). Selanjutnya dilakukan analisis ragam pada asal benih biji besar sebagai fungsi jarak tanam dan pemberian dosis pupuk P. Dan untuk mengetahui perbedaan perlakuan dilakukan uji lanjut berupa uji beda rata-rata dengan uji Beda Nyata Tukey (BNT 5 %).

Tahap II : Model Pendugaan Daya Simpan Kedelai Biji Besar dengan Pengusangan Cepat Sebagai Teknologi Penentu Mutu Benih.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tahap II ini dengan tujuan untuk menentukan model pendugaan daya simpan benih kedelai biji besar dengan teknik pengusangan cepat sebagai teknologi penentu mutu benih. Dalam penelitian Tahap II ini diuji daya perkecambahan lama simpan. Lama simpan yang diuji daya kecambahnya meliputi penyimpanan 1 bulan, 3 bulan, 5 bulan, dan 7 bulan. Bagan alir penelitian Tahap II disajikan pada Gambar 2.

Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Benih dan Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Malang. Penelitian tersebut dilaksanakan pada Oktober 2011 sampai dengan Mei 2012.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih yang berasal dari percobaan I, yaitu benih kedelai Varietas Argomulyo (Biji besar) yang ditanam di lapang yang diperlakukan dengan jarak tanam dan pemberian dosis pupuk P. Sumber benih tersebut masing-masing

dimasukkan ke dalam kantong plastik PEP 5 mm yang selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong semen untuk perlakuan daya tumbuh dengan teknik pengusangan cepat. Pasir hitam Lumajang sebagai media perkecambahan. Bahan yang lain adalah etanol 96 % sebagai senyawa pengusangan cepat.

Peralatan yang dipakai adalah tempat perkecambahan (*germinator*) berupa wadah aluminium, pinset, gelas ukur, higrometer, dan peralatan laboratorium untuk perkecambahan lainnya.

Metode Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada masing-masing lama simpan 1 bulan, 3 bulan, 5 bulan, dan 7 bulan ini adalah Rancangan Acak Lengkap sederhana yang diulang 3 kali. Sehingga didapat 36 kombinasi perlakuan.

Pelaksanaan Percobaan

Penelitian daya tumbuh atau persentase perkecambahan dengan periode lama simpan meliputi penyimpanan 1 bulan, 3 bulan, 5 bulan, dan 7 bulan. Adapun pelaksanaan masing-masing periode lama simpan adalah sebagai berikut :

Pada bulan pertama setelah penyimpanan diambil benih dari percobaan I sebanyak 80 butir sesuai dengan perlakuan dan ulangan masing-masing. Dengan demikian disiapkan benih 80 butir dari 36 kombinasi perlakuan. Masing-masing benih tersebut diambil secara acak. Setelah itu, ditanam pada baki perkecambahan dengan media pasir hitam dengan kelembaban kapasitas lapang.

Pengamatan daya tumbuh atau persentase perkecambahan dilakukan pada hari ke-8 setelah tanam. Selanjutnya diihitung benih yang tumbuh normal pada 36 kombinasi perlakuan. Demikian pula untuk periode lama simpan 3 bulan, 5 bulan dan 7 bulan dilakukan pengujian daya

perkecambahan yang sama seperti yang dilakukan pada lama periode lama simpan 1 bulan.

Cara Analisis Data

Dari data daya tumbuh kecamah lama simpan 1 bulan, 3 bulan, 5 bulan, dan 7 bulan dilakukan pemodelan daya perkecambahan. Setelah dilakukan pemodelan perkecambahan maka dilakukan uji untuk melihat pengaruh faktor lingkungan berupa jarak tanam dan pemberian dosis pupuk P terhadap mutu benih kedelai biji besar..

Selanjutnya dilakukan pemodelan pengaruh lingkungan berupa kerapatan tanam dan dosis pupuk P untuk melihat penurunan daya perkecambahan. Dari pemodelan daya kecamah dapat dilihat penurunan daya tumbuh penyimpanan berhubungan dengan ukuran benih sebagai faktor lingkungan berupa kerapatan tanam serta dosis pupuk P.

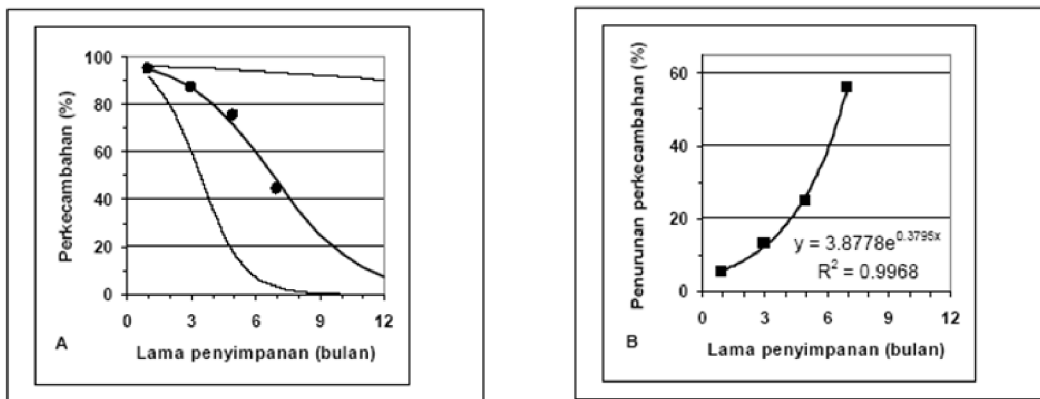
Daya tumbuh pada pengusangan cepat rentang konsentrasi 1 % sampai dengan 7 % dicari persamaan kurvanya. Demikian pula dengan daya tumbuh lama simpan. Dari dua kurva persamaan tersebut dilakukan perbandingan atau kesetaraan sehingga didapatkan persamaan nilai kesetaraan antara konsentrasi ethanol dengan lama simpan. Dari kedua persamaan tersebut didapat model pendugaan daya simpan kedelai biji besar sebagai teknologi penguji mutu benih. Selain itu dengan konsentrasi ethanol dan lama perendaman tertentu dapat digunakan sebagai penyeleksi daya kecamah benih kedelai biji besar sebagai fungsi jarak tanam dan pemberian dosis pupuk P. Kemudian, juga dilakukan analisis statistik dengan uji korelasi Spearman's untuk melihat hubungan antara daya kecamah lama simpan alamiah 1 bulan, 3 bulan, 5 bulan, dan 7 bulan dengan daya kecamah cara pengusangan cepat larutan ethanol dengan perendaman sehingga teknik pengusangan cepat dapat digunakan

sebagai penduga daya simpan benih kedelai biji besar (Djarwanto, 1981).

