

## **POLA DISTRIBUSI FOTOSINTAT PADA FASE VEGETATIF BEBERAPA VARIETAS KEDELAI PADA TANAH MASAM DI SULAWESI TENGGARA**

### **Distribution Pattern of Photosynthate of Vegetatif Fase of Some Soybean Varieties on Acid Soil of Southeast Sulawesi**

SARAWA<sup>\*)</sup>, ARSY AYSYAH ANAS, DAN ASRIDA

*Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo, Kendari*

#### **ABSTRACT**

**This study was to determine differences in the distribution of photosynthate of vegetative phase of several varieties of soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivated on acid soil of Southeast Sulawesi. This research was conducted in the sub district Anduonohu, Poasia district and at Agrotechnology Laboratory, Faculty of Agriculture University Halu Oleo, Kendari from July to October 2013. The research design used was randomized block design (RBD) with three replications. Variety treatment consisted of varieties Kaba, Argomulyo, Tanggamus, Grobogan and Gema. The variables observed in this study were root dry weight, stem dry weight, leaf dry weight, stem dry weight, and branch dry weight. Results of statistical analysis of the data showed that the treatment affected the distribution of photosynthate on different plant varieties. Different varieties gave significant effect on root dry weight, stem dry weight, leaf dry weight, branch dry weight.**

Keywords : Acid soils, distribution of photosynthate, soybean, varieties

#### **PENDAHULUAN**

Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) merupakan tanaman yang berfungsi sebagai sumber protein nabati dan dapat digunakan sebagai bahan baku agroindustri seperti tempe, tahu, tauco, kecap, susu kedelai dan untuk keperluan industri pakan ternak. Kedelai juga memiliki kandungan gizi yang tinggi yang berperan untuk membentuk sel-sel tubuh dan menjaga kondisi sel-sel tersebut. Kedelai Indonesia tergolong memiliki kandungan protein yang lebih tinggi daripada kedelai impor. Kandungan protein kedelai dalam negeri 39-40% sedangkan kedelai impor hanya 35–37%. Selain protein, biji kedelai juga mengandung lemak 15,5–24,7% dan karbohidrat 31,7-31,85% (Banaszkiewicz, 2011). Protein biji kedelai juga mengandung berbagai asam amino yang sangat penting bagi kesehatan, seperti Isoleucine, Leucine, Lycine, Methionine, Cysteine, Phenylalanine, Tyrosine, Threonine, Tryptophan, Valine, Arginine,

Histidine, Alanine, Aspartic acid, Glutamic acid, Glycine, Proline dan Serine (Palomo *et al.*, 2011). Dengan demikian, biji kedelai mempunyai nilai gizi dan nilai kesehatan yang tinggi. Setiap varietas memberikan berbagai variasi genetik yang berbeda baik dari sifat maupun kemampuan berproduksi. Di Thailand diversifitas genetik digunakan sebagai pertimbangan dalam perbaikan genetik tanaman kedelai (Tantasawat *et al.*, 2011).

Stabilitas hasil dari suatu tanaman pada setiap daerah dapat terjadi akibat perbedaan kondisi lingkungan baik biotik maupun abiotik. Faktor abiotik meliputi jenis tanah, curah hujan, suhu dan kelembaban. Faktor abiotik seringkali lebih berpengaruh terhadap stabilitas hasil daripada faktor biotik karena faktor abiotik biasanya terjadi dalam kurang waktu yang lebih lama (Heru, 2014). Besarnya akumulasi bahan kering pada fase periode awal pengisian biji (fase generatif) merupakan karakteristik yang menentukan perbedaan hasil antar genotipe. Proses produksi bahan kering bervariasi tergantung pada genotipe, kondisi lingkungan dan teknik budidaya yang dilakukan. Para pemulia sering melakukan uji

<sup>\*)</sup> Alamat korespondensi:  
Email : sarawa60@yahoo.com

pada berbagai kondisi lingkungan terhadap varietas yang dipromosikan untuk dilepas (Gurmu *et al.*, 2009). Perbaikan dan pengelolaan genetik telah lama dilakukan pada tanaman kedelai dan ternyata dapat meningkatkan hasil 31 kg ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> di Amerika (Salvagiotti *et al.*, 2008, Specht *et al.*, 1999). Sejak perbaikan genetik maka telah dihasilkan varietas tanaman kedelai yang memiliki kemampuan menyerap hara yang tinggi dan tahan pada kondisi lingkungan sub optimal (Brown, 1979). Di China telah dilepas 600 kultivar, akan tetapi produktivitas rendah masih menjadi problem serius (Liu and Herbert, 2002; Liu *et al.*, 2008).

