

## Teknik *Matriconditioning* Arang Sekam Padi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai (*Glycine max L.Merill*) Asal Benih Kedaluwarsa

<sup>1</sup>Selvi Nurhidayah, <sup>2</sup>Mapegau, dan <sup>3</sup>Ahmad Riduan

<sup>1</sup>Program Studi Magister Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Ilmu Agronomi, Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Indonesia

<sup>2</sup>e-mail korespondensi : [mapegau.agrofp@gmail.com](mailto:mapegau.agrofp@gmail.com)

**Abstract.** Soybeans are a plant that has great opportunities and promising prospects to be cultivated, but there are often problems in this cultivation such as the problem of seed setback. The gradual process of degradation of seed quality and vitality, known as seed deterioration, cannot return to its original state or be restored. Soybean seeds that have expired so far are no longer used, because their short shelf life makes them only usable for consumption. Using invigoration techniques is one method to control seed setback. *Matriconditioning* is a treatment that utilizes moist solid media, such as charcoal, husks, and sawdust. This research aims to investigate the effect of husk charcoal on the viability and vigor of soybean seeds, as well as its effects on soybean growth and yield (*Glycine max (L. Merrill)*). This research lasted about 4 months, starting in November 2022, and was carried out at the Seed Technology Laboratory and Teaching and Research Farm, Faculty of Agriculture, University of Jambi and was carried out in two stages. This research was carried out simultaneously, namely Phase I of the research was carried out in the laboratory, while Phase II was carried out in the field. The results of the study showed that invigoration treatment with *matriconditioning* had a significant effect on germination power, maximum growth potential, normal germination dry weight, and growth speed. The treatment of planting media has a real effect on the weight of planting seeds and the number of pods per plant. *Matriconditioning* treatment had no noticeable effect on plant height, dry weight of the plant, root nodules, seed weight per plant, and number of pods per plant. *Matriconditioning* treatment has a real effect on the leaf area index.

**Keyword:** *Matriconditioning* rice husk charcoal, expired seeds, growth and yield of soybean plant

**Abstrak.** Kedelai adalah tanaman yang memiliki peluang besar dan prospek yang menjanjikan untuk dibudidayakan, namun sering terjadi permasalahan dalam budidaya ini seperti masalah kemunduran benih. Proses penurunan kualitas dan daya hidup benih yang terjadi secara bertahap, yang dikenal sebagai kemunduran benih (*deteriorasi*), tidak dapat kembali seperti semula atau dipulihkan. Benih kedelai yang sudah kedaluwarsa selama ini tidak digunakan lagi, karena masa simpannya yang pendek membuatnya hanya bisa dimanfaatkan untuk konsumsi. Menggunakan teknik invigorasi adalah salah satu metode untuk mengendalikan kemunduran benih. *Matriconditioning* merupakan suatu perlakuan yang memanfaatkan media padat yang lembab, seperti arang sekam dan serbuk gergaji. Riset ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh arang sekam terhadap viabilitas dan vigor benih kedelai, serta efeknya pada pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max (L. Merrill)*). Penelitian ini berlangsung sekitar 4 bulan, dimulai pada November 2022, dan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Benih serta Teaching and Research Farm, Fakultas Pertanian Universitas Jambi dan dilaksanakan dalam dua tahap. Penelitian ini dilakukan secara bersamaan, yaitu Tahap I penelitian dilakukan di laboratorium, sementara tahap II dilakukan di lapangan. Hasil riset menunjukkan bahwa Perlakuan invigorasi dengan *matriconditioning* berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, bobot kering kecambah normal, dan kecepatan tumbuh. Perlakuan media tanam berpengaruh nyata terhadap bobot biji pertanaman dan jumlah polong per tanaman. Perlakuan *Matriconditioning* tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, berat kering tanaman, bintil akar, bobot biji per tanaman, dan jumlah polong per tanaman. Perlakuan *Matriconditioning* berpengaruh nyata terhadap indeks luas daun.

