

## DINAMIKA PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KEDELAI DENGAN BERBAGAI KONSENTRASI BIOETANOL DAN DOSIS MIKORIZA

### *DYNAMICS OF GROWTH AND PRODUCTION OF SOYBEAN WITH VARIOUS CONCENTRATION OF BIOETHANOL AND DOSE OF MYCORRHIZA*

<sup>1)</sup>Suherman, <sup>2)</sup> Iradhatullah Rahim, <sup>3)</sup> Muhammad Akhsan Akib

<sup>4)</sup>Marlina Mustafa dan <sup>5)</sup>Sitti Halimah Larekeng

<sup>1)</sup>suherman.umpar@gmail.com; <sup>2)</sup>iradhat76@gmail.com

<sup>1)2)3)4)</sup>Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan  
Universitas Muhammadiyah Parepare

Jl. Jenderal Ahmad Yani Km. 6 Parepare

<sup>5)</sup>Mahasiswa Program Pascasarjana IPB

#### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian bioetanol dan mikoriza terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai. Penelitian ini menggunakan Rancangan Faktorial dengan dasar Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan ulangan sebanyak tiga kali, perlakuan pertama adalah bioetanol yang terdiri dari tiga taraf konsentrasi, yaitu 0% (kontrol), 10%, dan 20%. Sedangkan perlakuan kedua adalah mikoriza yang terdiri dari tiga taraf, yaitu tanpa Mikoriza, 4 g.tan<sup>-1</sup>, dan 8 g.tan<sup>-1</sup> yang dilanjutkan dengan uji duncan jika perlakuan berpengaruh nyata. Hasil percobaan menunjukkan tinggi tanaman tertinggi diperoleh dari perlakuan bioetanol 20% dan mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup>. Analisis ragam jumlah daun berbeda nyata ( $\alpha=0.05$ ) terhadap interaksi bioetanol dan mikoriza umur 14 hst. Pengamatan ILD diperoleh nilai tertinggi umur 43 hst pada perlakuan bioetanol 10% dan mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup>, sedang nilai tertinggi LAN umur 43 hst pada perlakuan kontrol, dan nilai tertinggi LTR umur 43 hst pada perlakuan bioetanol 20% dan mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup>. Hasil produksi tertinggi diperoleh pada perlakuan bioetanol 10% dan mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup>.

**Kata kunci:** bioetanol, mikoriza vesikular arbuskular, kedelai, pertumbuhan, produksi

#### ABSTRAC

*The purpose of this study was to determine the effect of ethanol and mycorrhiza on the growth and production of soybean. This study uses a factorial design with Basic Randomized Design (RBD) with repeated three times, the first treatment is bioethanol which consists of three concentration levels, ie 0% (control), 10%, and 20%. While the second is a mycorrhizal treatment consisting of three levels, ie without Mycorrhiza, 4 g.plant<sup>-1</sup>, and 8 g.plant<sup>-1</sup>, followed by Duncan test if treatment significantly. The results showed the highest plant height was obtained from 20% ethanol treatment and mycorrhizae 8 g.plant<sup>-1</sup>. Analysis of variance leaf number was significantly different ( $\alpha=0.05$ ) to bioethanol and mycorrhizal interactions at 14 dap. LAI observations obtained the highest score at the age of 43 DAP 10% bio-ethanol treatment and mycorrhizae 8 g.plant<sup>-1</sup>, being the highest score NAR aged 43 DAP in the control treatment, and the highest value of RGR age 43 DAP at 20% bio-ethanol treatment and mycorrhizae 8 g.plant<sup>-1</sup>. Highest yield obtained in the treatment of 10% bioethanol and mycorrhiza 8 g.plant<sup>-1</sup>.*

**Keywords:** bioethanol, vesicular mycorrhizal arbuskular, soybean, growth, production

## PENDAHULUAN

Pertambahan penduduk mengakibatkan pertumbuhan industri baik skala besar maupun rumah tangga yang menggunakan bahan pokok kedelai meningkat. Peningkatan kebutuhan kedelai tiap tahunnya, membuat pemerintah mengambil kebijakan impor kedelai. Produksi kedelai dalam negeri pada tahun 2010 hanya 910.5 ton, sedangkan kebutuhan konsumsi dalam negeri sebesar 1653.6 ton, sehingga impor kedelai masih dibutuhkan yang jumlahnya mencapai sekitar 750 ton (tahun 2011).

Salah satu penyebab rendahnya produksi dalam negeri diakibatkan dari produktivitas tanaman yang rendah, yakni berkisar 1-1,5 ton/Ha. Rendahnya produktivitas kedelai bisa disebabkan oleh beberapa faktor antara lain 60% kedelai ditanam pada lahan sawah (sawah tadah hujan, irigasi semi teknis maupun beririgasi teknis), dan 40% ditanam pada lahan tegalan (lahan kering). Masalah kekeringan dapat menurunkan tingkat produktivitas kedelai 40-65% (Suharjawanasuria, 2001).

Salah satu cara untuk mengatasi masalah rendahnya produktivitas kedelai adalah pemberian bioetanol dan mikoriza. Mikoriza Arbuskular merupakan tipe asosiasi mikoriza yang tersebar sangat luas dan ada pada sebagian besar ekosistem yang menghubungkan antara tanaman dengan rizosfer. Mikoriza dapat meningkatkan serapan air pada tanaman dan juga bisa memberikan daya tahan kekeringan dan kekebalan bagi tanaman inang (Hardiatmi, 2008; Sasli, 2004).

