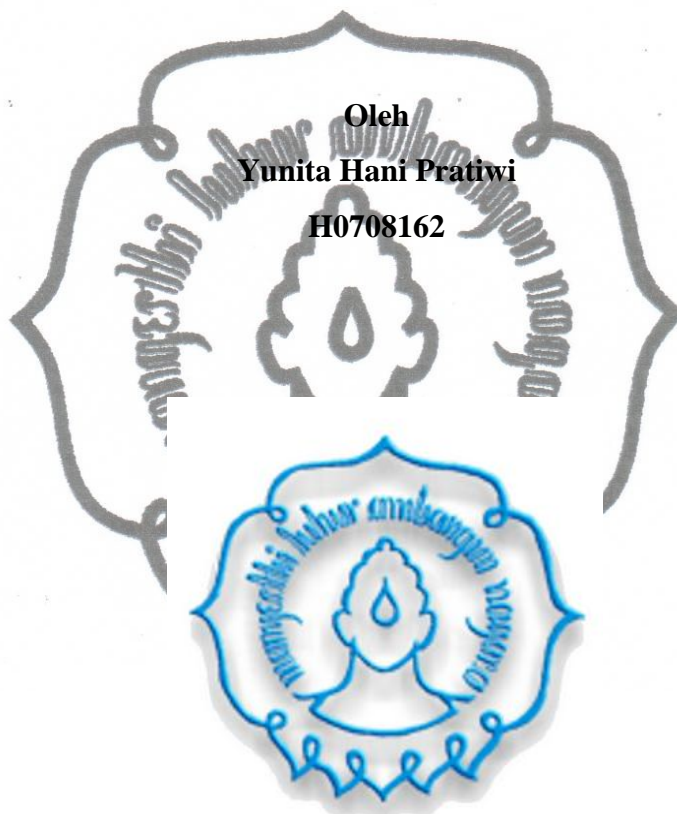


**SKRIPSI**

**PRODUKTIVITAS KEDELAI (*Glycine max* L.) PADA SISTEM  
TUMPANGSARI JAGUNG (*Zea mays* L.) SECARA DERET TAMBAH**

Oleh  
**Yunita Hani Pratiwi**  
**H0708162**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

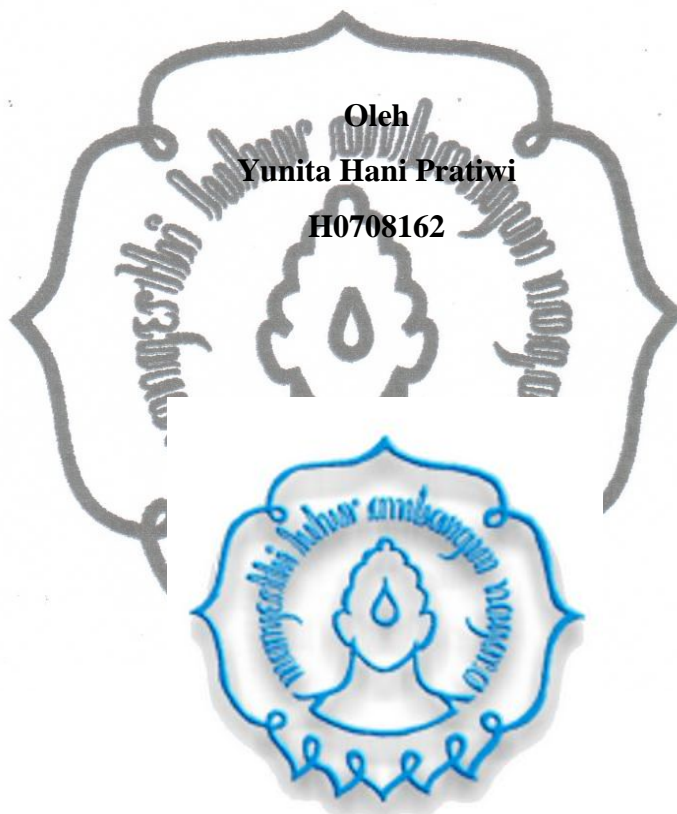
**2012**

*commit to user*

**SKRIPSI**

**PRODUKTIVITAS KEDELAI (*Glycine max* L.) PADA SISTEM  
TUMPANGSARI JAGUNG (*Zea mays* L.) SECARA DERET TAMBAH**

Oleh  
**Yunita Hani Pratiwi**  
**H0708162**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2012**

*commit to user*

**PRODUKTIVITAS KEDELAI (*Glycine max* L.) PADA SISTEM  
TUMPANGSARI JAGUNG (*Zea mays* L.) SECARA DERET TAMBAH**

**SKRIPSI**

**untuk memenuhi sebagian persyaratan  
guna memperoleh derajat Sarjana Pertanian  
di Fakultas Pertanian  
Universitas Sebelas Maret**

**Oleh  
Yunita Hani Pratiwi  
H0708162**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2012**

*commit to user*

**SKRIPSI**

**PRODUKTIVITAS KEDELAI (*Glycine max* L.) PADA SISTEM  
TUMPANGSARI JAGUNG (*Zea mays* L.) SECARA DERET TAMBAH**

**Yunita Hani Pratiwi**

**H0708162**

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing Pendamping**

**Prof. Dr. Ir. MTh. Sri Budiastuti, MSi**

**NIP. 19591205 198503 2 001**

**Prof. Dr. Ir. Supriyono, MS**

**NIP. 19590711 198403 1 002**

**Surakarta, Juli 2012**

**Mengetahui  
Universitas Sebelas Maret Surakarta  
Fakultas Pertanian  
Dekan,**

**Prof. Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, M.S.**

**NIP. 19560225 198601 1 001**

*commit to user*

## SKRIPSI

### PRODUKTIVITAS KEDELAI (*Glycine max* L.) PADA SISTEM TUMPANGSARI JAGUNG (*Zea mays* L.) SECARA DERET TAMBAH

yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Yunita Hani Pratiwi**

**H0708162**

telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal : 9 Juli 2012  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian  
Program Studi Agroteknologi

Susunan Tim Penguji :

**Ketua**

**Anggota I**

**Anggota II**

**Prof. Dr. Ir. MTh. Sri Budiastuti, MSi**

**NIP. 19591205 198503 2 001**

**Prof. Dr. Ir. Supriyono, MS**

**NIP. 19590711 198403 1 002**

**Ir. Sumani, MSi**

**NIP. 19630704 198803 2 001**

*commit to user*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Produktivitas Kedelai (*Glycine max* L.) Pada Sistem Tumpangsari Jagung (*Zea mays* L.) Secara Deret Tambah”. Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian UNS.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Bambang Pujiasmanto, M.S. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Dr. Ir. Hadiwiyono, M.Si. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Prof. Dr. Ir. MTh. Sri Budiastuti, M.Si. selaku Pembimbing Akademik dan Pembimbing Utama atas semangat, bimbingan dan arahan dalam penelitian maupun penyusunan skripsi ini.
4. Prof. Dr. Ir. Supriyono, M.S. selaku Pembimbing Pendamping atas dorongan, bimbingan dan arahan dalam penelitian maupun penyusunan skripsi ini.
5. Ir. Sumani, M.Si. selaku Pembahas yang telah memberikan bantuan, masukan, dan saran dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini.
6. Keluarga yang saya sayangi, Ibu Sri Mulyani, Bapak Bagio Rahardjo dan Adik Retno Handayani atas doa dan motivasi.
7. Teman-teman Gocelu, Magma 2008 serta Agroteknologi 2008 (Solmated).
8. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penelitian ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Saran dan kritik sangat penulis harapkan sebagai bahan evaluasi dalam kerangka proses pembelajaran diri untuk menuju arah yang lebih baik. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi banyak pihak.