**Kata kunci :** *Matriconditioning* Arang Sekam, Benih Kadaluwarsa, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai

### PENDAHULUAN

Tantangan dalam produksi nasional yang dihadapi adalah kebutuhan kedelai (*Glycine max L. Merr.*) terus meningkat setiap tahunnya. Potensi kedelai sebagai tanaman pangan sangat besar, dengan prospek pengembangan yang menjanjikan. Masalah dalam penyediaan benih dan terbatasnya lahan potensial sering kali menjadi hambatan dalam upaya meningkatkan produktivitas kedelai. Dengan demikian, pengembangan kedelai di lahan kering masam sangat diperlukan.

Struktur benih kedelai yang mudah rusak dan harganya yang lebih murah dibandingkan dengan benih tanaman lain, menyebabkan pengusaha benih kurang tertarik untuk mengembangkan perbenihan kedelai, sehingga benih berkualitas sulit ditemukan di pasaran. Masalah ketersediaan benih kedelai di lapangan sering terjadi, yang sangat dipengaruhi oleh waktu panen kedelai, sehingga petani harus menunggu hingga benih tersedia pada musim tanam. Penyimpanan benih kedelai yang baik memerlukan fasilitas dan teknologi yang memadai untuk menjaga kualitasnya. Setelah disimpan selama 3-5 bulan di ruangan tanpa pendingin, kualitas benih kedelai akan menurun.

Benih yang telah melebihi masa penyimpanan 3 hingga 5 bulan dan daya berkecambahnya kurang dari 85% disebut sebagai benih kadaluarsa. Tanda fisik, seperti perubahan warna dari segar ke kusam dan timbulnya keriput, menunjukkan bahwa benih sudah kadaluarsa. Penurunan daya tumbuh dan peningkatan kecambah abnormal adalah bagian dari perubahan fisiologis yang terjadi pada benih kedelai. Kadar protein dengan tinggi (37%) dan kandungan lemak (16%) menyebabkan masa simpan benih kedelai menjadi pendek (Tatipata *et al.* 2004).

Menerapkan teknik invigorasi adalah salah satu cara untuk mencegah penurunan kualitas benih. *Matriconditioning* dan *osmoconditioning* adalah dua contoh perlakuan invigorasi yang dapat diterapkan. Suhartiningsih (2003) berpendapat bahwa untuk meningkatkan daya hidup dan kekuatan benih kedelai, *Matriconditioning* dilakukan dengan menggunakan arang sekam. Sifat ringan dan berpori pada arang sekam membuat kemampuannya daya serap air yang sangat rendah membuat air yang tersedia cukup untuk mendukung proses *Matriconditioning*.

Sekam padi mengandung silika yang tinggi. Kandungan kimia sekam padi terdiri atas 50 % selulosa, 25 – 30 % lignin, dan 15 – 20 % silika (Ismail and Waliuddin, 1996). Arang sekam padi yang mengandung sebagian besar silika dan tersebar secara merata, maka jika silika tersebut dapat dilarutkan diharapkan akan menghasilkan ruang kosong atau pori dalam jumlah besar sehingga luas permukaan yang dihasilkan akan lebih besar. Proses serapan (absorpsi) akan meningkat dengan semakin besarnya luas permukaan karena kontak antar permukaan satu partikel dengan partikel lainnya semakin tinggi (Tan, 1998).

Hasil penelitian Saryoko *et al.* (2013) menunjukkan bahwa perlakuan *matriconditioning* menggunakan arang sekam padi dengan komposisi 9 g benih, 6 g arang sekam padi, dan 7 ml air yang diinkubasi selama 12 jam pada suhu kamar memberikan vigor benih yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan *matriconditioning* menggunakan tanah perkebunan kedelai tua, inokulum komersial, dan kontrol.

Menurut Komarayati *et al.* (2003), yang dikutip dalam Supriyanti dan Fidryaningsih (2010), arang sekam yang ditambahkan ke dalam media dapat meningkatkan kualitas tanah, salah satunya dengan membuat pemupukan menjadi lebih efektif. Arang sekam memiliki dua manfaat utama, yaitu memperbaiki sifat fisik tanah seperti porositas dan aerasi, serta mengikat unsur hara berlebih yang akan dilepaskan perlahan sesuai dengan kebutuhan tanaman pada saat kekurangan hara (*slow release*). Salah satu cara arang sekam dapat meningkatkan sifat kimia tanah adalah dengan menambah pH tanah.