Data dari pengamatan daya berkecambah dengan teknik pengusangan cepat dan periode lama simpan alamiah dari masing-masing lama waktu penyimpanan 1 bulan, 3 bulan, 5 bulan, dan 7 bulan dilakukan analisis dengan analisis ragam univariat untuk melihat keragamannya. Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan nilai rata-rata perlakuan dilakukan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Tukey (BNT 5 %).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu Benih



Gambar 1. Rerata tingkat perkecambahan benih kedelai (A), dan tingkat penurunan perkecambahan dari tingkat maksimum (100%) (B) sebagai fungsi dari lama penyimpanan benih.

Garis pada gambar adalah estimasi dengan model, dan pada Gambar A, garis tebal didasarkan atas data dan kedua garis tipis adalah skenario untuk kondisi ideal yang diharapkan dan kondisi yang lebih buruk dari kondisi penelitian.

Kendali Genetik dan Lingkungan

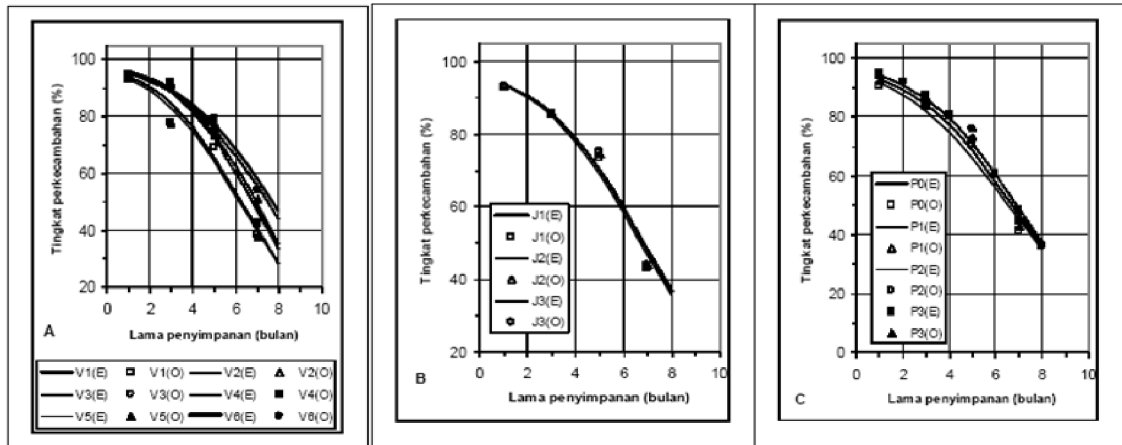
Pengaruh genetik (varietas) pada mutu benih yang dapat diamati pada benih disimpan selama 5 dan 7 bulan berhubungan dengan ukuran benih. Penurunan mutu benih selama penyimpanan terjadi lebih perlahan pada biji yang berukuran kecil atau ukuran benih kedelai yang kecil lebih tahan lama

Penerapan model (3) pada data hasil pengamatan disajikan pada Gambar 1A. Gambar 1A memperlihatkan bahwa asumsi tentang tingkat substrat S dan kesehatan metabolik M sebagai faktor yang menentukan tingkat perkecambahan cukup baik untuk menggambarkan hasil penelitian. Skenario mutu benih ideal (tingkat daya kecambah tinggi yang dapat dipertahankan dalam waktu yang lama), dan yang lebih buruk dari mutu benih pada penelitian juga ditunjukkan sebagai suatu perbandingan.

disimpan dari benih kedelai yang berukuran besar (Gambar 2A).

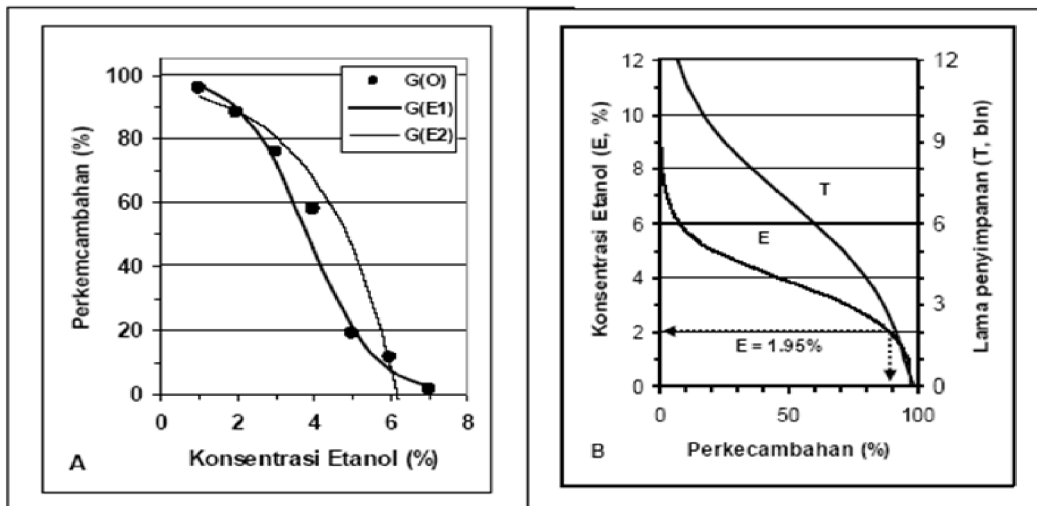
Sebaliknya perbedaan yang nyata tidak dijumpai antara varietas dengan ukuran biji yang sama sehingga kendali genetik pada mutu benih nampaknya bekerja melalui ukuran benih.

Faktor lingkungan dari tanaman sumber benih selama pertumbuhan juga nampak berpengaruh pada mutu benih. Keadaan yang meningkatkan faktor pertumbuhan yang semakin banyak tersedia seperti jarak tanam yang semakin lebar dan penyediaan unsur fosfor yang semakin tinggi dapat mengurangi penurunan mutu benih saat penyimpanan atau tahan disimpan lama (Gambar 2B & C).



Gambar 2. Tingkat perkecambahan benih kedelai sebagai fungsi dari lama penyimpanan. Perbedaan antara varietas yang berbiji besar (V1 = Burangrang & V2 = Argomulyo), sedang (V3 = Kaba & V4 = Wilis), dan kecil (V5 = Seulawah & V6 = Tidar) (A), Jarak tanam (J1 = 40 cm x 10 cm, J2 = 40 cm x 20 cm & 40 cm x 30 cm) (B), dan antara dosis pupuk fosfor (P0 = 0, P1 = 18, P2 = 36 & P3 = 54 kg P2O5/ha) (C)

Uji Daya Kecambah



Gambar 3. Rerata tingkat perkecambahan benih kedelai konsentrasi etahanol (A), dan penentuan perkecambahan lama penyimpanan terhadap konsentrasi etanol (B) sebagai fungsi dari lama penyimpanan benih.