Surakarta, Juli 2012

*commit to user*

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
RINGKASAN .....	x
SUMMARY .....	xi
I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
A. Budidaya Tanaman Kedelai dalam Sistem Tumpangsari .....	5
B. Berbagai Teknik Tumpangsari .....	7
C. Faktor Pembatas Tumpangsari .....	8
D. Hipotesis .....	10
III. METODE PENELITIAN .....	11
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	11
B. Bahan dan Alat Penelitian .....	11
C. Perencanaan Penelitian dan Analisis Data .....	11
D. Pelaksanaan Penelitian .....	12
E. Pengamatan Peubah .....	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	16
A. Kondisi Umum Lokasi Penelitian .....	16
B. Kedelai ( <i>Glycine max</i> L.) .....	16



1. Tinggi Tanaman.....	16
2. Jumlah Polong Per Tanaman .....	19
3. Jumlah Biji Per Polong .....	20
4. Berat 1000 Biji.....	22
5. Hasil Biji Per Petak.....	24
6. Berat Segar Brangkasan.....	25
7. Berat Kering Brangkasan.....	27
C. Jagung ( <i>Zea mays</i> L.) .....	30
1. Tinggi Tanaman.....	30
2. Jumlah Tongkol Per Tanaman.....	32
3. Jumlah Biji Per Tongkol.....	34
4. Berat 1000 Biji .....	35
5. Hasil Biji Per Petak .....	37
6. Berat Segar Brangkasan.....	39
7. Berat Kering Brangkasan.....	40
D. Indeks Luas Daun (ILD) .....	41
E. Nilai Kesetaraan Lahan (NKL) .....	44
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	46
A. Kesimpulan .....	46
B. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA .....	47
LAMPIRAN	



## DAFTAR TABEL

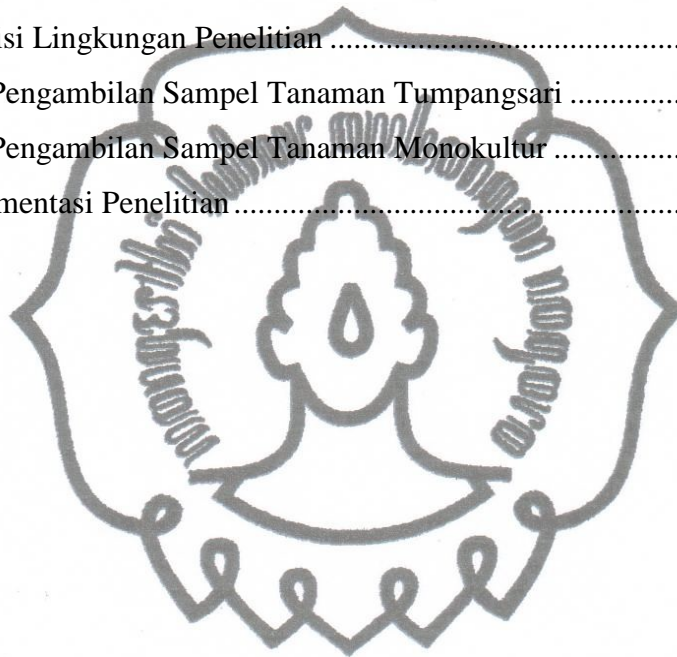
Nomor	Judul dalam Teks	Halaman
1.	Rerata Tinggi Tanaman Kedelai 8 MST .....	17
2.	Rerata Jumlah Polong Per Tanaman Kedelai .....	19
3.	Rerata Jumlah Biji Per Polong Tanaman Kedelai .....	21
4.	Rerata Berat 1000 Biji Tanaman Kedelai .....	22
5.	Rerata Hasil Biji Per Petak Kedelai .....	24
6.	Rerata Berat Segar Brangkasan Tanaman Kedelai .....	26
7.	Rerata Berat Kering Brangkasan Tanaman Kedelai .....	28
8.	Rerata Tinggi Tanaman Jagung 10 MST .....	30
9.	Rerata Jumlah Tongkol Per Tanaman Jagung .....	32
10.	Rerata Jumlah Biji Per Tongkol Tanaman Jagung .....	34
11.	Rerata Berat 1000 Biji Tanaman Jagung .....	36
12.	Rerata Hasil Biji Per Petak Jagung .....	38
13.	Rerata Berat Segar Brangkasan Jagung .....	39
14.	Rerata Berat Kering Brangkasan Jagung .....	40
15.	Rerata Indeks Luas Daun saat Vegetatif Maksimum .....	42
16.	Rerata Indeks Luas Daun saat Panen .....	43
17.	Rerata Nilai Kesetaraan Lahan .....	45

### Judul dalam Lampiran

18.	Analisis ragam (tinggi tanaman, jumlah polong per tanaman, jumlah biji per polong dan berat 1000 biji kedelai) .....	53
19.	Analisis ragam (berat biji per petak, berat segar brangkasan, berat kering brangkasan kedelai dan tinggi tanaman jagung) .....	54
20.	Analisis ragam (jumlah tongkol per tanaman, jumlah biji per tongkol, berat 1000 biji dan berat biji per petak jagung) .....	55
21.	Analisis ragam (berat segar brangkasan, berat kering brangkasan jagung, ILD vegetatif maksimum dan saat akan panen) .....	56
22.	Analisis ragam (NKL) dan Kebutuhan Pupuk .....	57
23.	Deskripsi Kedelai Varietas Mutiara 1 .....	58
24.	Deskripsi Jagung Varietas Bisma .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul dalam Teks	Halaman
1.	Pola Pertumbuhan Tanaman Kedelai.....	18
2.	Pola Pertumbuhan Tanaman Jagung.....	31
<b>Judul dalam Lampiran</b>		
3.	Kondisi Lingkungan Penelitian .....	60
4.	Pola Pengambilan Sampel Tanaman Tumpangsari .....	61
5.	Pola Pengambilan Sampel Tanaman Monokultur .....	62
6.	Dokumentasi Penelitian .....	63



## RINGKASAN

### **PRODUKTIVITAS KEDELAI (*Glycine max* L.) PADA SISTEM TUMPANGSARI JAGUNG (*Zea mays* L.) SECARA DERET TAMBAH.**

Skripsi: Yunita Hani Pratiwi (H0708162). Pembimbing: MTh. Sri Budiastuti, Supriyono, Sumani. Program Studi: Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta.

Kebutuhan serta permintaan kedelai sebagai salah satu sumber protein nabati semakin meningkat dan tidak dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri. Usaha peningkatan produksi pangan harus selalu diupayakan, mengingat pemilikan tanah yang relatif sempit. Peningkatan produksi diarahkan dengan usaha peningkatan intensitas penggunaan lahan salah satunya dengan sistem tumpangsari. Kedelai dan jagung memungkinkan untuk ditanam secara tumpangsari karena kedelai cukup toleran terhadap naungan sedangkan jagung menghendaki pencahayaan secara langsung. Penurunan hasil kedelai dalam sistem tumpangsari dengan jagung disebabkan karena kompetisi dalam memperebutkan unsur hara, air dan sinar matahari. Pengaturan kerapatan tanam dinilai sebagai salah satu alternatif untuk mengatasi kompetisi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kerapatan tanam jagung yang optimal terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai dan mengkaji hasil jagung tumpangsari yang tidak menurunkan hasil kedelai.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2012 sampai Mei 2012 di Pusat Penelitian Lahan Kering Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta, Kecamatan Jumantono, Kabupaten Karanganyar. Rancangan penelitian yang digunakan adalah menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan perlakuan jarak tanam jagung : 75 cm x 25 cm, 75 cm x 50 cm, 75 cm x 75 cm, 75 cm x 100 cm, 75 cm x 150 cm. Penanaman menggunakan pola tumpangsari *additive series* (deret tambah) dan masing-masing perlakuan diulang empat kali. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam, dan jika terdapat beda nyata dilanjutkan dengan Uji Beda Jarak Berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95%. Variabel penelitian meliputi, kedelai : Tinggi tanaman, jumlah polong per tanaman, jumlah biji per polong, berat 1000 biji, hasil biji per petak, berat segar brangkas, berat kering brangkas; jagung : Tinggi tanaman, jumlah tongkol per tanaman, jumlah biji per tongkol, berat 1000 biji, hasil biji per petak, berat segar brangkas serta berat kering brangkas per tanaman; Indeks luas daun (ILD) dan Nilai kesetaraan lahan (NKL).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tumpangsari jagung secara deret tambah dengan jarak tanam terapat (75 cm x 25 cm) belum menurunkan hasil kedelai secara nyata. Hasil biji jagung terbaik terjadi pada jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 25 cm. Ada kecenderungan hasil kedelai cukup tinggi selama ditumpangsarikan dengan perlakuan jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm. Berdasarkan Nilai Kesetaraan Lahan (NKL), sistem tumpangsari secara keseluruhan menguntungkan.