Selain itu, penambahan karbon yang terkandung dalam etanol pada tanaman  $C_3$  dapat memperbaiki penambahan  $CO_2$  pada rubisco. Penelitian menggunakan etanol dapat memacu pertumbuhan vegetatif dan generatif kedelai (Akib, 2009), demikian pula pemberian etanol memberi hasil nyata

terhadap pertumbuhan tanaman tembakau (Higase, 1965), perlakuan gas etanol tidak menunjukkan efek samping, dan sebaliknya meningkatkan biomas dari tanaman (Haakana *et. al.*, 2001).

Bioetanol merupakan etanol yang bersumber dari bahan-bahan organik lebih mudah diperoleh dengan harga relatif murah. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan aplikasi menggunakan bioetanol dan mikoriza vesikular arbuskular (MVA) terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai. Perlakuan tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan menentukan konsentrasi bioetanol serta dosis mikoriza terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi pada kedelai yang diaplikasikan di lapangan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada lahan sawah milik petani di Desa Panincong, Kecamatan Marioriaawa, Kabupaten Soppeng dengan ketinggian tempat 20 m dpl, dan berlangsung mulai bulan April hingga Juli 2011. Bahan yang digunakan adalah benih kedelai varietas Anjasmoro, inokulum MVA, bioetanol dan aquades.

Model eksperimen menggunakan Rancangan Faktorial dengan dasar Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor. Pertama adalah konsentrasi bioetanol (B), yaitu tanpa bioetanol (B0), bioetanol 10% (B1), dan bioetanol 20% (B2). Kedua adalah pemberian inokulum mikoriza (M), meliputi tanpa mikoriza (M0), 4 g.tan<sup>-1</sup> (M1), dan 8 g.tan<sup>-1</sup> (M2). Diulang sebanyak 3 kali dengan jumlah pengamatan terdapat 27 unit. Tiap unit terdiri dari 5 tanaman, total 135 unit pengamatan. Data dianalisis menggunakan uji F dan disajikan dalam tabel analisis ragam (Ansira). Bila perlakuan berpengaruh nyata, maka analisis dilanjutkan menggunakan uji Duncan.

### Parameter Pengamatan

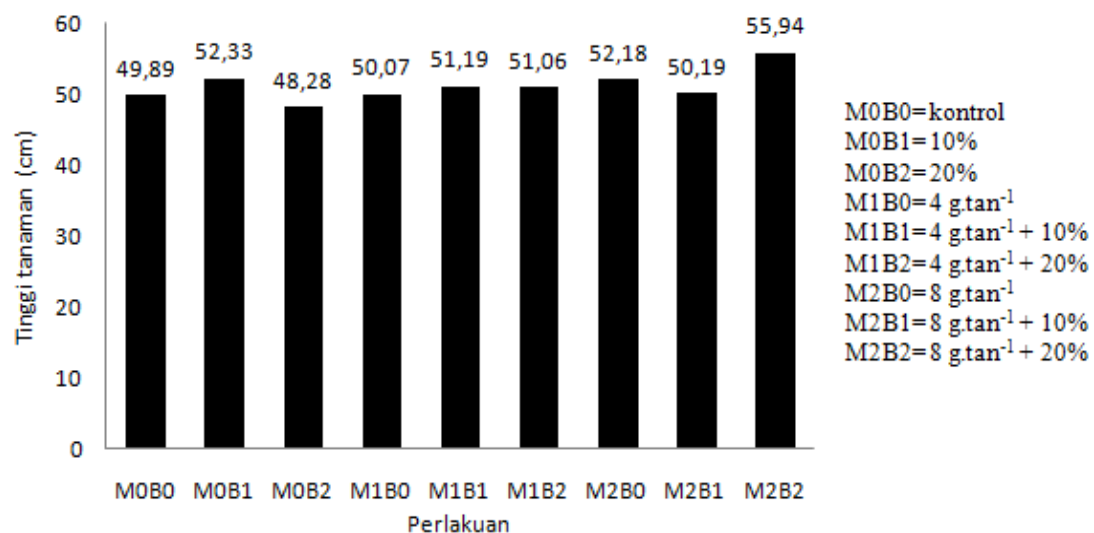
**Aspek Pertumbuhan:** Dihitung mulai minggu kedua hari setelah tanam (HST) dan berselang dua minggu sampai panen. Parameter yang diamati adalah: tinggi tanaman (cm), jumlah daun, indeks luas daun (ILD), laju asimilasi netto (LAN), dan laju tumbuh relatif (LTR). **Aspek produksi:** Bobot biji per tanaman sampel ( $\text{g.tan}^{-1}$ ) dan bobot 1000 biji kering (g) yang dihitung dengan mengambil sebanyak 1000 biji kering hasil tanaman sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Aspek Pertumbuhan

#### 1. Tinggi Tanaman

Analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian bioetanol dan mikoriza, maupun interaksi keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman. Pertumbuhan tanaman tertinggi nampak pada perlakuan interaksi bioetanol 20% dan mikoriza  $8 \text{ g.tan}^{-1}$  (M2B2). Tanaman terendah diperoleh pada perlakuan tanpa mikoriza dengan pemberian bioetanol 20% (M0B2) (Gambar 1).