Riset ini bertujuan untuk menguji efek perlakuan invigorasi dengan *Matriconditioning* yang menggunakan arang sekam padi terhadap pertumbuhan serta hasil benih kedelai yang telah disimpan selama lima bulan.

## METODE PENELITIAN

Tempat pelaksanaan penelitian ini adalah Laboratorium Teknologi Benih Fakultas Pertanian Universitas Jambi dan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian. Pada tahap awal (Uji Laboratorium), percobaan ini menerapkan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor perlakuan, yaitu penggunaan arang sekam padi untuk *Matriconditioning* pada benih kedelai yang telah kadaluwarsa. Tindakan yang diterapkan terdiri dari enam dosis arang sekam padi, yakni 0 gram sebagai kontrol (a0), 3 gram (a1), 6 gram (a2), 9 gram (a3), 12 gram (a4), dan 15 gram (a5), dengan durasi perendaman yang berlangsung selama 12 jam. Setiap eksperimen diulang tiga kali, sehingga total percobaan yang dilakukan berjumlah 18 unit.

Pada tahap II (Lapangan) dari penelitian ini, percobaan dilakukan dengan RAK yang menerapkan desain faktorial dan mencakup dua faktor. Faktor I Arang sekam padi (b), yang mencakup dua tingkat dosis, yaitu tanpa arang sekam sebagai kontrol (b0) dan pemberian arang sekam dengan dosis 5 ton/ha (bI). Faktor II adalah arang sekam sebagai *matriconditioning* (a), yang mencakup 6 tingkat dosis, yaitu: tanpa pemberian *matriconditioning* sebagai kontrol (a0), 3 g *matriconditioning* (a1), 6 g *matriconditioning* (a2), 9 g *matriconditioning* (a3), 12 g *matriconditioning* (a4), dan 15 g *matriconditioning* (a5), sehingga totalnya ada 12 kombinasi percobaan. Setiap percobaan yang dikombinasikan diuji sebanyak 4 kali, sehingga jumlah keseluruhan petak percobaan adalah 48.

## Variabel Pengamatan

Riset dalam tahap 1 (uji Laboratorium) yaitu daya berkecambah, kecepatan tumbuh, potensi tumbuh maksimum, dan bobot kering kecambah normal. Penelitian tahap 2 (Uji Lapangan) yaitu tinggi tanaman, luas daun, berat kering dari tanaman, jumlah bintil akar, bobot biji untuk setiap tanaman, jumlah polong di setiap tanaman, kandungan klorofil dalam daun, dan total kandungan nitrogen.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil pengamatan laboratorium

#### Daya Berkecambah

Temuan dari analisis ragam mengindikasikan merendam benih kedelai sebelum tanam terbukti mempengaruhi secara signifikan terhadap daya berkecambah.

Menurut Udi (2021), *matriconditioning* dapat meningkatkan kemampuan media matrik dalam menahan air, yang pada gilirannya membantu meningkatkan daya hidup dan indeks vigor benih. Sihartiningsih (2003) menyebutkan bahwa dengan sifatnya yang ringan dan berpori, arang sekam mampu menyimpan air dengan baik.

**Tabel 1.** Rata-rata parameter penelitian laboratorium

Perlakuan	Parameter			
	Daya Berkecambah	Potensi Tumbuh Maksimum	Bobot Kering Kecambah Normal	Kecepatan Tumbuh
<i>Matriconditioning</i> (g)				
0	50,67 a	69,33 a	0,0967 a	10,72 a
3	60,00 ab	77,33 a	0,1500 ab	13,28 a
6	66,67 b	78,67 a	0,1033 a	15,00 a
9	69,33 b	80,00 a	0,1267 a	15,83 a
12	72,00 bc	85,33 a	0,1467 ab	15,28 a
15	73,33 c	89,33 a	0,2033 b	16,11 a

### Potensi Tumbuh Maksimum

Temuan analisis ragam mengindikasikan bahwa potensi tumbuh maksimal tidak terpengaruh secara signifikan meskipun dilakukan perendaman pada benih kedelai sebelum tanam.