Persamaan kurva perkecambahan lama penyimpanan terhadap waktu adalah sebagai berikut:

$$G = 100 - \frac{G_{Max}}{1 + \alpha \cdot EXP(\beta T)}$$

Sedangkan kurva perkecambahan konsentrasi etanol adalah sebagai berikut

$$G = 100 - \frac{G_{Max}}{1 + \phi \cdot EXP(\phi E)}$$

Dengan demikian kurva hasil perbandingan atau kesetaraan antara perkecambahan konsentrasi etanol dengan perkecambahan lama penyimpanan adalah sebagai berikut :

$$E = \left(\frac{1}{-1.16} \right) \ln \left\{ \left(\frac{1}{86.1} \right) \left[\frac{100}{(100 - G)} - 1 \right] \right\}$$

Daya Tumbuh Pengusangan Cepat dan Lama Simpan

Pengusangan Cepat

Analisis ragam untuk daya kecambah menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara perlakuan jarak tanam, dan dosis pupuk P. Nilai rata-rata jarak tanam, dan dosis pupuk P. terdapat pada **Tabel 1**.

Daya kecambah tertinggi pada perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk P terdapat pada J1P3, yaitu pada jarak tanam 40 x 10 cm (J1) dengan dosis 54 P2O5 atau 150 kg/ha pupuk SP-36. Sedangkan daya kecambah terendah terdapat pada kombinasi perlakuan J3P3, yaitu dengan jarak tanam 40 x 30 cm (J3) dengan dosis 54 P2O5 atau 150 kg/ha pupuk SP-36.

Tampak bahwa bahwa varietas Tidar yang memiliki biji kecil yang ditanam dengan jarak tanam rapat dan dipupuk P dosis tinggi menunjukkan viabilitas benih yang rendah. Mugnisjah dan Nakamura (1986); dan Human dkk., (2002), menyatakan bahwa biji kedelai berukuran kecil mempunyai viabilitas lebih tinggi dan perkecambahan yang lebih cepat dibandingkan dengan biji kedelai berukuran besar. Dengan demikian biji berukuran kecil memiliki keuntungan pada perkecambahan yang lebih awal dibandingkan biji berukuran besar. Dengan teknik pengusangan cepat maka viabilitas yang ditunjukkan oleh daya kecambah dapat dilihat lebih cepat, dan lam a penyimpanan dapat diramalkan.

Tabel 1. Pengaruh Pupuk P dan Jarak tanam Terhadap Persentase Perkecambahan Benih (%) dengan Pengusangan Cepat pada Varietas biji Besar Argomulyo

Kombinasi Perlakuan	Persentase perkecambahan (Arcsin $\sqrt{\%}$)
J1P0	8,15 ab
J1P1	10,08 bc
J1P2	10,57 c
J1P3	10,82 c
J2P0	8,13 ab
J2P1	8,39 ab
J2P2	8,63 b
J2P3	11,30 c
J3P0	8,39 b
J3P1	10,32 bc
J3P2	11,30 c
J3P3	10,32 bc

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama pada faktor (pengamatan) yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %.

Mugnisjah dan Nakamura (1986) dan Hernande (1987) mengemukakan bahwa pada benih kapas pada kondisi tercekam (stress) akibat etanol atau metanol menimbulkan efek menyerupai efek yang ditimbulkan oleh kondisi stress akibat kelembaban dan suhu tinggi. Oleh karena

itu, etanol dapat digunakan sebagai alat penentu mutu benih dengan melihat kemampuan daya kecambah. Cook dkk. (1993) menunjukkan bahwa benih pada kondisi tercekam akibat etanol bisa digunakan untuk menciptakan kondisi deteriorasi atau kemunduran yang disengaja terhadap benih

kenaf. Dengan demikian menaruh benih ke dalam etanol pada konsentrasi tertentu dapat menjadi sebuah alat bantu seleksi yang berguna untuk menentukan daya vigor benih.

Pengaruh pemupukan P terhadap daya perkecambahan pada benih kedelai dengan pengusangan cepat varietas Burangrang berbeda pada kondisi jarak tanam yang berbeda. Pada jarak tanam 40 x 10 (J1), pemupukan 0 kg/ha P₂O₅ (P0) menghasilkan daya perkecambahan benih yang paling rendah. Sedangkan pada kondisi jarak tanam 40 x 30 cm (J3) dan pupuk yang tinggi, yaitu 54 kg/ha P₂O₅ (P3) menghasilkan daya perkecambahan benih yang tinggi. Pengaruh pemupukan P terhadap daya serap air pada benih varietas Argomulyo juga berbeda pada kondisi jarak tanam berbeda (Tabel 1)

Lama Simpan

Lama Simpan Satu (1) Bulan

Tabel 2. Nilai rata-rata persentase perkecambahan perlakuan masing-masing jarak tanam, dan dosis pupuk P pada periode lama simpan 1 bulan pada Varietas biji Besar Argomulyo

Perlakuan	Persentase Perkecambahan lama simpan 1 bulan (Arcsin $\sqrt{\text{ %}}$)
Jarak Tanam	
40 x 10	72,57 a
40 x 20	72,71 a
40 x 30	72,89 a
BNT 5 %	0,64
Dosis P₂O₅	
0 kg/ha	70,00 ab
18 kg/ha	70,26 ab
36 kg/ha	73,99 ab
54 kg/ha	77,26 c
BNT 5 %	0,51

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama pada faktor yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %.

Lama Simpan Tiga (3) Bulan

Persentase perkecambahan lama simpan 3 bulan dari hasil analisis ragam tidak terdapat interaksi yang nyata antara

Analisis ragam pada periode lama simpan 1 bulan menunjukkan tidak adanya interaksi yang nyata antara perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk P. Pengaruh perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk P terhadap persentase perkecambahan lama simpan 1 bulan terdapat pada **Tabel 2**.