Gambar 1. Rata-rata tinggi (cm) kedelai pada perlakuan interaksi bioetanol dan mikoriza umur 43 HST.

#### 2. Jumlah Daun

Hasil analisis sidik ragam interaksi bioetanol dan mikoriza terhadap jumlah daun berpengaruh nyata pada taraf  $\alpha=0.05$  saat tanaman berumur 14 HST. Rata-rata jumlah daun lebih besar pada perlakuan mikoriza  $8 \text{ g.tan}^{-1}$ , dan berbeda nyata terhadap perlakuan tanpa mikoriza. Interaksi bioetanol 20% dan mikoriza  $8 \text{ g.tan}^{-1}$  memperlihatkan hasil terbaik (Tabel 1).

#### 3. Indeks Luas Daun

LD merupakan rasio permukaan daun terhadap luas tanah yang di tempati oleh tanaman budidaya tersebut. Harga ILD menggambarkan adanya saling menaungi di antara daun yang mengakibatkan daun yang ternaungi kekurangan cahaya sehingga laju fotosintesis rendah. Indeks luas daun merupakan rasio permukaan daun terhadap luas tanah yang di tempati oleh tanaman budidaya tersebut.

Analisis sidik ragam ILD menunjukkan pada semua pengamatan berpengaruh tidak nyata terhadap ILD kedelai. ILD tanpa pemberian mikoriza

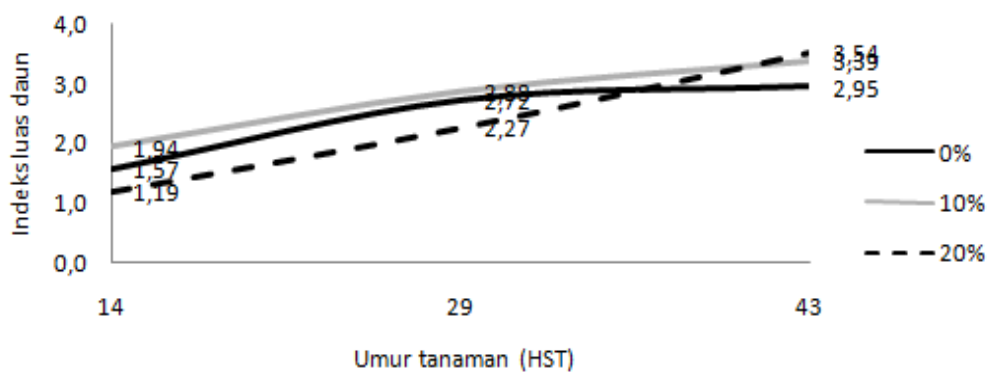
Tabel 1. Rata-rata jumlah daun kedelai pada berbagai aplikasi bioetanol dan mikoriza pada umur 14 HST.

Bioetanol (%)	Mikoriza (g.tan <sup>-1</sup> )		
	0	4	8
0	8.80 <sup>a</sup>	11.00 <sup>de</sup>	11.20 <sup>gh</sup>
10	10.40 <sup>c</sup>	9.40 <sup>b</sup>	10.40 <sup>d</sup>
20	9.60 <sup>b</sup>	11.20 <sup>fgh</sup>	11.40 <sup>h</sup>

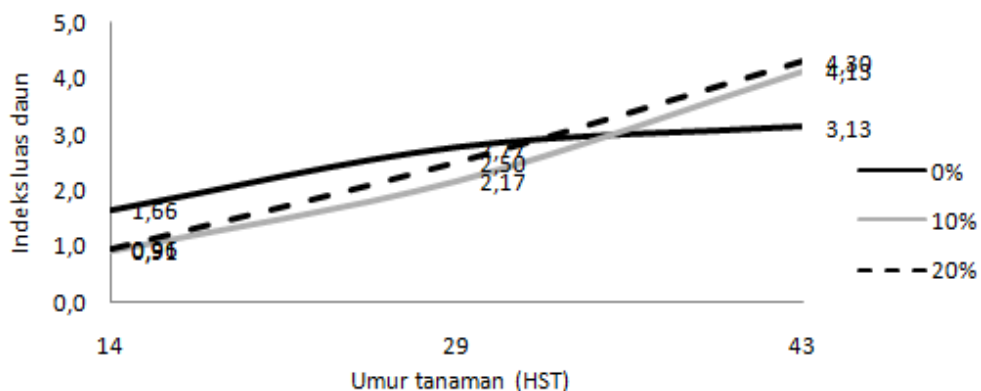
Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris atau kolom menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf  $\alpha=0.05$ .

diperoleh nilai tertinggi dengan pemberian bioetanol 10% pada umur 14 HST, dan menurun di umur 43 HST. Sedang pemberian bioetanol 20% diperoleh hasil terendah pada umur 14 HST dan meningkat pada umur 43 HST. ILD maksimum terjadi pada umur 43 HST (Gambar 2).