Karakteristik tanah di Sulawesi Tenggara yang umumnya digunakan untuk budidaya kedelai tergolong tanah-tanah marginal dengan tingkat kemasaman tanah yang sangat tinggi. Tanah masam adalah tanah yang dicirikan dengan nilai pH rata-rata kurang dari 5,5; kandungan bahan organik tanah (BOT) yang rendah; ketersediaan P dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah rendah; tingginya kandungan unsur Mn<sup>2+</sup> dan aluminium reaktif (Al<sup>3+</sup>) yang dapat meracuni akar tanaman sehingga menghambat pembentukan bintil akar tanaman legum (Hairiah *et al.*, 2005). Keracunan Al dan Mn, di samping defisiensi kalsium dan fosfor pada tanah masam menyebabkan terhambatnya pertumbuhan rhizobium dan menurunnya kemampuan infeksi rhizobium pada kedelai (Bakker *et al.*, 1999). Kemasaman tanah telah lama dikenal sebagai salah satu faktor penyebab terjadinya defisiensi N pada tanaman legum karena berkaitan dengan terhambatnya proses fiksasi N<sub>2</sub> (Workneh *et al.*, 2013).

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka penelitian tentang "Pola Distribusi Fotosintat Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* L. Merril) pada Tanah Masam Sulawesi Tenggara" penting untuk dilakukan untuk mengetahui pola distribusi fotosintat beberapa varietas kedelai.

## BAHAN DAN METODE

**Waktu dan Lokasi.** Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Anduonohu Kecamatan Poasia dan Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas

Halu Oleo Kendari. Penelitian ini berlangsung dari bulan Juli sampai bulan Oktober 2013.

**Rancangan Penelitian.** Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 5 perlakuan varietas, yaitu varietas Kaba, Argomulyo, Tanggamus, Grobogan, dan Gema. Masing-masing perlakuan diulang 3 kali sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Dalam setiap unit percobaan ditempatkan 12 pot sehingga dalam penelitian ini terdapat 180 pot.

**Persiapan Media Tanam.** Tanah yang digunakan adalah tanah masam (podzolik merah kuning) dari kebun percobaan Fakultas Peternakan yang terletak di Kelurahan Kambu. Tanah yang diambil adalah lapisan atas (top soil) sampai kedalaman ± 30 cm. Tanah dibersihkan dari sisa akar, ranting, daun tanaman dan kotoran lainnya. Sebelum diisi ke dalam pot tanah dikering anginkan selama 2-3 hari. Setelah kering angin dimasukkan ke dalam pot sebanyak 15 kg, setelah itu tanah disiram hingga mencapai kapasitas lapang.

**Penanaman dan Pemeliharaan** Benih kedelai ditanam sebanyak 4 biji per pot. Setelah tanaman tumbuh baik, dilakukan penjarangan sehingga menyisakan 2 tanaman per pot yang selanjutnya menjadi tanaman sampel untuk pengamatan. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiangan dan penyiraman. Penyiangan mulai dilakukan pada saat tanaman berumur 2 minggu setelah tanam dan pada saat gulma sudah mulai tumbuh, sedangkan penyiraman dilakukan setiap hari kecuali terjadi hujan.

**Pengamatan.** Variabel pengamatan pola distribusi fotosintat adalah berat kering akar (g), berat kering batang, berat kering daun, berat kering tangkai daun, dan berat kering cabang. Pengambilan sampel dilakukan secara acak pada umur 45 HST sebanyak 2 tanaman (1 pot). Mula-mula tanaman didestruktif secara pelan-pelan dari pot agar tidak ada akar yang tertinggal. Tanaman dipotong-potong dengan menggunakan gunting untuk memisahkan bagian akar, batang, daun, tangkai daun dan cabang. Setiap bagian tanaman dimasukkan ke dalam amplop lalu

diovenkan dengan suhu 80°C selama 2 x 24 jam. Setelah bagian tanaman dinyatakan kering selanjutnya ditimbang dengan timbangan analitik.