Daya kecambah tertinggi pada lama penyimpanan 1 bulan terlihat pada kombinasi perlakuan V2P3, yaitu kedelai berbiji besar varietas Argomulyo pada dosis pupuk 54 kg P₂O₅ per hektar. Pada lama simpan 1 bulan, varietas Burangrang memiliki viabilitas atau daya tumbuh yang terbaik dibandingkan varietas lain yang berbiji lebih kecil. Stanton (1984) mengemukakan bahwa varietas kedelai berbiji besar memiliki keuntungan lebih besar dibandingkan dengan varietas berbiji kecil, namun varietas kedelai berbiji besar memiliki kerugian tidak dapat disimpan dalam jangka waktu lama.

perlakuan. Terdapat pengaruh masing-masing perlakuan secara nyata oleh perlakuan varietas, jarak tanam, dan dosis pupuk P. Nilai rata-rata persentase perkecambahan lama simpan 3 bulan akibat

pengaruh masing-masing perlakuan varietas, jarak tanam, dan dosis pupuk P terdapat pada **Tabel 3.**

Pengaruh masing-masing perlakuan untuk perlakuan varietas tertinggi terdapat pada varietas Tidar (V6). dan untuk perlakuan dosis pupuk P terdapat pada dosis 54 kg/ha P₂O₅ (P3). Sedangkan nilai terendah untuk perlakuan varietas terdapat pada varietas Burangrang dan untuk pupuk P terdapat pada dosis 0 kg/ha P₂O₅ (P0).

Persentase perkecambahan varietas berbiji besar varietas Argomulyo lebih rendah dibandingkan benih kedelai dari varietas berukuran kecil, yaitu varietas Seulawah dan varietas Tidar. Perbedaan daya tumbuh ini disebabkan varietas berbiji

besar permukaan benihnya lebih luas dibandingkan varietas berbiji kecil. Varietas yang benihnya lebih luas permukaannya maka daya serap atau imbibisi air dan gas lainnya akan lebih besar. Air dan gas-gas yang lain lebih besar masuk ke dalam benih sehingga akan menurunkan viabilitas benih yang ditunjukkan oleh daya perkecambahan.

Chen dkk. (1991) menyatakan bahwa varietas berbiji kecil pada kedelai edamame mempunyai daya perkecambahan yang lebih baik dibandingkan dengan varietas edamame yang berbiji besar apabila mengalami lama penyimpanan. Hasil ini menunjukkan hal yang sama pada daya perkecambahan dengan menggunakan teknik pengusangan cepat.

Tabel 3. Nilai rata-rata persentase perkecambahan perlakuan masing-masing varietas, jarak tanam, dan dosis pupuk P pada periode lama simpan 3 bulan

Perlakuan	Persentase Perkecambahan lama simpan 3 bulan (Arcsin $\sqrt{\%}$)
Jarak Tanam	
40 x 10	65,57 a
40 x 20	65,71 a
40 x 30	65,89 a
BNT 5 %	0,64
Dosis P₂O₅	
0 kg/ha	63,15 a
18 kg/ha	65,62 b
36 kg/ha	66,57 c
54 kg/ha	67,58 d
BNT 5 %	0,51

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama pada faktor yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %.

Lama Simpan Lima (5) Bulan

Daya perkecambahan lama simpan 5 bulan dari hasil analisis ragam tidak terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan. Terdapat pengaruh masing-masing perlakuan secara nyata oleh perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk P₂O₅. Nilai rata-rata persentase perkecambahan lama simpan 5 bulan untuk enam tiga macam jarak tanam dan empat taraf dosis pupuk P terdapat pada **Tabel 4.**

Pengaruh masing-masing perlakuan untuk perlakuan varietas tertinggi terdapat pada perlakuan jarak tanam 40 x 30 cm (J3) dosis pupuk P terdapat pada dosis 54 kg/ha P₂O₅ (P3). Sedangkan nilai terendah untuk perlakuan varietas terdapat pada untuk jarak tanam 40x10 cm (J1) .dan untuk pupuk P terdapat pada dosis 0 kg/ha P₂O₅ (P0).

Sutopo (2004), menyatakan bahwa benih kedelai merupakan salah satu tanaman yang sukar mempertahankan viabilitasnya selama penyimpanan, terutama pada kondisi di daerah tropis. Benih kedelai dengan

kandungan air 14 % tidak tahan disimpan lebih lama dari tiga bulan pada temperature udara 300 C. Kartasapoetra (2003) menyatakan bahwa kevigoran benih pada saat mulai disimpan sangat

mempengaruhi kadar air benih awal saat disimpan. Semakin tinggi vigor benih dan kadar air awal pada saat disimpan yang rendah (8-10%), maka daya simpan akan semakin lama.

Tabel 4. Nilai Rata-rata Persentase Perkecambahan Lama Simpan 5 Bulan untuk 3 Macam Jarak tanam dan 4 Taraf Pemupukan P.

Perlakuan	Persentase Perkecambahan Lama simpan 5 bulan (%)
Jarak Tanam	
40 x 10	74,34 a
40 x 20	75,64 b
40 x 30	76,42 b
BNT 5 %	1,04
Dosis P₂O₅	
0 kg/ha	72.03 a
18 kg/ha	74.65 b
36 kg/ha	77.57 c
54 kg/ha	77.61 c
BNT 5 %	0,95

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama pada faktor yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %.

Lama Simpan Tujuh (7) Bulan

Analisis ragam pada lama simpan 7 bulan untuk daya kecambah tidak menunjukkan adanya interaksi yang nyata antara perlakuan. Daya kecambah pada lama simpan 7 bulan akibat pengaruh masing-masing perlakuan jarak tanam, dan dosis pupuk P terdapat pada **Tabel 5**.

Daya kecambah tertinggi terdapat pada varietas dosis pupuk 36 kg/ha P₂O₅ (P₂). Sedangkan daya kecambah terendah terdapat pada tanpa pupuk P. Ismail dkk. (2000) mendapatkan bahwa mutu benih kedelai dan lama penyimpanan dipengaruhi oleh cara budidaya pada kedelaivarietas Wilis (berbiji ukuran sedang). Daya kecambah yang tinggi 81% dapat dipertahankan selama disimpan selama 5 bulan.

Tabel 5. Nilai rata-rata persentase perkecambahan jarak tanam dan dosis pupuk fosfat lama simpan 7 bulan

Perlakuan	Persentase Perkecambahan Lama Simpan 7 bulan
Jarak Tanam	
40 x 10	43,94 a
40 x 20	44,58 b
40 x 30	44,54 b
BNT 5 %	0,88
Dosis P₂O₅	
0 kg/ha	41,85 a
18 kg/ha	43,45 b
36 kg/ha	45,73 c
54 kg/ha	45,72 c
BNT 5 %	1,00

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama pada faktor yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %.