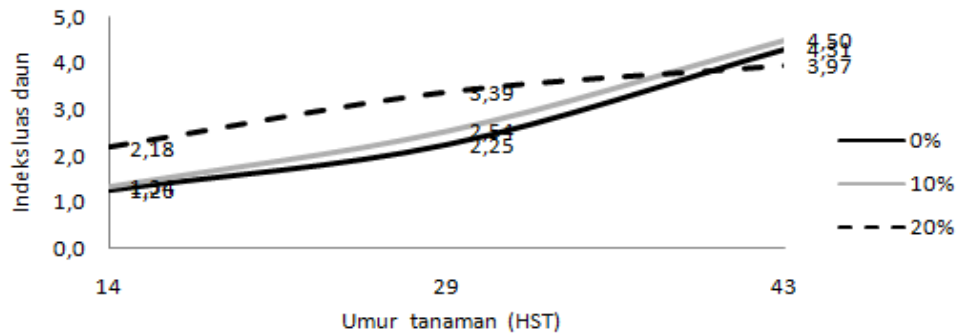
ILD dengan pemberian mikoriza 4 g.tan<sup>-1</sup> menunjukkan nilai tertinggi diperoleh tanpa bioetanol pada umur 14 HST, dan menurun pada umur 43 HST (Gambar 3). Pemberian bioetanol 20% diperoleh nilai terendah umur 14 HST dan meningkat pada umur 43 HST.



Gambar 2. ILD kedelai pada berbagai konsentrasi bioetanol (0%, 10%, 20%) dengan tanpa pemberian mikoriza.



Gambar 3. ILD kedelai pada berbagai konsentrasi bioetanol (0%, 10%, 20%) dengan pemberian mikoriza 4 g.tan<sup>-1</sup>.



Gambar 4. ILD kedelai pada berbagai konsentrasi bioetanol (0%, 10%, 20%) dengan pemberian mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup>.

ILD dengan pemberian mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup> diperoleh nilai terendah dengan perlakuan tanpa bioetanol. Sedang pada perlakuan bioetanol 20 % diperoleh nilai tertinggi pada umur tanaman 14 HST dan menurun pada umur 43 HST. Interaksi bioetanol 10% dan mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup> memberi hasil yang tinggi terhadap ILD kedelai (Gambar 4).

Hal ini diduga karena bioetanol yang bereaksi dengan oksigen akan meningkatkan kadar CO<sub>2</sub> eksternal, dan laju fotosintesis berlangsung lebih giat dibandingkan pada perlakuan lainnya. Serta bioetanol dapat bertindak sebagai sumber C untuk pabrik dan fotorespirasi inhibitor. Bioetanol adalah etanol dengan rumus kimia C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH dan rumus empiris C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O (Wikipedia, 2009). Harga ILD menggambarkan adanya saling menaungi di antara daun yang mengakibatkan daun yang ternaungi kekurangan cahaya sehingga laju fotosintesis rendah (Sitompul dan Guritno, 1995). Interaksi mikoriza berperan terhadap peningkatan ILD pada perlakuan bioetanol 20% pada umur 43 HST. Namun ILD pemberian mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup> menurunkan nilai ILD perlakuan bioetanol 20% namun tetap memberikan nilai ILD tertinggi pada perlakuan bioetanol 10%.

#### 4. Laju Asimilasi Netto

Analisis sidik ragam perlakuan bioetanol dan mikoriza berpengaruh tidak nyata terhadap LAN. LAN tanpa

pemberian mikoriza dengan perlakuan bioetanol 20% mencapai LAN optimum pada umur tanaman 29 HST dan mengalami penurunan pada umur 43 HST. Umur 14 HST dan 43 HST nilai tertinggi tanpa bioetanol, dan yang terendah pada bioetanol 10% (Gambar 5).

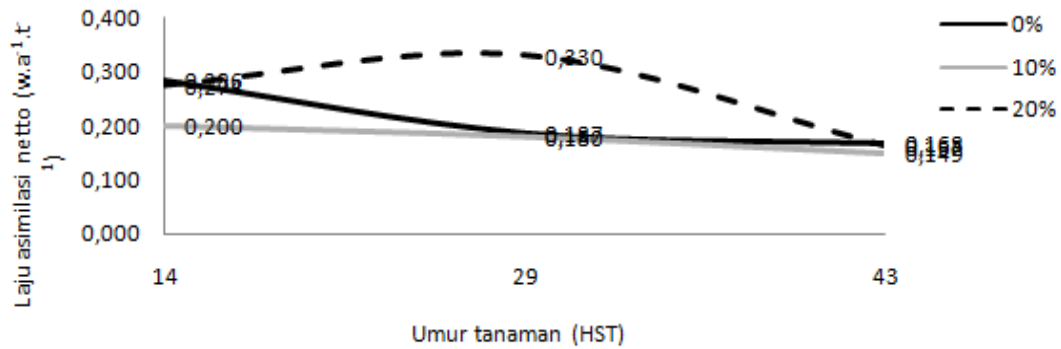
Pemberian mikoriza 4 g.tan<sup>-1</sup> diperoleh rata-rata nilai LAN tertinggi pada umur 14 HST dan menurun hingga umur 43 HST. Nilai tertinggi di umur 14 HST diperoleh pada perlakuan bioetanol 20% dan mengalami penurunan di umur 43 HST. Sedangkan perlakuan tanpa bioetanol pada umur 43 HST diperoleh nilai tertinggi (Gambar 6).