**Analisis Data.** Data pengamatan dari tiap variabel dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (Anova). Apabila sidik ragam menunjukkan pengaruh nyata ( $F$  hitung >  $F$  tabel), maka dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf kepercayaan 95%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Berat Kering Akar.** Berdasarkan analisis ragam diperoleh bahwa varietas kedelai berpengaruh nyata terhadap berat kering akar. Rata-rata berat kering akar tertinggi diperoleh pada varietas Argomulyo (0,46 g) dan berbeda nyata dengan varietas Kaba, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan varietas lainnya. Berat kering akar terendah diperoleh pada varietas Kaba dan berbeda nyata dengan varietas Argomulyo, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan varietas lainnya (Tabel 1 kolom 2).

**Berat Kering Batang.** Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diperoleh bahwa varietas kedelai berpengaruh nyata terhadap berat kering batang. Rata-rata berat kering batang tertinggi diperoleh pada varietas Argomulyo (0,80 g), sedangkan rata-rata berat kering terendah diperoleh dari varietas Kaba (0,42 g) dan berbeda nyata dengan varietas Kaba, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan varietas lainnya. Sebaliknya berat kering batang terendah diperoleh pada varietas Kaba dan berbeda nyata dengan varietas lainnya, kecuali varietas Grobogan dan varietas Gema (Tabel 1 kolom 3).

**Berat Kering Daun.** Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa varietas kedelai berpengaruh nyata terhadap berat kering daun. Rata-rata berat kering daun tertinggi terdapat pada varietas Grobogan (1,28 g) akan tetapi hanya berbeda nyata dengan varietas Gema. Varietas Gema memberikan berat kering daun terendah dan berbeda nyata dengan varietas Grobogan dan Argomulyo, akan tetapi tidak berbeda nyata dengan varietas Tanggamus, dan varietas Kaba (Tabel 1 kolom 4)

**Berat Kering Tangkai Daun.** Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa varietas kedelai berpengaruh nyata terhadap berat kering tangkai daun. Rata-rata berat kering tangkai daun tertinggi terdapat pada varietas Argomulyo (0,314 g) dan berbeda nyata dengan varietas lainnya kecuali dengan varietas Tanggamus tidak berbeda nyata. Varietas Grobogan memberikan berat kering tangkai daun terendah akan tetapi hanya berbeda nyata varietas Argomulyo (Gambar 1 kolom 5).

**Berat Kering Cabang.** Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa varietas kedelai berpengaruh nyata terhadap berat kering cabang. Rata-rata berat kering cabang tertinggi terdapat pada varietas Gema (0,21 g) akan tetapi hanya berbeda nyata dengan varietas Grobogan. Sebaliknya berat kering terendah diperoleh pada varietas Grobogan dan hanya berbeda nyata dengan varietas Gema (Gambar 1 kolom 6).

**Distribusi Fotosintat,** Partisi fotosintat (berat kering) pada akar, batang, daun, tangkai daun, dan cabang telah diperoleh dari berbagai varietas seperti terlihat pada tabel 1 berikut ini.

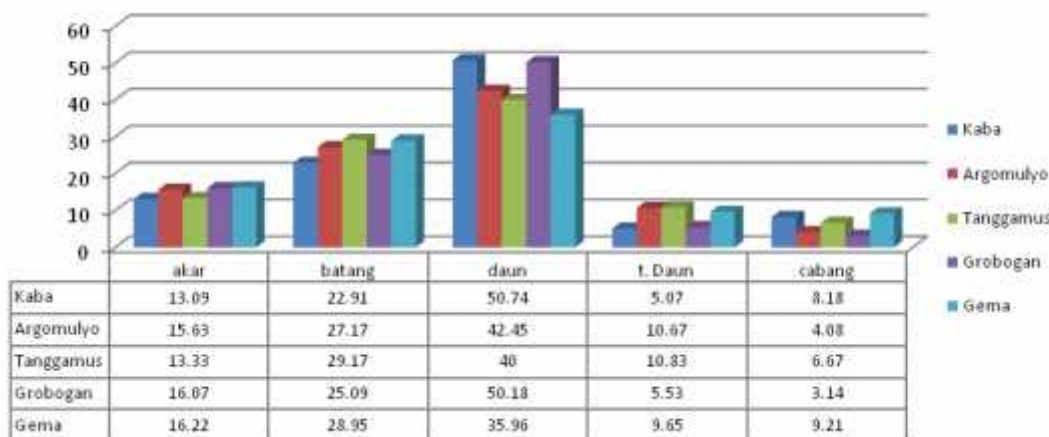
Tabel 1. Berat kering bagian bagian tanaman dari berbagai varietas kedelai