Hubungan Pengusangan Cepat dengan Lama Simpan

Terdapat korelasi antara teknik pengusangan cepat dengan lama simpan 1, 3, 5, 7 bulan (**Tabel 6**). Dengan menggunakan korelasi daya tumbuh dengan menggunakan pengusangan cepat dan daya tumbuh dengan periode lama simpan, yang dihitung dengan metode korelasi Spearman's.

Berdasarkan korelasi Spearman's maka didapatkan korelasi pada pengusangan cepat dengan lama simpan 1, 3, 5, dan 7 bulan yang sangat nyata. Dengan terdapatnya korelasi antara pengusangan cepat dengan lama simpan benih kedelai maka pengusangan cepat dapat digunakan untuk menduga dan menyeleksi daya perkecambahan benih yang disimpan dengan kadar air awal tertentu.

Tabel 6. Koefisien Korelasi antara Pengusangan Cepat (PC) dengan Lama Simpan 1, 3, 5, dan 7 Bulan uji Spearman's

Perlakuan	Koefisien Korelasi (ρ)	Keterangan
PCx Lama Simpan 1 bulan	0,33	Sangat nyata
PCx Lama Simpan 3 bulan	0,63	Sangat nyata
PCx Lama Simpan 5 bulan	0,59	Sangat nyata
PCx Lama Simpan 7 bulan	0,57	Sangat nyata

Pada percobaan ini senyawa yang digunakan untuk pengusangan cepat adalah ethanol dengan konsentrasi 5 % yang direndam selama 1 jam. Ethanol termasuk senyawa beracun yang dapat menghambat proses pertumbuhan.

Harnowo (2005) menunjukkan bahwa penyimpanan benih kedelai pada kondisi anaerob menyebabkan peningkatan ethanol di dalam benih yang berkorelasi negatif terhadap daya berkecambah. Hasil penelitian Pian (1981) menunjukkan bahwa pada benih jagung yang diperlakukan dengan uap ethanol dalam benih dan makin lama benih diperlakukan dengan ethanol akan semakin tinggi kadar ethanol dalam benih. Disamping itu, disimpulkan pula bahwa kemunduran benih oleh larutan ethanol analog dengan kemunduran benih secara alami sehingga metode pengusangan dengan perlakuan ethanol dapat digunakan untuk menduga daya simpan benih.

Hubungan Daya Kecambah dengan Daya Serap Air, Tebal Kulit Benih, dan Luas

Permukaan Benih

Hasil analisis korelasi (**Tabel 7**) menunjukkan bahwa tebal kulit benih tidak berkorelasi dengan luas permukaan benih. Tebal kulit juga tidak berkorelasi dengan daya serap air. Tebal kulit tidak berkorelasi dengan daya kecambah. Dengan demikian tebal kulit benih kedelai tidak berpengaruh terhadap daya simpan benih kedelai lama simpan 7 bulan.

Luas permukaan berkorelasi positif dengan daya serap air. Daya serap air berkorelasi negatif dengan daya kecambah 7 bulan sehingga mengakibatkan benih cepat mengalami kemunduran daya tumbuhnya. Dengan cepatnya benih mengalami kemunduran maka daya simpan benih semakin rendah.

Luas permukaan berkorelasi negatif dengan daya kecambah 7 bulan. Daya serap air berkorelasi negatif dengan daya kecambah 7 bulan. Dengan demikian luas permukaan berpengaruh terhadap lama daya simpan. Jadi, Semakin besar ukuran benih maka semakin luas permukaan benih sehingga semakin tinggi daya serap air mengakibatkan semakin rendah daya simpan benih.

Tabel 7. Korelasi Daya Kecambah dengan Daya Serap Air, Tebal Kulit, dan Luas Permukaan Benih.

	Tebal Kulit	Luas Permukaan	Daya Serap Air	Daya Kecambah
Tebal Kulit	-	- 0,124 ^{tn}	0,221 ^{tn}	0,186 ^{tn}
Luas Permukaan		-	0,627**	-0,847**
Daya Serap Air			-	-0,441**
Daya Kecambah				-

Keterangan : ** = Sangat nyata
tn = Tidak nyata

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis pembahasan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kedelai yang memiliki ukuran benih besar memiliki laju penurunan daya kecambah lebih cepat dari kedelai yang ukuran biji lebih kecil.
2. Benih kedelai yang ukuran bijinya lebih besar lebih responsif terhadap pemupukan P dari pada kedelai yang memiliki ukuran biji kecil, dan guna mendapatkan bobot benih yang tinggi kedelai biji kecil ditanam pada jarak tanam rapat dengan dosis pupuk P yang tinggi, sedang kedelai biji besar dengan dosis pupuk P yang sama ditanam pada jarak tanam yang lebih longgar.
3. Daya kecambah benih kedelai dipengaruhi oleh fisik benih (luas permukaan kulit biji dan daya serap air) dan nutrisi biji (kandungan glukosa dan protein biji).
4. Pada pengusangan cepat (ethanol dengan konsentrasi 5 % yang direndam selama 1 jam), daya kecambah tertinggi pada perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk P terdapat pada J1P3, yaitu pada jarak tanam 40 x 10 cm (J1) dengan dosis 54 P2O5 atau 150 kg/ha pupuk SP-36. Sedangkan daya kecambah terendah terdapat pada kombinasi perlakuan J3P3, yaitu dengan jarak tanam 40 x 30 cm (J3) dengan

dosis 54 P2O5 atau 150 kg/ha pupuk SP-36.

5. Model pendugaan pengusangan benih dengan menggunakan etanol dapat digunakan untuk menduga daya simpan benih kedelai, sebagai berikut:

$$E = \left(\frac{1}{-1.16} \right) \ln \left\{ \left(\frac{1}{86.1} \right) \left[\frac{100}{(100 - G)} - 1 \right] \right\}$$

6. Penurunan mutu benih selama penyimpanan terjadi lebih perlahan pada biji yang berukuran kecil atau ukuran benih kedelai yang kecil lebih tahan lama disimpan dari benih kedelai yang berukuran besar
7. Luas permukaan benih dan daya serap air benih kedelai dari hasil analisis ragam terdapat interaksi yang nyata antara jarak tanam dan dosis pupuk P.
8. Luas permukaan berkorelasi positif dengan daya serap air. Daya serap air berkorelasi negatif dengan daya kecambah 7 bulan sehingga mengakibatkan benih cepat mengalami kemunduran daya tumbuhnya. Dengan cepatnya benih mengalami kemunduran maka daya simpan benih semakin rendah.
9. Kandungan senyawa fosfor menunjukkan terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk P.
10. Perlakuan jarak tanam dan dosis pupuk P berpengaruh terhadap fisik benih kedelai berupa luas permukaan dan daya serap air.