Secara fisik, air berperan dalam melunakkan kulit biji, sehingga embrio dapat menembusnya dengan lebih mudah.

### Bobot Kering Kecambah Normal

Temuan analisis ragam mengindikasikan bahwa bobot kering kecambah normal dipengaruhi secara signifikan oleh perlakuan perendaman benih kedelai sebelum tanam.

Muslihin (2011) menjelaskan bahwa perlakuan *matriconditioning* mempengaruhi lamanya fase imbibisi. Hal ini terjadi karena bahan *matriconditioning* memiliki kemampuan untuk menahan air dengan baik, sehingga proses penyerapan air ke dalam benih menjadi lebih terkendali.

Menurut Ardian (2008), durasi pertumbuhan mulai dari awal hingga akhir proses perkecambahan yang ditentukan mempengaruhi bobot kering kecambah. Semakin cepat pemulaan perkecambahan, semakin tinggi kontribusinya terhadap bobot kering kecambah.

### Kecepatan Tumbuh

Temuan analisis ragam mengindikasikan bahwa kecepatan tumbuh tidak terpengaruh secara signifikan meskipun dilakukan perendaman pada benih kedelai sebelum tanam. Pada invigorasi *matriconditioning*, benih mengalami proses imbibisi yang lebih terkontrol sehingga air atau pun cairan masuk ke dalam benih berlangsung secara perlahan. Perlakuan *matriconditioning* lebih baik dalam meningkatkan laju berkecambah. Menurut Muslihin (2011, perlakuan *matriconditioning* memiliki fase imbibisi yang lebih lama, karena bahan *matriconditioning* memiliki daya pegang air yang baik.

### Hasil di Lapangan

#### Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil analisis, pemberian arang sekam tidak memperlihatkan pengaruh atau hubungan yang berarti terhadap *matriconditioning*. Secara terpisah, baik pemberian arang sekam maupun perlakuan *matriconditioning* tidak berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman kedelai.

Tanaman yang diberi arang sekam tumbuh lebih tinggi daripada yang tidak diberi perlakuan tersebut. Diduga hal ini terjadi karena dosis arang sekam yang digunakan tepat, serta kandungan unsur hara yang ada dapat meningkatkan sirkulasi udara dan saluran drainase tanah, yang mendukung perkembangan tanaman kedelai. Dengan demikian, tanaman dapat menyerap unsur hara dalam media tanam dengan lebih efektif (Hali dan Telan, 2018).

#### Luas Daun

Dari analisis yang dilakukan, tidak ditemukan interaksi antara pemberian arang sekam dan *matriconditioning*. Secara terpisah, pemberian arang sekam tidak memiliki efek signifikan pada luas daun, sebaliknya, perlakuan *Matriconditioning* menunjukkan pengaruh signifikan terhadap luas daun. Peningkatan luas daun tanaman, menurut Wahyuning *et al.* (2016), dipengaruhi oleh kandungan unsur hara P yang memainkan peran penting dalam pembentukan protein. Penelitian Chiezey *et al.* (2009) mendukung hal ini, bahwa terdapat peningkatan luas daun, kecepatan transpirasi dan fotosintesis berkaitan dengan pemupukan.

**Tabel 2.** Rata-rata variabel pengamatan pemberian arang sekam

Perlakuan	Tinggi Tanaman	Laus Daun	Berat Kering Tanaman	Bintil Akar Efektif	Bobot Biji Per-Tanaman	Jumlah Polong Per-Tanaman
Tanpa Arang (b0)	52,46 a	46,96 a	2,28 a	17,47 a	25,25 b	61,92 b
Pemberian Arang Sekam (b1)	55,28 a	45,90 a	2,28 a	18,23 a	29,29 a	90,58 a

**Tabel 3.** Rata-rata Variabel Pengamatan Perlakuan *Matriconditioning*

Perlakuan	Tinggi Tanaman	Luas Daun	Berat Kering Tanaman	Bintil Akar Efektif	Bobot Biji Per-Tanaman	Jumlah Polong Per-Tanaman
Dosis <i>Matriconditioning</i> (g)						
0	51,63 a	39,45 e	1,65 a	14,98 a	24,75 a	71,00 a
3	53,25 a	46,42 b	2,37 a	18,40 a	24,50 a	67,13 a
6	53,53 a	43,05 d	1,95 a	18,00 a	25,50 a	74,38 a
9	54,96 a	44,67 c	2,07 a	17,18 a	28,50 a	80,25 a
12	56,46 a	51,48 a	2,34 a	18,38 a	29,88 a	76,25 a
15	53,68 a	53,51 a	3,33 a	20,15 a	30,50 a	88,50 a