Jenis Varietas	Berat Kering (g)					
	Akar	Batang	Daun	T. Daun	Cabang	Total
Kaba	0,24 a	0,42 a	0,93 ab	0,09 a	0,15 ab	1,83
Argomulyo	0,46 b	0,80 b	1,25 b	0,31 c	0,12 ab	2,94
Tanggamus	0,32 ab	0,70 b	0,96 ab	0,26 bc	0,16 ab	2,40
Grobogan	0,41 ab	0,64 ab	1,28 b	0,14 ab	0,08 a	2,551
Gema	0,37 ab	0,66 ab	0,82 a	0,22 b	0,21 b	2,28
BNJ	0,20	0,25	0,42	0,08	0,11	

Keterangan. Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan Uji BNJ pada taraf kepercayaan 95%.

Pada tabel terlihat bahwa semua varietas memberikan partisi fotosintat tertinggi ke daun, disusul ke batang, ke akar, dan ke cabang. Vaietas Argomulyo memberikan

partisi fotosintat tertinggi ke semua bagian tanaman, kecuali ke cabang partisinya lebih rendah dibandingkan dengan varietas Kaba, Gema, dan Tanggamus (Gambar 1)



Gambar 1. Persentase distribusi fotosintat beberapa varietas kedelai pada berbagai bagian vegetatif tanaman

Varietas Argomulyo memberikan berat kering total tertinggi (2,94 g) memberikan partisi fotosintat ke daun 42,45%, batang 27,17%, akar 15,63%, ke tangkai daun 10,67% dan ke cabang 4,08%. Varietas Grobogan memberikan berat kering tertinggi kedua (2,55 g) memberikan partisi fotosintat ke daun 50,18%, batang 25,09%, akar 16,07%, tangkai daun 5,53% dan ke cabang 3,34%. Varietas Tanggamus memberikan berat kering total tertinggi ke 3 (2,4 g) dan memberikan partisi fotosintat ke daun 40,00%, batang 29,17%, akar 13,33%, tangkai daun 10,83% dan cabang 6,67%. Varietas Gema memberikan berat kering total tertinggi ke 4 (2,28 g) dan memberikan partisi fotosintat kedaun 35,96 %, batang 28,95 %, akar 16,22 %, tangkai daun 9,65 % dan ke cabang 9,21 %. Varietas yang paling rendah berat kering totalnya adalah varietas Kaba (1,83 g) dan memberikan distribusi fotosintat ke daun 50,74%, batang 22,91%, akar 13,09%, tangkai daun 5,07%, dan ke cabang 8,18%.

**Pembahasan**

Berdasarkan hasil analisis varians terhadap berat kering akar, berat kering batang, berat kering daun, berat kering tangkai daun, dan berat kering cabang diperoleh bahwa varietas memberikan pola distribusi fotosintat yang berbeda terhadap variabel tersebut. Hal ini

disebabkan karena perbedaan sifat dan karakter masing-masing varietas menyebabkan pola partisi fotosintatnya juga berbeda. Pfeiffer dan Harris (1990) melaporkan bahwa gen sangat efektif mempengaruhi pertumbuhan, dan berat kering tanaman kedelai terutama pada R1. Terdapat hubungan yang signifikan antara hasil dengan gen yang mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman (Pfeiffer, 2000). Berat kering tanaman sering dijadikan sebagai alat untuk menyeleksi varietas kedelai yang mampu memberikan produksi yang tinggi (Scot *et al.*, 2005).

Adanya perbedaan berat kering (akumulasi bahan kering ke tanaman) dari kelima varietas terhadap variabel yang diamati, diduga disebabkan oleh adanya perbedaan sifat atau keunggulan dari masing-masing varietas sesuai dengan genotipe yang dimiliki oleh setiap varietas tersebut. Menurut Sitompul dan Guritno (1995), perbedaan susunan genetik tanaman merupakan salah satu penyebab keragaman penampilan tanaman. Program genetik akan diekspresikan pada bagian sifat tanaman yang mencakup bentuk dan fungsi tanaman yang menghasilkan keragaman pertumbuhan tanaman. Keragaman penampilan tanaman akibat susunan genetik selalu mungkin terjadi

sekalipun bahan tanaman yang digunakan berasal dari jenis yang sama.