Saran:

1. Guna memperoleh bobot biji kedelai per ha yang tinggi pada kedelai varietas kedelai berukuran biji kecil disarankan ditanam dengan populasi dan pemupukan P yang tinggi. Sebaliknya, varietas kedelai berukuran biji besar ditanam dengan populasi yang lebih rendah dengan dosis pupuk P yang tinggi.
2. Benih yang akan disimpan disarankan diduga daya simpannya dengan menggunakan teknologi pengusangan sehingga dapat ditentukan lama penyimpanannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. dan R. Wudianto. 2004. *Meningkatkan Hasil Panen Kedelai di lahan sawah- kering-pasang surut*. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Adisarwanto, T. 2005. *Kedelai . Budi daya Dengan Pemupukan yang Efektif dan Pengoptimalkan Peran Bintil Akar*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Agustina, L. 1989. *Dasar-Dasar Analisis Tumbuh Tanaman*. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Malang.
- Baalbaki, R.Z. and L.O. Leopold. 2001. *Seed Size, Density, and Protein Content Effect on Field Performance of Wheat*. *Seed Sci. & Technol.*, 25: 511-521.
- Bewley, J.D. and M. Black. 2006. *Seeds : Physiology of Development and Germination*. Plenum Press. New York and London.
- Bhatia, V.S. 2004. *Seed Longevity as Affected By Field Weathering and its Association with Seed and Pod Characteristics in Soybean*. *Seed Res.*, 24: 82-87.
- Bostoni, D.A. dan I.V. Sutarto. 1998. *Pengaruh Jarak Tanam serta Pemupukan N Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Varietas Kacang Tanah*. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian Bogor, Bogor.
- Bowers, G.R., J.L.Rabb., L.O. Ashlock, and J.B. Santini. 2000. *Row Spacing in The Early Soybean Production System*. *Agron. J.* 92 : 524-531.
- Brinkman, M.A. 2002. *Performance of Oat Plants Grown from Primary and Secondary Kernels*. *Can. J. Plant Sci.*, 59 : 931-937.
- Byrd, H.W., and J.C. Delouche. 2001. *Deterioration of Soybean Seed in Storage*. *Proc. Assoc. Official Seed Anal.* 61 : 41-57.
- Burgees, R.W. and A.A. Powell. 2001. *Evidence of Repair Process in The Invigoration of Seeds by Hydration*. *Ann. Bot.*, 53:753-757.
- Cober, E.R. Voldeng, H.D. and J.A. Fregean-Reid. 2001. *Principle of Seed Science and Technology (3rd Edition)*. McMillan Publ.Co. New York.
- Cook, M., Kole, S.N. and K. Gupta. 2003. *Biochemical Changes in Safflower (Cartamus tinctorius) Seed Under Accelerated ageing*. *Seed Science and Technol.* 10: 47-54.
- Chachalis, D. and M.L. Smith. 2005. *Imbibition Behavior Of Soybean (Glycine max (L.) Merrill) Accession With Difference Testa Characteristics*. *Seed Sci and Technol.*, 28:321-331.

- Datta, S.C., Evanari, M., and Y. Gutterman. 1992. *Photoperiodic and Temperature Response of Plants Derived from Variuos Heteroblastic, Caryopes of Aegilos ovata L.* J. Indian Bot. Soc., 50A: 546-559.
- Delouche, J.C. and C.C. Baskin. 2000. *Accelerated Aging Tehnique for Predicting The Relative Storability of seed Lots.* *Seed Sci. and Technol.* I: 427-452.
- Dirjen Tanaman Pangan. 2010. *Kebijakan dan Strategi Pengembangan Kedelai dan Ubi Kayu untuk Mencapai Swasembada Bahan Baku Pangan dan Energi.* Seminar Gelar Teknologi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, 9-10 November 2009. Malang.
- Djarwanto, P.S. 1981. *Statistik Nonparametrik.* BPFE, Yogyakarta.
- Djauhari, S.S., Susanto, S.S. Mawardi, S. Suharti, Bambang DPPI. 2003. *Kedelai Deskripsi, Budidaya, dan Sertifikasi Benih.* Dinas Pertanian Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Pangan dan Hortikultura Jawa Timur.
- Dornbos Jr., D.L. Mullen, R.E. and R.M. Shibles. 1999. *Drought Stress Effect During Seed Fill on Soybean Seeds at Five Reproductive Growth Stages.* *Crop Sci.*, 26: 624-630
- Dombos, Jr., D.L. and R.E. Mullen. 2001. *Influence of Stress During Soybean Seed Fill on Seed Weight, Germination, and Seedling Growth Rate.* *Can. J. Plant Sci.*, 71: 373-383.
- Egli, D.B. TeKrony, D.M., and R.A. Wiralaga. 2000. *Effect of Soybean Seed Vigor and Size on Seedling Growth.* *J. Seed Technologi (JOST)*, 14: 1-12.
- El-Beheidi, M.A., Alla, T.M., Abd. El-Mansi, A.A., and A.M. Hewedy. 2008. *Response of Cucumber Growth and Seed Production to Phosphorus and Ethrel Application.* *Seed abst.*, 4: 35.
- Ellis, S. Adriel Gamy, Lee Schweitzer, and Sherry Hanning. 2006. *Seed Quality Testing of Native Species.* In. *Jurnal Native Plants* 5 th. : 1-14.
- Ellis, R.H., T.D. Hong, and MT Jackson. 2003. *Desiccation Tolerance and Potential Longevity of Developing Seeds of Rice (Oriza sativa L.) ann.* *Bot.*, 72: 583-590.
- Ellis, R.H., M. Black, A.J. Murdoch, T.D. Hong. 2006. *Basic and Applied Aspects of Seed Biology. Proceeding of the Fifth International Workshop on Seed, Reading.* 1995. Kluwer Academic Publishers. London.
- Fenner, M. 2002. *Enviromental Influence on Seed Size and Composition.* *J. Hort. Rev.*, 13 : 183- 213.
- Filho, M. and Salvador Barros. 1999. *Accelerated Aging of Melon Seed.* In. *Science Agricola.* Vol. 60 No.1. : 15-20.
- Gardner, F.P., R.B. Paerce, and R.L. Mitchell. 1991. *Physiology of Crop Plants.* Iowa State University Press. Ames.
- Godde, D. 1999. *Adaption of the Photosynthetic Apparatus to Stress Condition.* P.449-475. In H.R. Lerner (ed) *Plant Responses to Enviromental Stresses.* Maecel Dekker, Inc., New York.