*commit to user*

## SUMMARY

**PRODUCTIVITY OF SOYBEAN (*Glycine max* L.) INTERCROPPING WITH MAIZE (*Zea mays* L.) IN THE ADDITIVE SERIES.** Thesis-S1: Yunita Hani Pratiwi (H0708162). Advisers: MTh. Sri Budiastuti, Supriyono, Sumani. Study Program: Agrotechnology, Faculty of Agriculture, University of Sebelas Maret (UNS) Surakarta.

The demand of using soybean as a source of soy protein increased but it can be served by Indonesia production. The efforts to increase food productivity should be done as soon as possible. So, it is important for increasing food productivity though land used intensity with multiplecropping technology. Soybean and maize are able to be planted by having intercropping system because soybean is quite permissive to the roof but maize needs the direct lighting. However, the constraints of this cropping system is the competition in getting the nutrients, water and sunlight as well. It is necessary to have the arrangement of planting density indeed. The aim of this research is to evaluate the optimum planting density towards the growth of soybean and also to evaluate maize productivity which planted by intercropping system that not decreased soybean productivity.

The research was conducted from January 2012 to May 2012 at the Dry land Research Center Agriculture Faculty, Sebelas Maret University, Jumantono District, Karanganyar Regency. The research design used Randomized Complete Blok Design (RAKL) by having the treatment plant spacing of maize grown in additive series: 75 cm x 25 cm, 75 cm x 50 cm, 75 cm x 75 cm, 75 cm x 100 cm, 75 cm x 150 cm. Data were analyzed by using analysis of variance. If there is significant difference, then the test is followed by Duncan Multiple Range Test. Variables in this research include, soybean: plant height, number of pods per plant, seed number per pod, 1000 grain weight, grain yield per plot, fresh weight per plant, dry weight per plant; maize : plant height, number of cobs per plant, seed number per cob, 1000 grain weight, grain yield per plot, fresh weight per plant, dry weight per plant; leaf area index and land equivalent ratio.

The results showed that intercropping maize with additive series with the highest density level (75 cm x 25 cm) has not yet decreased the soybean production directly. The result of best maize feeds happened with the density of 75 cm x 25 cm. There is also possibility of high level of soybean production by using intercropping system with the density of 75 cm x 100 cm. According to land equivalent ratio scoring, intercropping system is mostly giving much benefits.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Usaha peningkatan produksi pangan harus selalu diupayakan, mengingat pemilikan tanah yang relatif sempit. Peningkatan produksi diarahkan dengan usaha peningkatan intensitas penggunaan lahan dengan pola tanam ganda (Mimbar 1990 *cit* Darnawi *et al.* 2000). Pengusahaan beberapa jenis tanaman pangan, baik berupa rotasi, tumpangsari, sisipan maupun berurutan akan menjamin keberhasilan usaha tani (Effendi 1983). Warsana (2009) menyatakan pola tanam tumpangsari adalah salah satu usaha sistem tanam dimana terdapat dua atau lebih jenis tanaman yang berbeda ditanam secara bersamaan dalam waktu relatif sama atau berbeda dan jarak tanam teratur pada sebidang tanah yang sama. Sistem tumpangsari lebih menguntungkan dibandingkan monokultur karena produktivitas lahan menjadi tinggi, jenis komoditas yang dihasilkan beragam, hemat dalam pemakaian sarana produksi dan risiko kegagalan dapat diperkecil (Beets 1982).

Tumpangsari yang umum dilakukan adalah penanaman dalam waktu yang hampir bersamaan untuk dua jenis tanaman budidaya yang sama, seperti kedelai-jagung, jagung-kacang tanah, ubi jalar-kedelai dan lain-lain. Kombinasi antara jenis tanaman legum dan non legum pada sistem tumpangsari umumnya dapat meningkatkan produktivitas lahan pertanian, dan yang paling sering dipraktekkan oleh petani adalah kombinasi antara kedelai dengan jagung. Kesesuaian kombinasi ini berhubungan dengan kompatibilitas beberapa sifat yang dimiliki oleh kedua jenis tanaman ini. Kedelai termasuk tanaman golongan C3 cukup toleran terhadap naungan. Tanaman ini memiliki habitus yang pendek, tegak dan bercabang dengan kanopi yang rapat. Sistem perakaran berupa akar tunggang yang menyebar dan lebih dalam dan membentuk bintil akar yang mampu memfiksasi N<sub>2</sub> secara simbiosis dengan bakteri *Rhizobium* sp.. Jagung adalah tanaman golongan C4 menghendaki pencahayaan secara langsung, memiliki habitus tinggi, tegak dan tidak bercabang dengan kanopi yang renggang, memungkinkan tanaman ini memperoleh pencahayaan secara langsung dan dapat



memberikan kesempatan bagi tanaman lain tumbuh dibawahnya. Tanaman jagung memiliki sistem perakaran serabut yang menyebar dangkal, selama pertumbuhannya membutuhkan hara dalam jumlah besar, khususnya unsur N sebesar 200-300 kg.ha<sup>-1</sup> yang diserap dari tanah.

Sistem tumpangsari dengan pengelolaan yang tepat, secara teori hasil tanaman utama dan tanaman sela pada sistem tumpangsari tidak akan lebih rendah jika dibandingkan dengan monokultur. Namun, kenyataan yang terjadi di lapangan sering bertolak belakang (Johu *et al.* 2002). Keberhasilan sistem tumpangsari ditentukan oleh pemilihan komponen tanaman yang akan diusahakan. Pengaturan pertanaman yang baik juga diperlukan untuk meningkatkan produktivitas yaitu dengan mengatur kerapatan tanam atau populasi tanaman per satuan luas.

Kerapatan tanam berhubungan dengan luas atau ruang tumbuh yang ditempati dalam penyediaan unsur hara, air dan cahaya. Kerapatan tanam yang terlalu rendah kurang efisien dalam pemanfaatan lahan, Apabila terlalu tinggi akan terjadi persaingan yang mengakibatkan produktivitas rendah. Kepadatan populasi tanaman dapat ditingkatkan sampai mencapai daya dukung lingkungan, karena keterbatasan lingkungan pada akhirnya akan menjadi pembatas pertumbuhan tanaman. Pengaturan kerapatan tanam dan pengaturan jarak tanam pada tanaman dimaksudkan untuk menekan kompetisi antar tanaman. Setiap jenis tanaman mempunyai kerapatan tanam yang optimum untuk mendapatkan produksi yang maksimum.

Menanam kedelai dan jagung secara tumpangsari ada 2 cara. Cara pertama yaitu *additive series*, adalah penambahan tanaman sela pada baris antar tanaman utama, sehingga tidak mengubah populasi tanaman utama. Cara kedua yaitu *replacement series*, adalah penggantian beberapa tanaman utama dengan tanaman sela, sehingga mengubah populasi tanaman utama. Metode *additive series* menjadi metode yang akan digunakan dalam penelitian ini karena kedelai akan tetap memberikan hasil seperti monokultur dan mendapatkan tambahan hasil jagung yang memadai. Selain itu juga untuk memanfaatkan lorong di antara barisan kedelai.