### Berat Kering Tanaman

Menurut hasil analisis ragam, tidak ditemukan adanya interaksi antara percobaan pemberian arang sekam dan *matriconditioning* pada tanaman kedelai. Secara faktor tunggal, perlakuan pemberian arang sekam tidak mempengaruhi berat kering tanaman secara signifikan, begitu juga dengan perlakuan *matriconditioning* yang tidak mempengaruhi berat kering tanaman kedelai secara signifikan.

Setyati (2004) menjelaskan bahwa pertumbuhan tanaman dapat dilihat dari peningkatan berat kering, yang menunjukkan adanya penambahan protoplasma akibat peningkatan ukuran dan jumlah sel dalam tanaman.

### Bintil Akar Efektif

Berdasarkan hasil analisis, perlakuan pemberian arang sekam dan *matriconditioning* tidak berinteraksi satu sama lain. Secara faktor tunggal, pemberian arang sekam tidak menunjukkan efek yang signifikan terhadap jumlah bintil akar yang efektif. Sama halnya dengan perlakuan *matriconditioning* yang tidak berdampak signifikan pada bintil akar efektif tanaman kedelai.

Menurut Berthan *et al.* (2009), jumlah bintil akar dianggap sebagai indikator yang umum digunakan untuk mengukur keberhasilan inokulasi Rhizobium dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

### Bobot Biji Per Tanaman

Hasil analisis ragam mengindikasikan bahwa perlakuan pemberian arang sekam dan *matriconditioning* tidak saling berinteraksi. Secara terpisah, perlakuan pemberian arang sekam berpengaruh signifikan terhadap bobot biji per tanaman, sementara itu, tidak ada pengaruh signifikan dari perlakuan *matriconditioning* terhadap bobot biji per tanaman.

Riadi *et al.* (2013) mengungkapkan bahwa arang sekam yang ditambahkan ke dalam tanah berpotensi meningkatkan kualitas sifat fisik dan kimia tanah. Tidak hanya itu, campuran sekam bakar yang ditambahkan pada tanah dapat meningkatkan ketersediaan fosfor (P), yang mendukung proses pengisian polong dan memperberat bobot biji pada tanaman kedelai.

### Jumlah Polong Per Tanaman

Hasil analisis ragam mengindikasikan bahwa tidak ditemukan adanya interaksi antara pemberian arang sekam dan *matriconditioning*. Secara terpisah, perlakuan pemberian arang sekam memberikan pengaruh yang kuat terhadap jumlah polong per tanaman, sementara pemberian perlakuan *matriconditioning* tidak menyumbangkan pengaruh yang signifikan pada jumlah polong per tanaman.

Emita dan Mairizki (2019) menjelaskan bahwa pengaruh faktor internal tanaman kedelai sangat besar terhadap jumlah polong yang berisi. Kuantitas polong yang dihasilkan oleh suatu tanaman semakin meningkat, maka akan semakin besar pula berat polongnya, sehingga ada hubungan positif antara berat polong dengan jumlah polong per tanaman.

### Klorofil total

Hasil pengamatan perlakuan media tanam dan *Matriconditioning* terhadap rata-rata kandungan klorofil total pada kedelai disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil perlakuan arang sekam dengan *Matriconditioning* terhadap klorofil daun total

Perlakuan		Klorofil A	Klorofil B	Klorofil Total
Arang Sekam	<i>Matriconditioning</i>			
Tanpa Arang (b0)	0	0,0011	0,0008	0,0019
	3	0,0011	0,0006	0,0017
	6	0,0018	0,0008	0,0026
	9	0,0014	0,0005	0,0019
	12	0,0017	0,0006	0,0023
	15	0,0028	0,0024	0,0052
Pemberian Arang Sekam (b1)	3	0,0013	0,0009	0,0022
	6	0,0014	0,0007	0,0021
	9	0,0011	0,0001	0,0012
	12	0,0042	0,0025	0,0067
	15	0,0015	0,0013	0,0028