- Gross, K.L. 2004. *Effect of Seed Size on Growth Form and Seedling Establishment of Six Monocarpic Perennial Plants*. J. Ecol. 72: 369-387.
- Gutterman, Y. 2002. Maternal Effects on Seeds During Development. P. 27-59. In M. Fenner (ed). *Seeds : The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. Redwood Press Ltd., Melksham, UK.
- Hasanah, M. 2007. *Peran Mutu Fisiologik Benih dan Pengembangan Industri Benih Tanaman Industri*. Jurnal Litbang Pertanian, 21(3): 4-91.
- Hasanah, M., Darwati, dan H. Rahayu, 2004. *Pengaruh Tingkat Kemasakan dan Ukuran Buah Terhadap Viabilitas Benih Ketumbar (Coriandrum sativum L.)* Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 9 (1) : 46 – 51.
- Hasanah, M. 2002. *Pengaruh Pemupukan Terhadap Mutu Benih Rosela*. Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri 7 (41): 49-54.
- Harnowo, D. 2005. *Effect of Time of Harvest and Seed Size on Seed Quality of Soybean*. Thesis Submitted to the School of Graduate Studies, Universiti Putra Malaysia, in Fulfilment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy.
- Hernandez. 2003. *Variation in Seed Weight and Its Effects on Germination in Pastinaca sativa (Umbiliferae)*. Am. J. Bot., 71: 795:802.
- Hakim, N., Yusuf N., Lubis A.M., Mamat A.P., Ghafar A., Ali M., dan Go Ban Hong. 1996. *Kesuburan Tanah. Badan Kerja sama Ilmu Tanah BKS PTN / Usaid (University of Kentucky)*.
- Hanft, J.M., Jones, R.J., and A.B. Stumme. 2000. *Dry Matter Accumulation and Carbohydrate Concentration Patterns of Field Grown and in vitro Cultured Maize Kernels From the Tip and Middle Ear Position*. Crop Science. 26: 568 – 572.
- Handayanto, E. 1998. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Jones, J.B., B. Wolf, and H.P. Mills. 2001. *Plant Analysis Handbook. A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide*. Micro-Macro Publishing Inc., New York.
- Khasawneh, F.E., E.C. Sample, and E.J. Kamprath. 1980. *The Role of Phosphorus in Agriculture*. Published Soil Science Society of America, Wisconsin.
- Kuntyastuti, H. 1996. *Peningkatan Efisiensi Pupuk P di Lahan Kering Kapuran dengan Penambahan Bahan Organik*. Pengelolaan Tanaman Air dan Hara Untuk Peningkatan Efisiensi dan Produktivitas Kedelai. Departemen Peertanian.
- Balitbangtan. *Puslit Tanaman Pangan*. Balai Penelitian Tanaman Kacang dan Umbi-Umbian. Malang..
- Kartasapoetra, A.G. 2003. *Teknologi Benih, Pengolahan Benih, dan Tuntunan Praktikum*. Penerbit PT. Rineka Cipta. Jakarta..
- Keigley, P.J. and R.E. Mullen. 2000. *Change in Soybean Seed Quality from High Temperature During Seed Fill and Maturation*. Crop Sci: 26: 1212-1216.

- Khurana, E. and J.S. Singh. 2000. Influence of Seed Size on Seedling Growth of *Albizia procera* under Different Soil Water Levels. *Ann. Bot.*, 86: 1185-1192.
- Koch, J.L. 1999. Methanol, *Pectin and Pectinesterase Change During Soybean Seed Maturation*. *Seed Sci. Res.*, 9 : 311-320.
- Kuswanto, H. 2003. *Teknologi Pemrosesan, Pengemasan, dan Penyimpanan Benih*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Leopold, A.C., and M.E. Musgrave. 2000. *Respiratory Changes With Chilling Injury of Soybean*. *Plant Physiol.* 64 (5): 702-705.
- Maryanto, E., D. Suryati, dan N. Setyowati. 2002. *Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Galur Harapan Kedelai pada Kerapatan Tanam Berbeda*. *Akta Agrosia* Vol. 5(2): 47-52.
- Marwoto, Dewa K.S. Swatika, P. Simatupang. 2005. *Pengembangan Kedelai dan Kebijakan di Indonesia*. Dalam Lokakarya Pengembangan Kedelai di Lahan Sub Optimal di BALITKABI Malang tanggal 26 Juli 2005. 1-11.
- Mengel, K., and E.A. Kirkby. 1999. *Principles of Plant Nutrition. Fourth edition*. International Potash Institute Worblauren, Bern, Switzerland.
- Miller, R.W. and R.L. Donahue. 1999. *Soil an Introduction to Soil and Plant Growth*. Sixth edition.
- Prentice Hall International Inc., *Englewood Cliffs, New Jersey*.
- Muchow, R.C. 2000. *Effect of High Temperature on Rate and Duration of Grain Growth in Field- Grown Sorghum bicolor (L.) Moench*. *Aus. J. Agric. Res.*, 41: 321-337.
- Muchlis, A.M., H. Kuntastuti, Sumartini, S.S. Antarlina, T. Sundari, dan Sunardi. 2008. Laporan Tahunan BALITKABI 2007/2008. *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian Tanaman Pangan*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi- Umbian, Malang.
- McDonald, M.B. 2000. Seed Priming.. In M. Black and J.D. Belwey (ed.). *Seed Technology and Its Biological Basic*. Sheffield Academic Press Ltd.London.
- Mugnisjah, W.Q. and Nakamura. 2004. *Vigour of Soybean Seed Produced From Different Harvest Date and Phosporus Fertilizer Application*. *Seed Sci and Tecnnol.*, 12: p. 433-491.
- Mugnisjah, W.Q., Shimano, I., and M. Matsumoto. 2003. *Studies on The Vigour of Soybean Seeds.II*. Varietal Differences in Seed Coat Quality and Swelling Components of Seed During Moisture Imbibition. *J. Fac. Agric., Kyushu Univ.*, 31(3) : 227 – 234.
- Naylor, R.E.L. 2004. Seed Ecology. In. J.R. Thomson (ed). *Advances in Research and Technology of seeds (Part 9)*. Pudoc Wageningen.
- Normansyah. 1998. *Pengaruh Inokulasi Rhizobium dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai*. Fakultas Pertanian UNIB, Bengkulu.