Berdasarkan uraian di atas, penurunan hasil kedelai dalam sistem tumpangsari dengan jagung disebabkan karena kompetisi dalam memperebutkan unsur hara, air dan sinar matahari. Pengaturan kerapatan tanam sangat penting untuk mengurangi kompetisi tersebut. Kerapatan tanam diatur dengan tujuan bahwa intensitas sinar matahari dan nutrisi harus mampu mencukupi kebutuhan tanaman pokok maupun tanaman sela. Selama ini dalam sistem tumpangsari belum terungkap kesesuaian waktu tanam, jarak tanam, pola penanaman, populasi tanaman, yang kesemuanya itu akan sangat berpengaruh terhadap hasil tanaman kedelai. Dengan demikian, dilakukan penelitian untuk mengkaji kerapatan tanam jagung yang optimal dalam sistem tumpangsari dengan kedelai.

### **B. Perumusan Masalah**

Kebutuhan serta permintaan terhadap protein nabati semakin meningkat dan tidak dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri. Penurunan produksi kedelai disebabkan karena berbagai faktor, seperti faktor lingkungan yang meliputi cahaya, suhu, air, dan lain-lain. Dalam rangka meningkatkan ketahanan pangan maka dilakukan penggalakan kembali budidaya kedelai yang merupakan penghasil protein nabati. Untuk meningkatkan produksi kedelai adalah melalui intensifikasi, ekstensifikasi dan diversifikasi yang dilaksanakan secara terpadu, serasi dan tetap memelihara kelestarian sumberdaya alam dan lingkungan hidup. Dengan tumpangsari akan dapat mengkombinasikan intensifikasi dan diversifikasi tanaman.

Sistem tumpangsari dapat meningkatkan produktivitas lahan pertanian jika jenis-jenis tanaman yang dikombinasikan dalam sistem ini membentuk interaksi saling menguntungkan. Kombinasi antara jenis tanaman legum dan bukan legum pada sistem tumpangsari pada umumnya dapat meningkatkan produktivitas lahan pertanian, dan yang paling sering dipraktekkan oleh petani adalah kombinasi antara jagung dengan kedelai. Kesesuaian kombinasi ini berhubungan dengan kompatibilitas beberapa sifat yang dimiliki oleh kedua jenis tanaman ini. Kedelai termasuk tanaman golongan C3 cukup toleran terhadap naungan, sedangkan jagung tanaman golongan C4 yang menghendaki pencahayaan secara langsung.



Akan tetapi kelemahan dari tumpangsari ini adalah terjadinya kompetisi penyerapan unsur hara, air dan sinar matahari. Untuk mengatasi hal tersebut pada penelitian kali ini akan diaplikasikan perlakuan tumpangsari jagung dengan berbagai kerapatan. Berdasarkan uraian di atas maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Kerapatan tumpangsari jagung berapakah yang optimal untuk hasil kedelai?
2. Kerapatan tumpangsari jagung berapakah yang tidak menurunkan hasil jagung?

### **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk:

1. Mengkaji berbagai tingkat kerapatan tumpangsari jagung terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai.
2. Mengkaji kerapatan jagung tumpangsari yang tidak menurunkan hasil jagung.

### **D. Manfaat Penelitian**

Dengan penelitian ini diharapkan dapat:

1. Mendapatkan kerapatan tumpangsari jagung yang optimal digunakan dalam pertanaman kedelai tanpa menurunkan hasil produksi kedelai, sehingga dapat dijadikan rekomendasi bagi para petani agar pendapatannya meningkat.
2. Menunjang program pemerintah dalam meningkatkan produksi kedelai dalam rangka peningkatan ketahanan pangan nasional.
3. Memenuhi kebutuhan konsumsi protein nabati (khususnya kedelai) dan memperbaiki gizi masyarakat dengan harga yang terjangkau.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Budidaya Tanaman Kedelai dalam Sistem Tumpangsari

Kedelai termasuk golongan tanaman C3. Tanaman ini memiliki habitus yang pendek, tegak dan bercabang dengan kanopi yang rapat. Sistem perakarannya berupa akar tunggang yang menyebar lebih dalam dan membentuk bintil akar yang mampu menfiksasi  $N_2$  secara simbiosis dengan bakteri *Rhizobium* sp. (Adisarwanto 2005).

Jagung adalah tanaman golongan C4 menghendaki pencahayaan secara langsung, memiliki habitus tinggi, tegak, dan tidak bercabang dengan kanopi yang renggang, memungkinkan tanaman ini memperoleh pencahayaan secara langsung dan dapat memberikan kesempatan bagi tanaman lain tumbuh dibawahnya. Tanaman jagung memiliki sistem perakaran serabut yang menyebar dangkal, selama pertumbuhannya membutuhkan dalam jumlah besar, khususnya unsur N (Koswara 1983).

Tipe pertumbuhan tanaman kedelai dibedakan atas tiga macam, yaitu tipe determinate dan indeterminate. Tipe determinate memiliki ciri-ciri ujung batang tanaman hampir sama besarnya dengan batang bagian tengah dan tidak melilit. Pembungaan berlangsung secara serempak, pertumbuhan vegetatif berhenti setelah berbunga, tinggi tanaman pendek sampai sedang. Daun atas dan bagian tengah mempunyai ukuran sama. Tipe indeterminate berciri dengan ujung tanaman lebih kecil dengan batang tengah, ruas batangnya panjang dan melilit, pembungaan berangsur-angsur dari bagian pangkal ke bagian atas (Suprpto 1999).

Rhizobia adalah bakteri yang memfiksasi  $N_2$ , terletak pada nodul akar di tanaman legum inangnya. Fiksasi  $N_2$  sangat menguntungkan bagi tanaman inang, karena menyediakan nitrogen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan fotosintesis. Tetapi fiksasi  $N_2$  (yang jumlahnya melebihi yang dibutuhkan oleh Rhizobia) menghabiskan energi bakteri dan karenanya mengurangi sumberdaya yang seharusnya bisa digunakan untuk pertumbuhan serta reproduksinya (Kiers 2003).

Tumpangsari jagung pada kedelai (sebagai tanaman utama) meningkatkan total kalori yang dihasilkan. Hanya dengan menambah tanaman jagung sebanyak 25% dari populasi monokultur sudah meningkatkan kalori yang dihasilkan. Hasil penelitian. Barus (2004) melaporkan bahwa waktu tanam kedelai (20 hari sebelum tanam jagung, 10 hari sebelum tanam jagung, kedelai ditanam serempak dengan jagung, 10 hari setelah tanam jagung) yang ditumpangsarikan dengan jagung mempengaruhi tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah polong per tanaman, jumlah biji per plot, berat 100 biji kedelai dan bobot pipilan kering. Saat tanam yang paling baik untuk tanaman kedelai yang ditumpangsarikan dengan jagung adalah perlakuan 20 hari sebelum tanam jagung.

Usahatani kedelai di lahan kering umumnya dilakukan secara tumpangsari, diperkirakan 75% atau sekitar 637.000 ha sistem usahatani kedelai adalah secara tumpangsari. Sistem tumpangsari yang biasa digunakan adalah kedelai-jagung, kedelai-ubi kayu, dan kedelai sebagai tanaman sela di lahan perkebunan. Tumpangsari kedelai-jagung merupakan urutan pertama atau paling banyak ditemukan. Beberapa keuntungan dari sistem ini, antara lain menambah keragaman pangan sehubungan dengan perbaikan gizi dan peningkatan produktivitas lahan mengingat keterbatasan pemilikan lahan per petani. Dari segi ekonomis, sistem tumpangsari lebih menguntungkan dibandingkan sistem monokultur (Arsyad dan Asadi 1991).