LAN dengan pemberian mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup> pada umur 14 HST diperoleh nilai tertinggi adalah perlakuan bioetanol 10% dan menurun hingga umur 43 HST. Sedangkan tanpa bioetanol dengan mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup> mencapai titik optimum pada umur 29 HST dan menurun di umur 49 HST. Umur 43 HST diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan bioetanol 20% dengan mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup> (Gambar 7).

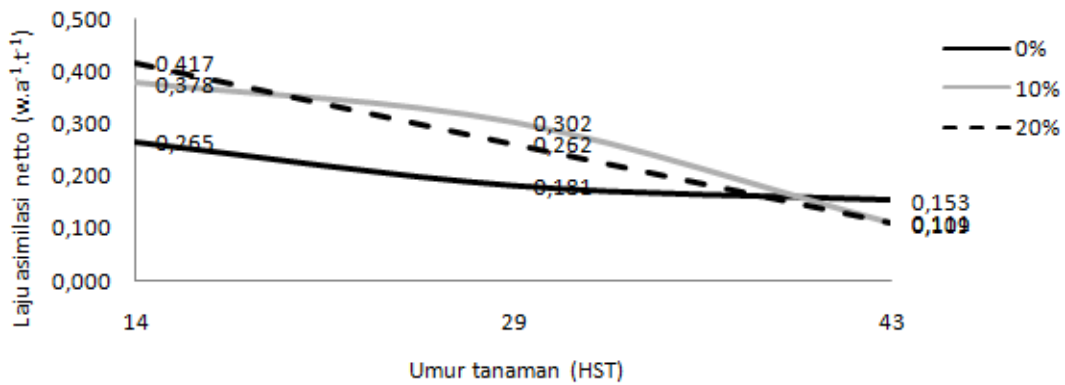
LAN menunjukkan penimbunan berat kering per satuan luas daun. LAN bioetanol 20% tanpa mikoriza meningkat dari umur 14 HST ke 29 HST dan mengalami penurunan dari umur 29 HST ke 43 HST. Sedang pemberian mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup> LAN tanpa bioetanol meningkat dari umur 14 HST ke 29 HST dan mengalami penurunan dari umur 29 HST ke

43 HST. Haakana *et. al.* (2001) melaporkan kemungkinan sebagian etanol diambil tanaman melalui stomata, dan mentranslokasi karbon ke bagian lain dari tanaman yang dirawat, terutama yang

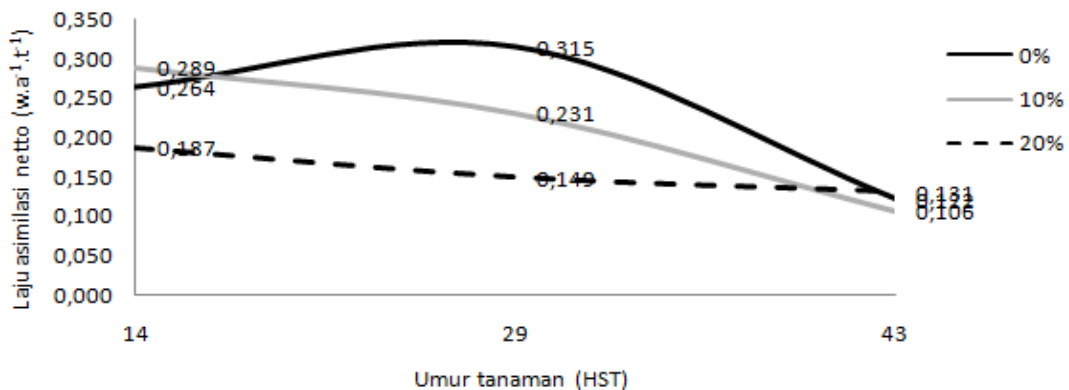
baru muncul daun. Translokasi tampak lebih cepat selama periode terang serta etanol dapat meningkatkan biomas dari tanaman.



Gambar 5. LAN kedelai pada berbagai konsentrasi bioetanol (0%, 10%, 20%) dengan tanpa pemberian mikoriza.



Gambar 6. LAN kedelai pada berbagai konsentrasi bioetanol (0%, 10%, 20%) dengan pemberian mikoriza 4 g.tan<sup>-1</sup>.