- Ohlrogge, A.I. dan E.J. Kamprath. 1998. *Fertilizer Use in Soybean*. In. L.B. Nelson (ed) Changing Pattern in Fertilizer Use Soil Science Soc. Amer. Madison. Wisconsin.
- Oliveira, M. de A., Matthews, S., and A.A. Poell. 2004. *The role of Split Seeds Coast in Determining Seed Vigour in Commercial Seed Lots of Soybean, as Measured by the Electrical Conductivity Test*. *Seed Sci. & Technol.*, 12: 659-668.
- Powell, A.A. and S. Matthews. 2001. *The Damaging Effect of Water on Dry Pea Embryos During Imbibition*. *J. Expl. Bot.*, 29: 2115-1229.
- Rowarth, J.S., Archie, W.J., Cookson, W.R., Hampton, J.G., Sander, C.J., Silberstein, T.B., and W.c. Young 1999. *The Link between Nitrogen Application, Nitrogen Concentration in Herbage and Seed Quality in perennial Ryegrass (Lolium perenne L.)*. *J. app. Seed Production*, 17 : 1 -18.
- Sadjad, S. 1990. *Panduan Pembinaan Mutu Benih Tanaman Kehutanan di Indonesia. Proyek Pusat Perbenihan Kehutanan Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi. Direktorat Jenderal Kehutanan*. Kerjasama Lembaga Afiliasi Institut Pertanian Bogor, 302.
- Sadjad, S. 1993. *Mutu Benih. Ceramah pada Rakernas PT. Pertani (Persero) 16-18 Oktober di Bogor*. PT. Pertani, Jakarta.
- Sadjad, S. 1997. *Dari Benih Kepada Benih*. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia., Jakarta. Sadjad, S. 1994. *Kuantifikasi Metabolisme Benih*. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Saenong, S.J. Dahlan dan S. Sadjad. 2004. *The effect of Maturity Stage, Storage Condition, and Storage Period on The Quality of Soybean Seed (Glycine max (L.) Merr. Agrikam 3. : 15- 30.*
- Salisbury, F.B. and C.W. Rose. 1992. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company, Belmont, California.
- Simmons, S.R. and R.K. Crooston.2001. *Rate and Duration of Growth of Kernels Formed at Specific Florest in Spikelets of Spring Wheat*. *Crop Sci.*, 19: 690 – 693.
- Sinniah, U.R., R.H. Ellis and P. John. 2000. *Irrigation and Seed Quality Development in Rapid- cycling Brassica: Soluble Carbohydrates and Heat-stable Protein*. *Ann. Bot.*,82: 647-655.
- Sitompul, S.M. dan Bambang Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. UGM. Press.Yogyakarta.
- Soegiman. 2002. *Ilmu Tanah*. PT. Bhatara Karya Aksara, Jakarta.
- Suhartinah. 2005. *Deskripsi Varietas Unggul Kacang-Kacangan dan Umbi_umbian*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Malang.
- Suprpto dan Sunarlin. 1995. *Pemupukan NPK pada Tanaman Kedelai*. Laporan Kemajuan Hasil- Hasil Penelitian Agronomi, Kacang-Kacangan, Bogor.
- Supriono. 2000. *Pengaruh Dosis Urea Tablet dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Kultivar Sindoro*. *Agrosains Volume 2 No.2*. Fakultas Pertanian

- Universitas Sebelas Maret. Solo : 64-71.
- Sumarno, Darman N. Arsyad, dan Ibrahim Manwan. 1999. *Teknologi Usahatani Kedelai : 23-49*. Dalam : Mahyudin Syam dan Arif Musadad. Pengembangan Kedelai, Potensi, Kendala, dan Peluang. Departemen Pertanian, Bogor.
- Spears, J.F., TeKrony, D.M., and D.B. Egli. 1997. *Temperature During Seed Filling and Soybean*
- Seed Germination and Vigour. *Seed Sci.& Technol.*, 25: 1105-1112. Sutopo, L. 2004. *Teknologi Benih. Edisi Revisi. PT. RajaGrafindo Perkasa*. Jakarta. Sutopo, L. 2003. *Teknologi Benih. PT. RajaGrafindo Persada, Jakarta*.
- Stanton, M.L. 2000. *Seed Variation in Wild Radish : Effect of Seed Size on Components Seedling and Adult Fitness*. *Ecology*, 65: 1105-1112
- TeKrony, D.M., D.B. Egli, J. Balles, T. Pfeiffer and R.J. Fellows. 2007. *Physiological Maturity in Soybean*. *Agron.J.*, 71: 771-775.
- Tekrony, D.M., D.B. Egli, and A.D. Phillips. 2003. *Effect of Field on the Viability and Vigour of soybean seed*. *Agron.J.*, 72: 749-753.
- Tandon, H. L.S., and I.J. Kimmo .1993. *Balance Fertilizer Use. Its Practical Importance and Guidelines for Agricultural in The Asia-Pasific Region*. ESCAP/FAO/UNIDO. New York.
- Tekrony, Dennis M. 2005. *Accelerated Aging Test*. *Journal of Seed Technology*. Vol. 17. Number 2: 110-120.
- Tores, W.L. 2004. *Recurrent Selection for Seed Size in Soybean: I. Response to Selection in Replicate Populations*. *Crop Sci.*, 31: 1137-1142.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, and J.D. Beaton. 1995. *Soil Fertility and Fertilizers. Fourth edition*. Macmillan Publishing Company, New York.
- Valio, I.F.M. 2002. *The Role of Seed Coat in Early stages of Soybean Germination*. *Biol. Plant.*, 28: 258-264.
- Whigham, DK. 2003. *Soybean Symposium on Potential Productivity of Field Crops Under Different Environment*. IRRI Los Banos : 205-226.
- Wood, B.W., Longden, P.C., and R.K. Scoot. 2001. *Seed Size Variation: Its Extent, Source and Significance in Field Crops*. *Seed Sci. and Technol.*, 5 : 337-352.
- Wulf, R.D. 2001. *Seed Size Variation in desmodium paniculatum*. III. Effect on Reproductive Yield Competitive Ability. *J. Ecol.*, 74: 115-121.
- Zanakis, G.H., Ellis and R.J. Summerfield. 2004. *A Comparison of Changes in Vigour among Three Genotypes of Soybean (Glycine max) During Seed Development and Maturation in Three Temperature Regimes*. *Exp. Agric.*, 30: 157-170.
- Zhang, M., Yoshiyama, M., Nagashima, T. Nakagawa, Y., Yoshioko, T., and Y. Esashi. 2005. *Aging of Soybean Seeds in Relation to Metabolism at Different Relative Humidity*. *Plant cell physiol.*, 36: 1189-1195.