Tanaman kedelai dan jagung memungkinkan untuk ditumpangsari karena tanaman jagung menghendaki nitrogen tinggi, sementara kedelai dapat memfiksasi nitrogen dari udara bebas sehingga kekurangan nitrogen pada jagung terpenuhi oleh kelebihan nitrogen pada kedelai. Kombinasi Kedelai dan Jagung sangat serasi, hal ini berhubungan dengan kompatibilitas beberapa sifat yang dimiliki oleh kedua jenis tanaman ini, dimana Kedelai termasuk tanaman golongan C3 yang cukup toleran terhadap naungan yang mempunyai akar tunggang dan membentuk bintil akar yang mampu menfiksasi N<sub>2</sub> secara simbiosis dengan bakteri *Rhizobium* sp., sedangkan Jagung tergolong tanaman C4 yang membutuhkan pencahayaan secara langsung dan membutuhkan unsur hara yang besar terutama unsur N (Jumin 1997).

## B. Berbagai Teknik Tumpangsari

Sistem tumpangsari (*intercropping*) adalah penanaman lebih dari satu tanaman pada waktu yang bersamaan atau selama periode waktu tanam, pada suatu tempat yang sama. Dalam sistem tumpangsari terdapat prinsip yang harus diperhatikan yaitu : tanaman yang ditanam secara tumpangsari sebaiknya mempunyai umur atau periode pertumbuhan yang tidak sama, mempunyai perbedaan kebutuhan terhadap faktor lingkungan seperti air, kelembaban, cahaya dan unsur hara tanaman mempunyai pengaruh allelopati (Francis 1986).

Tumpangsari adalah kegiatan penanaman dua jenis tanaman atau lebih di lahan dan waktu yang bersamaan dengan alasan utama adalah untuk meningkatkan produktivitas per satuan luas lahan (Francis, 1986 dan Sullivan, 2003). Ketika dua atau lebih jenis tanaman tumbuh bersamaan akan terjadi interaksi, masing-masing tanaman harus memiliki ruang yang cukup untuk memaksimalkan kerjasama (*cooperation*) dan meminimumkan kompetisi (*competition*). Oleh karena itu, dalam tumpang sari perlu dipertimbangkan berbagai hal yaitu (1) pengaturan jarak tanam, (2) populasi tanaman, (3) umur panen tiap- tiap tanaman, dan (4) arsitektur tanaman (Sullivan 2003).

Hasil dari penelitian pada tahun 2007 dan tahun 2008 mengindikasikan bahwa hubungan antara waktu tanam dan pengaturan jarak adalah faktor yang sangat penting menentukan produktivitas jagung-kedelai pada sistem tumpangsari. Tanaman harus ditanam secara serempak untuk memperoleh hasil yang cukup dari kedua tanaman. Bagaimanapun, pengaturan jarak tanam pada sistem ini untuk memperoleh hasil tinggi dibedakan pada komponen tanaman. Pengaturan jarak tanam untuk jagung yaitu satu baris jagung bergantian dengan satu baris kedelai memberikan hasil terbaik. Perbedaannya, pengaturan jarak tanam dari satu baris jagung bergantian dengan dua baris kedelai telah diketahui sebagai hasil terbaik dengan kedelai. Dari nilai LER (*Land Equivalent Ratio*) menyiratkan bahwa lebih produktif menumpangsarikan jagung dengan kedelai daripada menumbuhkannya pada sistem monokultur. Dalam hal ini, menanam secara serempak dua komponen tanaman seharusnya dipakai sejak perlakuan ini merekam LER paling tinggi pada dua penelitian (Addo-Quaye *et al.* 2011).

Menurut Herera dan Hardwood (1993) kombinasi yang baik pada tumpangsari adalah jenis-jenis tanaman yang mempunyai kanopi yang berbeda-beda, yaitu jenis tanaman yang rendah di antara tanaman yang tinggi sehingga pemanfaatan energi sinar matahari lebih efisien. Hal ini sejalan dengan pendapat Harjadi (1991), bahwa morfologi tanaman seperti tipe tanaman, bentuk daun, dan sudut percabangan akan mempengaruhi penyerapan cahaya matahari oleh tanaman tersebut. Di samping itu, pertumbuhan tanaman jagung yang lebih tinggi dari kedelai memberikan keuntungan bagi tanaman jagung, yaitu persaingan dalam pemanfaatan cahaya matahari lebih kecil.

### C. Faktor Pembatas Tumpangsari

Jarak tanam mempengaruhi populasi tanaman dan efisiensi penggunaan cahaya tanaman dengan demikian akan mempengaruhi hasil. Pada tingkat populasi rendah, hasil menurun disebabkan karena kurangnya jumlah tanaman, namun pada populasi tinggi hasil menurun karena kompetisi yang ekstrim antar tanaman. Peningkatan kerapatan akan menyebabkan tanaman lebih panjang dan polong paling bawah juga memanjang. Peningkatan kerapatan berpengaruh pada jumlah buku per tanaman, jumlah biji per tanaman dan ukuran biji. Pengaruh peningkatan kerapatan tanam menyebabkan tanaman memanjang, menghasilkan batang lunak dan tanaman mudah roboh. Akibat roboh yaitu hasil fotosintat rendah, kualitas biji rendah dan sulit dipanen (Whigham *cit* Supriyono 2000).

Hal yang perlu diperhatikan dalam sistem pertanaman ganda kedelai dan jagung adalah populasi tanaman, pengaturan jarak tanam dari kedua macam tanaman dan saat tanam (Hiebesch *et al.* 1995) . Di antara faktor iklim yang penting dan langsung mempengaruhi pertumbuhan kedelai dalam pola penanam ganda ini, terutama faktor cahaya, sebab tanaman kedelai merupakan tanaman yang peka terhadap intensitas cahaya (naungan) (Jiang *et al.* 1995).

Kerapatan tanaman mempengaruhi penampilan dan produksi tanaman, terutama karena efisiensi penggunaan cahaya. Pada umumnya, produksi tiap satuan luas yang tinggi tercapai dengan populasi tinggi, karena tercapainya penggunaan cahaya secara maksimum di awal pertumbuhan. Akan tetapi pada akhirnya, penampilan masing-masing tanaman akan menurun karena persaingan



(competition) untuk cahaya dan faktor-faktor tumbuh lainnya. Tanaman memberikan respon dengan mengurangi ukuran baik pada seluruh tanaman maupun bagian-bagian tanaman (cabang, umbi atau polong). Kerapatan optimum ditentukan oleh pertimbangan-pertimbangan ekonomi dalam menentukan keuntungan optimum (Harjadi 1991).

Tingkat kelembaban berpengaruh terhadap evapotranspirasi, yaitu tenaga penghisap untuk mengangkat air dan hara dari akar ke tajuk tanaman. Bila kelembaban udara terlalu tinggi maka evapotranspirasi akan kecil. Kelembaban yang tinggi dapat disebabkan oleh jarak tanam yang terlalu rapat dan tajuk tanaman yang terlalu rimbun (Sutiyoso *cit* Erina 2007). Jarak tanam yang terlalu rapat menurut Swanti *et al. cit* Erina (2007) akan banyak mengalami serangan penyebab penyakit, kemungkinan hal ini sebagai akibat dari kelembaban yang cukup tinggi.