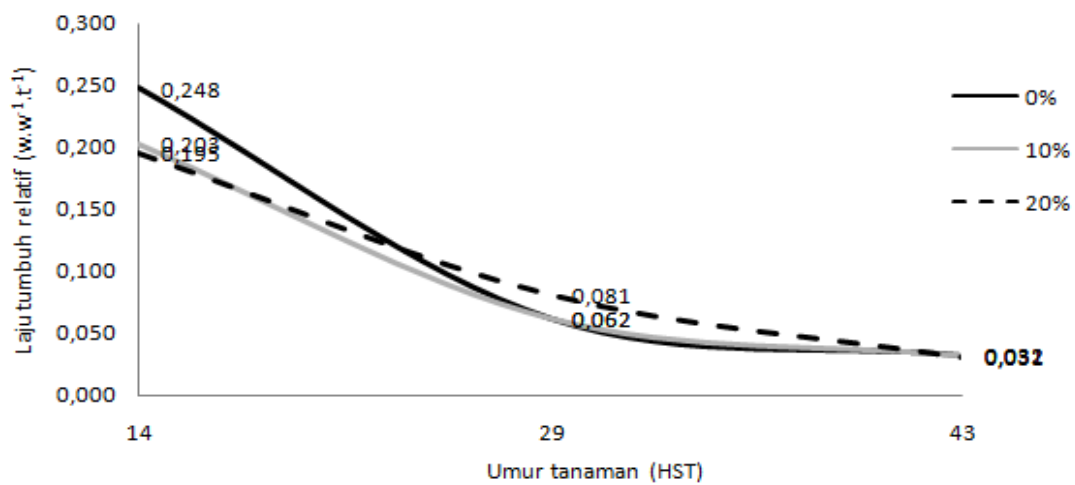
Gambar 7. LAN kedelai pada berbagai konsentrasi bioetanol (0%, 10%, 20%) dengan pemberian mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup>.

### 5. Laju Tumbuh Relatif

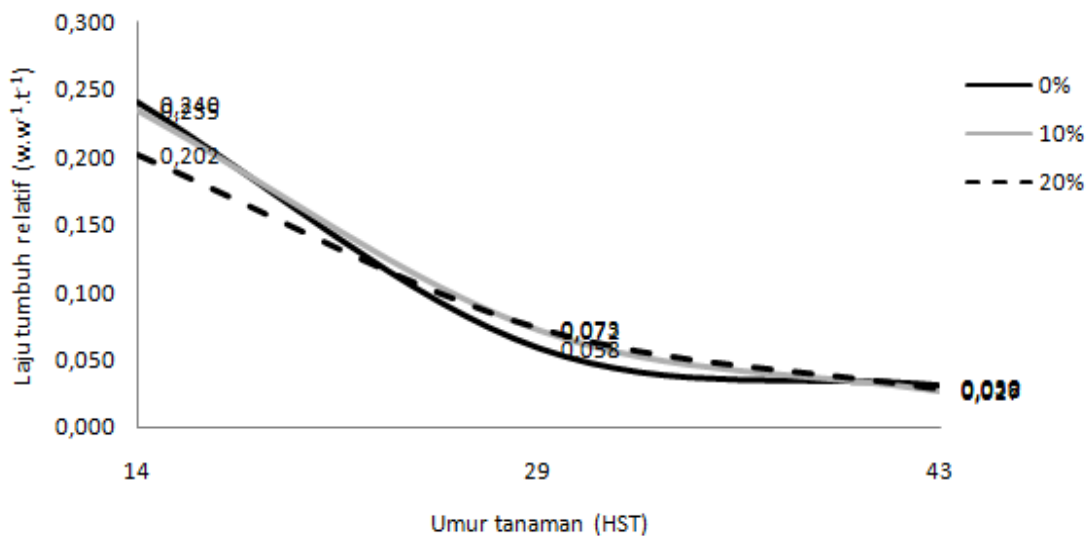
Perlakuan tanpa mikoriza diperoleh nilai LTR rata-rata mengalami penurunan. Nilai terendah dengan pemberian bioetanol 20% pada umur 14 HST, sedangkan umur 29 HST diperoleh nilai tertinggi dan mengalami penurunan pada umur 43 HST. Sedang nilai tertinggi LTR diperoleh pada perlakuan tanpa bioetanol pada umur 14 HST (Gambar 8).

Perlakuan dengan pemberian mikoriza 4 g.tan<sup>-1</sup> rata-rata mengalami

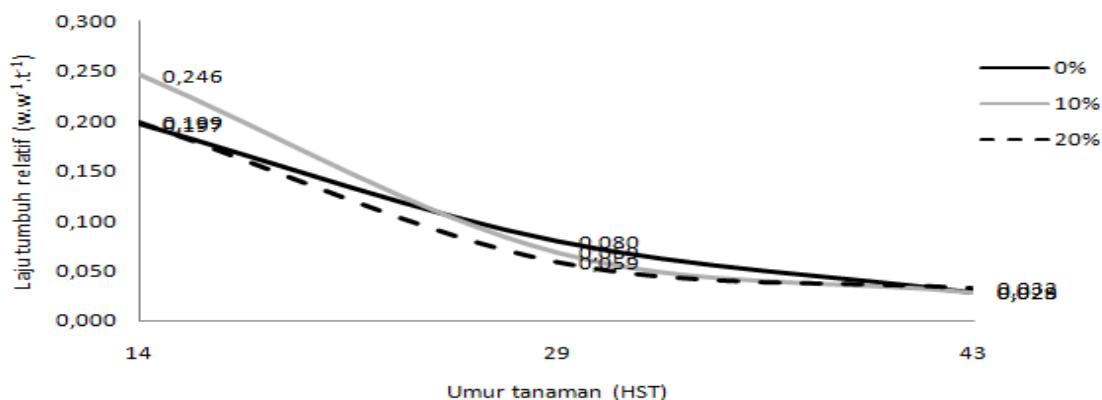
penurunan hingga umur 43 HST. Nilai tertinggi di umur 14 HST adalah tanpa bioetanol dan terendah dengan pemberian bioetanol 20%. Sedangkan umur 29 HST nilai tertinggi pada pemberian 20% dan terendah dengan tanpa bioetanol (Gambar 9). Sedangkan perlakuan mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup> di umur 14 HST diperoleh nilai tertinggi dengan pemberian bioetanol 10% dan menurun hingga umur 43 HST (Gambar 10).