Perbedaan yang beragam dari masing-masing varietas terhadap variabel yang diamati dapat disebabkan oleh perbedaan genetik dari varietas tersebut dan adaptasinya terhadap lingkungan tumbuh tanaman. Dimana, setiap varietas memiliki daya adaptasi yang berbeda-beda untuk dapat tumbuh secara maksimal. Menurut Lovelles (1989), suatu fenotipe (penampilan dan cara berfungsinya) individu merupakan hasil interaksi antara genotip (warisan alami) dan lingkungannya. Walaupun sifat khas suatu fenotipe tertentu tidak dapat selamanya ditentukan oleh perbedaan genotipe atau oleh lingkungannya, ada kemungkinan perbedaan tersebut disebabkan oleh perbedaan lingkungan atau keduanya. Selain disebabkan oleh faktor genetik, perbedaan distribusi fotosintat dari setiap varietas yang diujikan juga disebabkan oleh faktor lingkungan (tanah masam). Kondisi lingkungan (tanah masam) menyebabkan tanaman mengalami cekaman. Pada tanah masam, ketersediaan unsur P menjadi kendala utama dalam meningkatkan hasil tanaman. Pertumbuhan tanaman kedelai pada tanah masam menderita akibat cekaman abiotik dan biotik, seperti pertumbuhan vegetatif terhambat sebagai akibat kekurangan hara makro dan mikro, keracunan Al atau Mn, pembentukan nodul terhambat, tanaman mudah mendapat cekaman kekeringan dan pertumbuhan akarnya terhambat (Sumarno, 2005).

Perbedaan akumulasi berat kering dari beberapa varietas tanaman kedelai yang diujikan juga dapat dilihat dari persentasi distribusi fotosintat dari setiap variabel yang diamati. Dari pengamatan persentase distribusi fotosintat setiap bagian tanaman kedelai diketahui bahwa akumulasi fotosintat untuk semua varietas lebih banyak dialirkan ke bagian daun dibanding ke bagian tanaman lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa daun (source) masih aktif dan mempengaruhi besarnya kapasitas sink. Source meliputi organ-organ yang mampu memproduksi fotosintat yang berlebih selain untuk organ tersebut. Contohnya daun dewasa yang mampu berfotosintesis. Sink meliputi organ-organ non-fotosintetik dan organ yang tidak mampu memproduksi fotosintat yang cukup untuk kebutuhan organ tersebut. Contohnya,

daun yang belum mampu berfotosintesis, akar, batang, biji, bunga, buah dan organ lainnya. Persentase berat kering daun untuk setiap varietas yaitu 39,73% (varietas Kaba), 31,48% (varietas Argomulyo), 33,98% (varietas Tanggamus), 42,07% (varietas Grobogan) dan 27,10% (varietas Gema). Besarnya distribusi fotosintat ke bagian daun dapat disebabkan oleh masih adanya daun-daun muda yang terbentuk dan terus bertambahnya ukuran daun tanaman pada saat tanaman sudah memasuki fase generatif. Hal ini menyebabkan pembagian fotosintat banyak didistribusikan ke bagian daun tersebut dan menyebabkan kurangnya akumulasi fotosintat yang tersimpan dalam biji. Menurut Mustamu (2009), berat atau besarnya berat daun disebabkan oleh kegiatan fotosintesis yang tetap dipertahankan tinggi oleh tanaman. Selanjutnya, distribusi fotosintat juga banyak didistribusikan ke bagian akar, batang dan polong.

Berdasarkan dari deskripsi varietas kedelai diketahui bahwa semua varietas yang diujikan memiliki pola pertumbuhan determinit yaitu saat tanaman tersebut memasuki fase generatif, pertumbuhan vegetatifnya diakhiri. Namun, dari hasil penelitian diketahui bahwa saat tanaman memasuki fase generatif, fase pertumbuhan vegetatifnya juga masih terus berlangsung yang ditunjukkan oleh masih banyaknya daun-daun muda yang terbentuk dan masih bertambahnya ukuran sel daun tanaman. Kondisi tersebut menunjukkan respon tanaman dalam beradaptasi dengan lingkungan tumbuhnya.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan distribusi fotosintat tanaman kedelai antara varietas Kaba, Argomulyo, Tanggamus, Grobogan dan Gema yang ditanam pada tanah masam.
2. Varietas Argomulyo dan Gema yang ditanam pada tanah masam memiliki pola distribusi fotosintat cenderung lebih baik dibandingkan dengan varietas lainnya.