Jarak tanam yang tepat sangat penting dalam pemanfaatan sinar matahari secara optimum untuk proses fotosintesis tanaman sehingga akan menyebabkan pertumbuhan dan hasil tanaman maksimum. Jarak tanam yang semakin sempit atau tajuk tanaman satu dengan tanaman yang lain saling menaungi, menyebabkan pemanfaatan sinar matahari untuk fotosintesis tidak maksimum dan terjadi persaingan satu tanaman dengan tanaman lain dalam penyerapan unsur hara dan air dalam tanah, tetapi hasil per satuan luasnya banyak. Saat penanaman, penentuan jarak tanam yang tepat merupakan faktor yang penting dalam pemanfaatan sinar secara optimum untuk proses fotosintesis. (Marzuki dan Soeprapto 2001). Menurut Effendi dan Sulistiati (1991), untuk mendapatkan jumlah tanaman per satuan luas yang optimum ditentukan oleh: 1) Varietas tanaman, 2) Umur tanaman, 3) Tingkat kesuburan tanah, dan 4) Keadaan air tanah.

Jarak tanam yang lebih longgar dapat menghasilkan berat kering brangkas yang lebih besar daripada jarak tanam yang lebih rapat. Hal tersebut mencerminkan bahwa pada jarak tanam, rapat terjadi kompetisi dalam penggunaan cahaya yang mempengaruhi pula pengambilan unsur hara, air dan udara. Kompetisi cahaya terjadi apabila suatu tanaman menaungi tanaman lainnya

atau suatu daun menaungi daun lainnya sehingga berpengaruh pada proses fotosintesis. Telah diketahui bahwa berat kering brangkasan adalah indikator pertumbuhan tanaman karena berat kering tanaman merupakan hasil akumulasi asimilat tanaman yang diperoleh dari total pertumbuhan dan perkembangan tanaman selama hidupnya. Semakin besar berat kering brangkasan berarti semakin baik pertumbuhan dan perkembangan tersebut (Mursito dan Kawiji 2002).

Penentuan jarak tanaman tergantung pada daya tumbuh benih, kesuburan tanah, musim dan varietas yang ditanam. Benih yang daya tumbuhnya agak rendah perlu ditanam dengan jarak tanam yang lebih rapat. Pada tanah yang subur, jarak tanam yang agak renggang lebih menguntungkan. Varietas yang banyak bercabang seperti Wilis, jarak tanam yang lebih renggang akan menyebabkan hasil lebih baik. Pertanaman pada musim kemarau yang diperkirakan akan kekurangan air, perlu ditanam pada jarak tanam yang lebih rapat (Supriyono 2000).

Dalam suatu pertanaman sering terjadi persaingan antar tanaman maupun antara tanaman dengan gulma untuk mendapatkan unsur hara, air, cahaya matahari maupun ruang tumbuh. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasinya adalah dengan pengaturan jarak tanam. Pada jarak tanam yang terlalu sempit mungkin tanaman budidaya akan memberikan hasil yang relatif kurang karena adanya kompetisi antar tanaman itu sendiri. Oleh karena itu dibutuhkan jarak tanam yang optimum untuk memperoleh hasil yang maksimum (Mayadewi 2007).

#### **D. Hipotesis**

1. Jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 100 cm ( $13.333 \text{ tanaman.ha}^{-1}$ ) menunjukkan kerapatan yang paling ideal untuk hasil kedelai yang optimal.
2. Jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 75 cm ( $17.778 \text{ tanaman.ha}^{-1}$ ), memberikan hasil jagung yang relatif tinggi dibanding monokultur.



### III. METODE PENELITIAN

#### A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Januari 2012 sampai Mei 2012 di Pusat Penelitian Lahan Kering Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta, Kecamatan Jumantono, Kabupaten Karanganyar, yang terletak pada 7°30' LS dan 110°50' BT dan ketinggian tempat 180 m dpl dengan jenis tanah latosol.

#### B. Bahan dan Alat Penelitian

##### 1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benih kedelai varietas Mutiara 1, benih jagung varietas Bisma, serta pupuk N, P dan K sesuai keperluan.

##### 2. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : seperangkat alat pengolah tanah, papan nama, rol meter/penggaris, sprayer, ember, tali raffia, timbangan, oven, alat tulis, dan kamera.

#### C. Perencanaan Penelitian dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) dengan satu faktor perlakuan yaitu populasi tanaman sela jagung (J). Faktor perlakuan populasi jagung terdiri dari 5 taraf, yaitu:

J1 = jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm (53.333 tanaman.ha<sup>-1</sup>)

J2 = jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm (26.667 tanaman.ha<sup>-1</sup>)

J3 = jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm (17.778 tanaman.ha<sup>-1</sup>)

J4 = jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm (13.333 tanaman.ha<sup>-1</sup>)

J5 = jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm (8.889 tanaman.ha<sup>-1</sup>)

Penanaman menggunakan sistem tumpangsari *additive series* (deret tambah) yaitu dengan penambahan tanaman jagung pada pertanaman kedelai, masing-masing perlakuan diulang empat kali. Untuk menganalisis kompetisi diantara tanaman

ditambahkan unit penanaman kedelai monokultur (K0) dan jagung monokultur (J0) dengan jarak tanam 25 cm x 25 cm (populasi 160.000 tanaman.ha<sup>-1</sup>) untuk kedelai dan untuk jagung 75 cm x 25 cm (populasi 53.333 tanaman.ha<sup>-1</sup>).

Data yang diperoleh dianalisis dengan uji F dengan taraf 5%. Apabila terdapat beda nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.

#### **D. Pelaksanaan Penelitian**

##### **1. Persiapan lahan**

Pengolahan lahan dilakukan dengan cara pengukuran lahan yang akan digunakan terlebih dahulu sesuai dengan kebutuhan penelitian. Setelah itu lahan dibersihkan dari sisa tanaman, barulah pengolahan tanah dilakukan dua minggu sebelum tanam. Pengolahan tanah dilakukan dengan menggunakan cangkul. Pencangkulan dilakukan dua kali dengan interval satu minggu, kemudian digemburkan dan diratakan. Hal tersebut dilakukan agar tanah menjadi gembur, mudah untuk ditanami serta remah sehingga perakaran dapat mudah untuk menembus tanah. Tanah dicangkul sedalam 25-30 cm, kemudian dibuat blok sebanyak 4 buah serta membuat petakan sebanyak 28 petak dengan ukuran petak 300 cm x 300 cm. Jarak antar petak 30 cm dan jarak antar blok 30 cm serta tinggi petak atau guludan  $\pm$  20 cm.

##### **2. Penanaman**

Penanaman kedelai dilakukan bersamaan dengan penanaman jagung yaitu bulan Januari. Dalam satu petakan terdapat dua komoditas tersebut dengan jarak tanam jagung sebagai tanam sela sesuai perlakuan serta jarak tanam kedelai sebesar 25 cm x 25 cm. Penanaman dilakukan menggunakan tugal. Jumlah lubang dalam satu petak berbeda-beda tergantung dengan perlakuan. Tiap lubang ditanami sebanyak dua benih dari masing-masing komoditas.

##### **3. Pemeliharaan**

Pemeliharaan tanaman meliputi pemupukan, pengairan, penyulaman, penjarangan, penyiangan serta pengendalian hama dan penyakit. Pemupukan

tanaman kedelai diberikan pada 14 hari setelah tanam dengan dosis 150 kg SP-36 + 50 kg KCl per ha. Pupuk urea untuk tanaman jagung diberikan pada saat yang sama dengan dosis 100 kg per ha. Pengairan disesuaikan dengan kondisi kelembaban tanahnya. Pengairan dilakukan pada sore hari dengan cara disiram secara merata.

Penyulaman dilakukan apabila terdapat tanaman yang mati atau tidak tumbuh pada umur tiga minggu setelah tanam, dengan cara mengambil tanaman tepi secara putaran. Penjarangan dilakukan pada saat yang sama dengan penyulaman, dengan menyisakan satu tanaman yang sehat untuk setiap lubangnya. Untuk pengendalian hama dan penyakit dikendalikan secara manual dengan kondisi lapang.