Hasil uji kandungan klorofil total pemberian arang sekam dengan *matriconditioning* terlihat bahwa klorofil total tertinggi pada perlakuan 3 g (a4) yaitu 0,0067 dan yang terendah pada perlakuan kontrol (a0) yaitu 0,0019. Perlakuan media tanam klorofil total tertinggi pada perlakuan 12 g (a5) yaitu 0,0052 dan yang terendah pada perlakuan 3 g (a1) yaitu 0,0017. Klorofil merupakan unsur utama kloroplast untuk fotosintesis. Semakin tinggi kandungan klorofil maka semakin tinggi tingkat fotosintesis (Nurcahyani *et al.*, 2019). Permukaan daun yang semakin luas diharapkan mengandung klorofil lebih banyak.

#### Kandungan N Total

Hasil pengamatan perlakuan media tanam dan *Matriconditioning* terhadap rata-rata kandungan N total pada kedelai disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil perlakuan pemberian arang ssekam dengan *Matriconditioning* terhadap N total

PERLAKUAN		N Total
Perlakuan arang sekam	<i>Matriconditioning</i>	
Tanpa Arang (b0)	0	3,88
	3	5,16
	6	4,67
	9	4,62
	12	5,18
	15	4,13
Pemberian Arang Sekam (b1)	3	4,33
	6	5,91
	9	4,79
	12	5,86
	15	5,32

Hasil uji kandungan N total pemberian arang sekam dengan *matriconditioning* terlihat bahwa perlakuan 6 g dengan pemberian arang sekam dengan rata-rata N total tertinggi 5,91 dan N total terendah terdapat pada perlakuan 0 g dengan rata-rata 3,38. Havlin *et al.* (2005) menyatakan bahwa unsur hara seperti nitrogen ini umumnya diserap tanaman dalam bentuk  $\text{NH}_3^-$  yang tentunya dipengaruhi juga oleh sifat tanah.

#### KESIMPULAN

Perlakuan *matriconditioning* memiliki pengaruh signifikan terhadap kemampuan berkecambah, berat kering kecambah normal, tetapi berpengaruh tidak signifikan terhadap potensi pertumbuhan maksimal. Perlakuan pemberian arang sekam memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variabel bobot biji per tanaman dan jumlah polong per tanaman, tetapi tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap berat kering tanaman, tinggi tanaman, luas daun, dan bintil akar. Perlakuan *matriconditioning* berpengaruh nyata terhadap indek luas daun, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman jumlah polong per tanaman, bintil akar dan berat kering tanaman. Perlakuan *matriconditioning* mampu meningkatkan variabel luas daun pada dosis 12 g dan 15 g. sedangkan perlakuan arang sekam hanya mampu meningkatkan variabel jumlah polong per tanaman pada tanaman kedelai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dariah, A., Sutono, S., Nurida, N. L., Hartatik, W. & Pratiwi, E. 2015. Makalah Review : Pembenh tanah untuk meningkatkan produktivitas lahan pertanian, *Jurnal Sumber daya Lahan* , 9 (2), 67-84
- Danapriatna, N. 2012. Pengaruh penyimpanan terhadap viabilitas benih kedelai. [www. Ejournal-unisma.net/ojs/index.php/131](http://www.Ejournal-unisma.net/ojs/index.php/131)[ 3-32013]
- Harnowo, D.2016, Pengaruh kadar air awal dan tempat penyimpanan terhadap daya tumbuh benih kedelai. Disampaikan pada seminar di UPBS Balitkabi. Malang
- Havlin JL. Beaton JD, Tisdale SL, Nelson WL. 2005. *Soil Fertility and Fertilizers. An Interduccionn to nutrient management*, Seventh Edition. Upper Saddle River, New Jersey : Pearson Education Inc
- Ilyas, S. 2006. Review : Seed treatments using *Matriconditioning* to improve vegetable seed quality. *Bul. Agron.*34:124-132