3. Semua varietas memberikan partisi fotosintat tertinggi berturut-turut ke kedaun, batang, akar, tangkai daun, dan cabang.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada Dikti yang telah memberikan dana penelitian melalui Skim Fundamental Universitas Halu Oleo tahun 2013. Hal yang sama juga kami sampaikan kepada tim peneliti, dan seluruh mahasiswa Agroteknologi yang terlibat membantu dalam penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bakker MR, Kerisit R, Verbist K, Nys C. 1999. Effect of liming on rhizosphere chemistry and growth of fine roots and of shoot of sessile oak. *Plant Soil*. 217 : 243-255.
- Bambara S, Ndakidemi PA. 2010. The potential role of lime and molybdenum on the growth, nitrogen fixation and assimilation of metabolites in nodulated legum. A Special reference to *Phaseolus vulgaris*. *Afr. J. Biotechnol* 8: 2482 - 2489
- Brown JC. 1979. Genetic improvement and nutrient uptake. *In plant* 29:289-292
- Gurmo F, Mohammed H, Alemaw G. 2009. Genotype X invironment interactions and stability of Soybean for grain yield and Nutrition quality. *African Crop Sci Journal* 17:87-99.
- Hairiah K, Widiyanto, Suprayogo D. 2005. Dapatkah pengembangan budidaya tanaman pangan pada tanah masam selaras dengan konsep pertanian sehat? *Prosiding Lokakarya Pengembangan Kedelai di Lahan Sub-optimal*. Puslitbangtan Bogor.
- Heru K. 2014. Potensial yield of soybean lines are higher than their parent Indonesia lowland popular variety. *Inter. J. Of Biol*. 6.2. :49-57
- Liu XB, Harbert SJ. 2002. Fiefteen years of research axamining cultivation of continnous soybean in Nartheast China. *Field Crops Res*. 79: 1-7
- Liu XB, Jin J, Wang GH, Herbert SJ. 2008. Soybean yield physiology and develovement of hight-yielding practices in Northeast China. *Field Crop Res* 105:157-171.
- Lovelless AR. 1989. *Prinsip-Prinsip Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropik*. Terjemahan Kartawinata K, Dinimiharja S, Soetisna U. Gramedia, Jakarta.
- Mustamu YA. 2009. Seleksi kedelai generasi F4 terhadap intensitas cahaya rendah di dua lingkungan [Tesis]. Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Palomo I, Guzman L, Leiva E, Mujica V, Carrasco G, Morgado N, Gonzalez DR, 2011. Soybean products consumption in the prevention of cardiovascular diseases. In H.A. El-Shemy (Ed). *Soybean and Health*. In Tech: Rijeka, Croatia.
- Pfeiffer TW, Harris LC. 1990. Soybeans yield delayed planting as affected by alleles increasing vegetative weight. *Field Crop. Res*. 23:93-101
- Pfeiffer TW. 2000. Selecting soybean for adaptation to double cropping on the basis of full season plant height. *Crop Sci*. 40: 387-390.
- Salvagiotti F, Cassman KG, Specht JE, Walter DT., Weiss A, Dakermann A. 2008. Nitrogen uptake, fixation and responsto fertilizer N in Soybeans. *Field Crops Res*. 105 : 1-18
- Scot TR, David W, Wesley WC. 2005. Nitrogen application yield and early dry metter accumulation in late-planted soybean. *Cro. Sci*. 15(3) : 854-858.
- Sitompul SM, Guritno B. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Specht JE, Hume DJ, Kumudinia SV. 1999. Soybean yield potential-A genetic and physiological perspective. *Crop. Sci*. 39:1560-1570
- Sumarno. 2005. Strategi Pengembangan Kedelai di Lahan Masam. *Prosiding Lokakarya Pengembangan Kedelai di Lahan Suboptimal*. Puslitbangtan Bogor.
- Tantasawat P, Trongchuen J, Prajongjai T, Jenweerawat S, Chaowiset W. 2011. SSR Analysis of soybean (*Glicine max* (L) Merr) genetic relationship and variety identification in Thailand. *Aust. J. Of Crop Sci* 5.3 : 283-290.
- Workneh B, Tesfu K, Jafer D. 2013. Growth and nodulation response of soybean (*Glicine max* (L) Merrill) to Lime, *Bradyrhizobium japonicum* and nitrogen fertilizer in acid soil at Melko, South Watern Ethopia. *Inter J. Of Sci* 8.1 : 25 – 31.