#### **4. Pemanenan**

Pada tanaman kedelai pemanenan dilakukan setelah polong masak fisiologis dengan tanda polong berwarna kuning kecoklatan dan daunnya mulai menguning kemudian mengering (75% dari populasi). Kedelai dipanen dengan cara mencabut seluruh bagian tanaman mulai dari akar hingga daun. Sedangkan pada jagung dipanen setelah biji jagung yang melekat pada tongkol telah mengkilap dan bila ditekan dengan kuku tidak berbekas.

### **E. Pengamatan Peubah**

#### **1. Tanaman Kedelai**

##### **a). Tinggi tanaman**

Pengukuran dimulai dari leher akar sampai titik ujung batang pokok tertinggi tanaman kedelai dengan cara mengikuti batang pokoknya. Pengamatan dilakukan seminggu sekali, dimulai 2 minggu setelah tanam dan berakhir pada awal masa reproduktif tepatnya umur 8 minggu setelah tanam.

##### **b). Jumlah polong per tanaman**

Jumlah polong per tanaman dihitung secara manual. Perhitungan dilakukan setelah tanaman dipanen pada tanaman sampel yang telah ditentukan, kemudian diambil rata-ratanya untuk dianalisis lebih lanjut.

c). Jumlah biji per polong

Yaitu menghitung jumlah biji per polong pada tanaman sample, kemudian diambil rata-ratanya untuk dianalisis lebih lanjut.

d). Berat 1000 biji (gram)

Penghitungan berat 1000 biji dilakukan dengan cara menghitung biji kedelai sebanyak 1000, dan kemudian ditimbang untuk mengetahui berat 1000 biji.

e). Hasil biji per petak (gram)

Hasil biji per tanaman dilakukan dengan cara menimbang biji yang dihasilkan satu petak penuh yang sebelumnya telah dikeringkan dengan cara dijemur di bawah cahaya matahari.

f). Berat segar brangkasan (gram)

Hasil brangkasan per tanaman dihitung dengan cara menimbang tanaman sampel secara keseluruhan yang telah dipanen dan dibersihkan.

g). Berat kering brangkasan (gram)

Setelah tanaman sampel ditimbang berat segarnya, kemudian tanaman tersebut dioven selama 24 jam dengan suhu 80°C, diulang sampai berat konstan.

## 2. Tanaman Jagung

1). Tinggi tanaman

Pengukuran dimulai dari leher akar sampai titik ujung batang pokok tertinggi. Pengamatan dilakukan seminggu sekali, dimulai 2 minggu setelah tanam dan berakhir pada awal masa reproduktif tepatnya umur 10 minggu setelah tanam.

2). Hasil tongkol per tanaman

Hasil tongkol per tanaman dihitung secara manual pada sampel yang telah ditentukan. Perhitungan dimulai setelah jagung dipanen.

3). Jumlah biji per tongkol

Yaitu menghitung jumlah biji per tongkol pada tanaman sample, kemudian diambil rata-ratanya untuk dianalisis lebih lanjut.

4). Berat 1000 biji (gram)

Penghitungan berat 1000 biji dilakukan dengan cara menghitung biji kedelai sebanyak 1000, dan kemudian ditimbang untuk mengetahui berat 1000 biji.

5). Hasil biji per petak (gram)

Hasil biji per tanaman dilakukan dengan cara menimbang biji yang dihasilkan satu petak penuh yang sebelumnya telah dikeringkan dengan cara dijemur di bawah cahaya matahari.

6). Berat segar brangkasan (gram)

Hasil brangkasan per tanaman dihitung dengan cara menimbang tanaman sampel secara keseluruhan yang telah dipanen dan dibersihkan.

7). Berat kering brangkasan (gram)

Setelah tanaman sampel ditimbang berat segarnya, kemudian tanaman tersebut dioven selama 24 jam dengan suhu 90°C, diulang sampai berat konstan.

### 3. Indeks Luas Daun (ILD)

Indeks luas daun (ILD), yaitu nisbah antara luas daun (A) dengan luas lahan pertanaman (P), menggambarkan kemampuan tanaman menyerap radiasi matahari untuk proses fotosintesis. Luas daun diukur dengan mengukur panjang dikalikan dengan lebar yang setiap sampel tanaman diambil tiga daun yaitu bagian atas, tengah dan bawah. Waktu pengamatan yaitu pada vegetatif maksimum dan saat akan panen.

### 4. Nilai Kesetaraan Lahan (NKL)

Nilai kesetaraan lahan dapat dihitung untuk mengetahui tingkat efisiensi lahan dalam sistem tumpangsari. NKL dapat dihitung dengan cara pembagian antara hasil kedelai yang ditumpangsari dengan jagung dan hasil kedelai monokultur ditambah dengan perbandingan antara hasil jagung yang ditumpangsarikan dengan kedelai dan hasil jagung monokultur:

$$NKL = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}}$$

*commit to user*



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pusat Penelitian Lahan Kering Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta, Kecamatan Jumantono, Kabupaten Karanganyar, yang terletak pada 7°30' LS dan 110°50' BT dengan ketinggian tempat 180 m di atas permukaan laut dan jenis tanah latosol. Lokasi penelitian ini umumnya digunakan sebagai tempat penelitian baik dosen maupun mahasiswa, selain itu juga digunakan sebagai tempat dilakukannya praktikum dalam kuliah.

Sistem penanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem tumpangsari. Tumpangsari merupakan suatu usaha menanam beberapa jenis tanaman pada lahan dan waktu yang sama, yang diatur sedemikian rupa dalam barisan-barisan tanaman. Untuk dapat melaksanakan sistem tumpangsari secara baik perlu diperhatikan beberapa faktor lingkungan yang mempunyai pengaruh di antaranya ketersediaan air, kesuburan tanah, sinar matahari dan hama penyakit.

### B. Kedelai (*Glycine max* L.)

#### 1. Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman merupakan salah satu indikator untuk mengetahui pertumbuhan suatu tanaman. Semakin tinggi suatu tanaman maka tanaman telah menunjukkan pertumbuhannya. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan seminggu sekali, dihitung sejak pertama kali tanam hingga panen. Pengukuran tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai titik tumbuh pada batang utama. Analisis terhadap pertumbuhan kedelai dilakukan saat terakhir kali pengamatan tinggi tanaman, yaitu pada saat tanaman berumur 8 MST. Pertumbuhan tanaman termasuk tinggi, diawali dari proses pembentukan tunas, yang merupakan proses pembelahan dan perbesaran sel. Proses pembelahan dan perbesaran sel hanya dapat terjadi pada tingkat turgiditas sel yang tinggi (Kramer 1983).

Tabel 1. Rerata tinggi tanaman kedelai/ *Glycine max* L. saat 8 MST (cm)