Gambar 8. LTR kedelai pada berbagai konsentrasi bioetanol (0%, 10%, 20%) dengan tanpa pemberian mikoriza.



Gambar 9. LTR kedelai pada berbagai konsentrasi bioetanol (0%, 10%, 20%) dengan pemberian mikoriza 4 g.tan<sup>-1</sup>.



Gambar 10. LTR kedelai pada berbagai konsentrasi bioetanol (0%, 10%, 20%) dengan pemberian mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup>.

LTR kedelai menunjukkan pola yang konsisten, yaitu menunjukkan penurunan dari umur 14 HST hingga 43 HST. LTR menunjukkan laju peningkatan bobot kering tanaman dalam suatu interval waktu tiap satuan bobot kering (Gardner *et. al.*, 1991). Perlakuan bioetanol diduga mampu meningkatkan laju pertumbuhan tanaman. Konsentrasi 5-15% bermanfaat bagi pertumbuhan daun selada. Akib (2009) melaporkan dengan pemberian etanol 30% yang dihasilkan melalui proses fermentasi limbah pertanian dapat memacu pertumbuhan vegetatif dan generatif kedelai. Hasil penelitian Payan dan Santos (1997) diperoleh bahwa konsentrasi di atas 20% menghasilkan efek toksik terhadap sistem enzimatis. Adanya perbedaan hasil yang diperoleh para peneliti dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang berbeda disetiap waktu, lokasi, dan cara aplikasi.

### Aspek Produksi

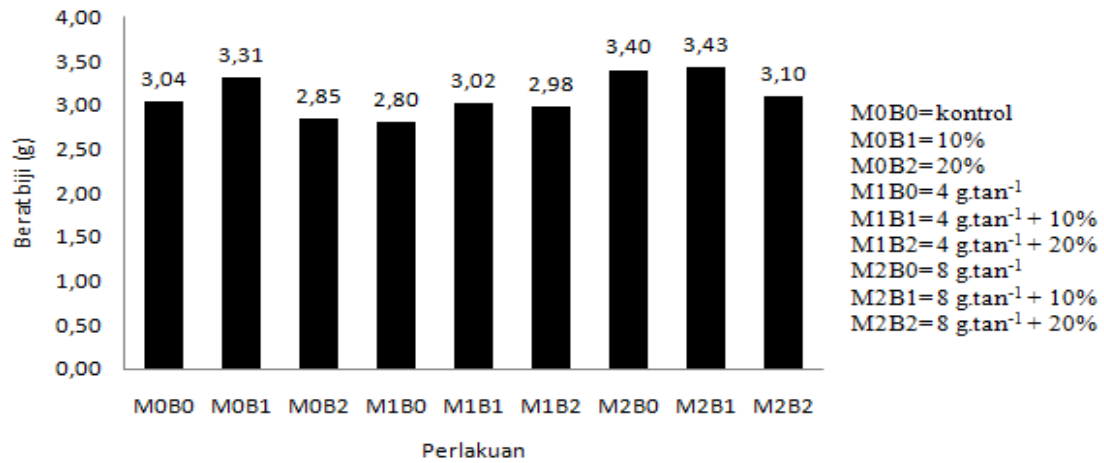
Analisis sidik ragam pemberian bioetanol dan mikoriza tidak berpengaruh nyata terhadap produksi berat biji per tanaman dan berat 1000 biji. Namun hasil pengamatan diperoleh rata-rata berat biji per tanaman sampel tertinggi dan berat 1000 biji diperoleh pada perlakuan bioetanol 10% dan mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup>.

Berat biji per tanaman sampel tertinggi diperoleh pada perlakuan mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup> dan bioetanol 10% (M2B1), sedangkan terendah pada perlakuan mikoriza 4 g.tan<sup>-1</sup> dan tanpa bioetanol (M1B0) (Gambar 11).

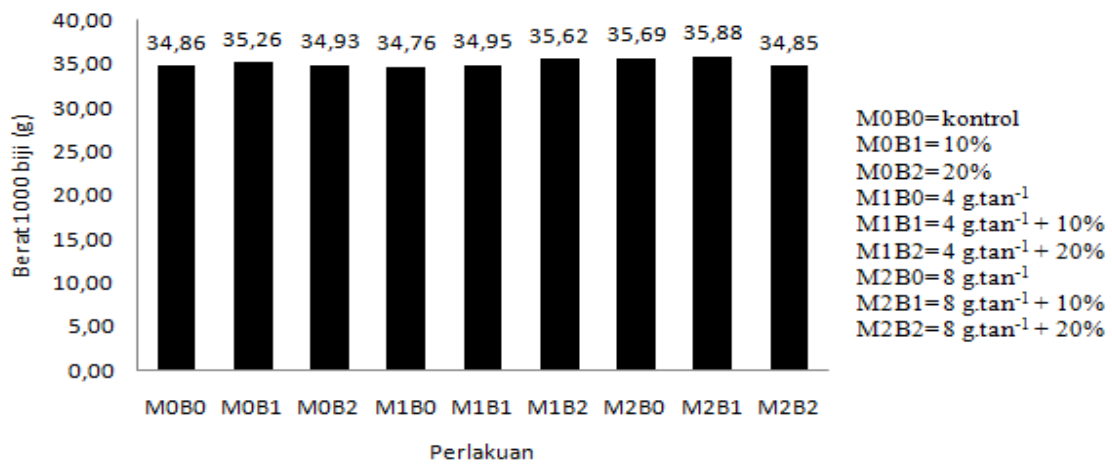
Sedangkan berat 1000 biji nilai tertinggi dan terendah diperoleh pada perlakuan perlakuan yang sama. Berat biji per tanaman sampel dan bobot 1000 biji diperoleh pada perlakuan bioetanol 10% dan mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup> (Gambar 12).

Diduga penambahan konsentrasi bioetanol pada suhu tinggi mengakibatkan penurunan kerja enzim pada kloroplas. Hal ini diperoleh nilai terendah pada perlakuan bioetanol 20% (Gambar 12). Menurut Aman (2002), peningkatan radiasi yang lebih jauh tidak dapat meningkatkan laju fotosintesis netto karena kloroplas akan menjadi jenuh cahaya, laju asimilasi netto selain dipengaruhi oleh konsentrasi CO<sub>2</sub> juga dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Dengan penambahan konsentrasi CO<sub>2</sub> laju asimilasi semakin turun jika suhu udara meningkat. Hal ini disebabkan laju fotosintesis dikendalikan oleh enzim RuBP (Rubisco) yang aktif. June (2000) melaporkan hasil fotosintesis optimum sangat ditentukan oleh suhu udara, selain besarnya radiasi. Selain itu, besarnya konsentrasi CO<sub>2</sub> yang ada di dalam stomata akan sangat menentukan fotosintesis optimum.





Gambar 11. Rata-rata berat biji per tanaman sampel (gram) kedelai pada perlakuan interaksi bioetanol dan mikoriza.



Gambar 12. Rata-rata berat 1000 biji (gram) kedelai pada perlakuan interaksi bioetanol dan mikoriza.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pertumbuhan kedelai tertinggi diperoleh pada konsentrasi bioetanol 20%. Sedangkan produksi tertinggi pada konsentrasi bioetanol 10%.
2. Pertumbuhan dan produksi kedelai diperoleh hasil terbaik pada dosis mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup>.
3. Interaksi bioetanol 20% dan mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup> memberi hasil terbaik terhadap pertumbuhan kedelai. Sedangkan interaksi bioetanol 10% dan mikoriza 8 g.tan<sup>-1</sup> memberi hasil terbaik terhadap produksi .

## DAFTAR PUSTAKA

- Akib, M. A. 2009. *Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (Glycine max) Yang Diberi Ethanol Pada Konsentrasi Yang Berbeda*. Prodi tanaman Pangan dan Hortikultura SPP Negri Rappang, Rappang.
- Aman, M. 2002. *Pendugaan Laju Asimilasi Potensial Tanaman Kedelai (Glycine max L. Merr) Dengan Menggunakan Model "Big Leaf": Pengaruh Peningkatan Konsentrasi CO<sup>2</sup>, Radiasi Surya dan Suhu Udara di Atmosfer Di Bogor*. Laporan

- Makalah Khusus Prodi Agrometeorologi. IPB, Bogor.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce dan R. L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Terjemahan Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Haakana, K., L. Särkkä dan S. Somersalo. 2001. *Gaseous Ethanol Penetration of Plant Tissues Positively Effects The Growth and Commercial Quality of Miniature Roses and Dill*. *Scientia Horticulturae*, Volume 88, Issue 1, 30 Maret 2001, Pages 71-84
- Hardiatmi, J. M. S. 2008. *Pemanfaatan Jasad Renik Mikoriza Untuk Memacu Pertumbuhan Tanaman Hutan*. *INNOFARM: Jurnal Inovasi Pertanian*, Vol. 7, no. 1, Hal. 1-10.
- Higase, S. 1965. *Effect of Ethanol Aplikasi On The Flower Formation in Tobacco*. *Plant and Cell Physiol*. Vol 6, hal. 775-777.
- June, T. 2000. *Photosynthetic of Soybean (Glycine max (L) Merr): Scaling up from Elektron Transport to Canopy Level*. PhD These. Australian National University. Australia.
- Payan, J. P. M., and B. M. Santos. 1997. *Effects of Different Ethanol Concentrations on The Initial Growth of Lettuce (Lactuca sativa)*. Seedings of The Caribbean Food Crops Society. 33:442-447.
- Sasli, I. 2004. *Peranan Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) Dalam Penigkatan Resistensi Tanaman Terhadap Cekaman Kekeringan*. Makalah Pribadi pengantar ke Falsafah Sains. Sekolah Pasca Sarjana, IPB.
- Sitompul, S. M. dan B. Guritno. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Cet. 1. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Suharjawanasuria. 2001. *Produksi Kedelai Nasional Belum Mencukupi*. Agribusiness Online. <http://suharjawanasuria.tripod.com>. Diakses tanggal 20 Maret 2010.