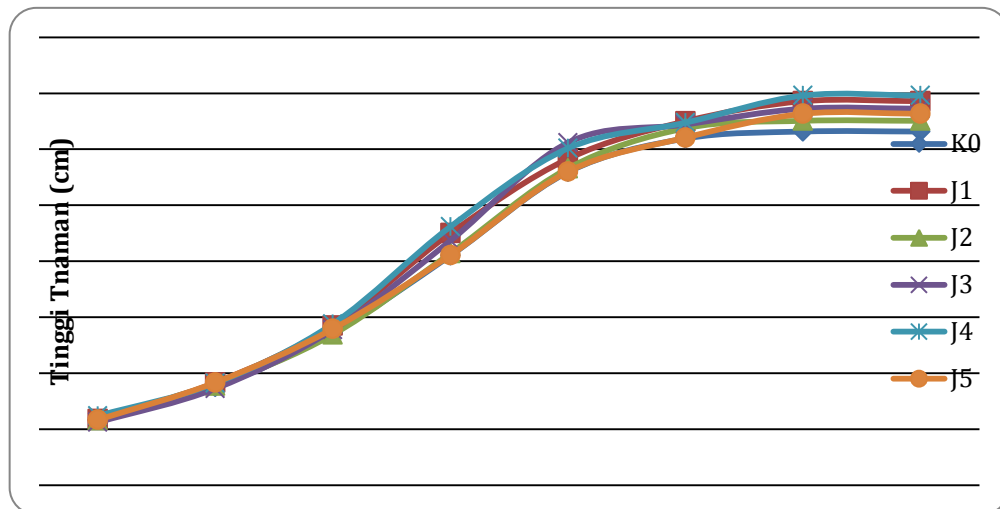
Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (cm)
K0 (monokultur kedelai/ kontrol)	63,17 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	68,58 <sup>a</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	65,08 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	67,25 <sup>a</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	69,58 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	66,33 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan analisis ragam yang disajikan pada Tabel 1 terlihat bahwa variabel tinggi tanaman kedelai saat 8 MST tidak berpengaruh nyata antar perlakuan satu dengan perlakuan yang lain (lampiran 1). Hal itu berarti pengaturan jarak tanam jagung tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap variabel tinggi tanaman kedelai. Sesuai tabel 1 dapat diketahui bahwa antar perlakuan pada tumpangsari jagung dan kedelai memiliki rata-rata tinggi yang hampir sama yakni antara 63-69 cm. Adanya kesetaraan ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan seperti cahaya, air, dan unsur hara yang tersedia mendukung untuk pertumbuhan kedelai monokultur maupun tumpangsari.

Kedelai dan jagung memiliki sistem perakaran yang berbeda, dimana perakaran kedelai lebih dalam dibandingkan sistem perakaran jagung yang cenderung lebih dangkal, sehingga pengambilan hara dan pertumbuhan tanaman kedelai tetap baik walaupun ditanam secara tumpangsari. Hal ini diperkuat oleh Moenandir (1998), bahwa model tumpangsari identik dengan kepadatan tanaman berkaitan dengan kemampuan tanaman untuk menerima sinar matahari, unsur hara, air dan CO<sub>2</sub>. Apabila masing-masing tersedia dalam jumlah yang cukup atau berlebihan, maka tidak akan terjadi persaingan antar tanaman meskipun berdekatan. Ditambah oleh Riyanto (1995), bahwa dua tanaman yang berdekatan tidak akan bersaing satu sama lain sepanjang kandungan air, unsur hara dan cahaya matahari masih mencukupi bagi pertumbuhan masing-masing tanaman.





Gambar 1. Pola pertumbuhan tanaman kedelai/*Glycine max* L.

Keterangan : K0 : Kedelai Monokultur/ kontrol, J1 : jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 25 cm, J2 : jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 50 cm, J3 : jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 75 cm, J4 : jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 100 cm, J5 : jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 150 cm.

Walaupun memiliki rata-rata yang hampir sama tetap terdapat perbedaan tinggi tanaman kedelai setiap perlakuan. Perlakuan tumpangsari jagung dengan jarak tanam 75 cm x 100 cm menunjukkan tinggi tanaman yang tertinggi yakni sebesar 69,58 cm. Sedangkan pada pertanaman kedelai monokultur menunjukkan nilai tinggi tanaman yaitu 63,17 cm. Perlakuan jarak tanam jagung terkecil (75 cm x 25 cm) dengan kerapatan paling besar di antara perlakuan lainnya, masih menunjukkan lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai monokultur. Hal ini berarti kompetisi yang terjadi selama masa pertumbuhan relatif kecil baik antar tanaman maupun dalam tanaman. Hasil penelitian Edita (2010) pada tumpangsari jagung dengan kedelai menunjukkan bahwa pada kerapatan tanaman rendah (jarak tanam terbesar) tidak terjadi kompetisi *interplant* dan *intraplant*. Hal ini juga disebabkan umur tanaman yang tidak sama dan memiliki kebutuhan terhadap faktor lingkungan yang berbeda sehingga persaingan tidak terjadi.

Peningkatan tinggi tanaman pada minggu pertama sampai ketiga cenderung lambat. Hal ini sesuai dengan kurva sigmoid, yaitu pertumbuhan terjadi lambat pada awal, lalu cepat dan kembali menurun (gambar 1).

Peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman yang relatif cepat terlihat mulai umur 4 MST hingga 7 MST. Setelah pertumbuhan vegetatif terhenti, tanaman kedelai mengawali masa generatif. Perlakuan tumpangsari jagung memberikan peran sebagai penaung bagi kedelai. Menurut Monteith *et al.* (1990) pemberian naungan meningkatkan efisiensi penggunaan air pada tanaman di bawahnya, yaitu dengan menurunkan evapotranspirasi. Intensitas cahaya sangat berperan sebagai penentu kelembaban dan temperatur udara, lengas dan temperatur tanah. Semakin rendah intensitas cahaya, kelembaban udara dan lengas tanah semakin tinggi, sedangkan temperatur tanah dan udara semakin rendah.

## 2. Jumlah Polong Per Tanaman

Jumlah polong pada tiap tanaman merupakan komponen hasil pokok bagi suatu tanaman. Jumlah polong yang terbentuk menunjukkan kemampuan menyerap unsur hara yang tersedia di dalam tanah. Hal tersebut disebabkan karena polong merupakan tempat untuk menyimpan cadangan makanan.

Tabel 2. Rerata jumlah polong per tanaman kedelai/ *Glycine max* L. (unit)

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (unit)
K0 (monokultur kedelai/ kontrol)	26,42 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	28,42 <sup>a</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	31,75 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	30,34 <sup>a</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	33,34 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	28,75 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Tabel 2 serta analisis ragam (lampiran 1) terlihat bahwa perlakuan kerapatan tumpangsari jagung tidak nyata mempengaruhi jumlah polong per tanaman. Tumpangsari jagung jarak tanam 75 cm x 100 cm memberikan rata-rata jumlah polong terbanyak, yakni 33,34 unit. Sedangkan monokultur kedelai menghasilkan jumlah polong per tanaman terendah yaitu 26,42 unit. Hal ini diduga karena pada monokultur kedelai mendapat penyinaran penuh selama pertumbuhan menyebabkan laju respirasi yang lebih cepat

dibandingkan laju fotosintesis, sehingga hasil bersih fotosintesis untuk pembentukan polong berkurang seiring dengan penurunan fotosintat.

Jagung merupakan salah satu contoh tanaman tipe fotosintesis C<sub>4</sub>, sedangkan kedelai termasuk tipe fotosintesis C<sub>3</sub>. Tanaman golongan C<sub>4</sub> mempunyai sifat produktivitas yang jauh lebih tinggi daripada tanaman golongan C<sub>3</sub>. Salah satu faktor penyebabnya adalah oksidasi fotorespirasi dari tanaman golongan C<sub>4</sub> jauh lebih rendah dibanding C<sub>3</sub>. Fotorespirasi adalah sejenis respirasi (proses oksidasi yang melibatkan oksigen) pada tumbuhan yang dibangkitkan oleh penerimaan cahaya yang diterima oleh daun. Oleh sebab itu, hasil bersih fotosintesis pun jauh lebih tinggi tanaman golongan C<sub>4</sub> dibanding C<sub>3</sub>.

Kebutuhan penyinaran saat pembentukan polong kedelai maksimal apabila mendapatkan penyinaran yang optimum agar dapat menghasilkan hasil fotosintesis yang optimal. Perlakuan kerapatan tumpangsari jagung mempengaruhi dalam penyerapan cahaya oleh tanaman. Semakin lebar jarak tanam maka intensitas cahaya yang diteruskan dan diserap akan semakin besar, begitu pula sebaliknya. Cahaya sangat besar pengaruhnya dalam proses fisiologis, seperti fotosintesis, pernafasan, pertumbuhan perkembangan, pembukaan dan penutupan stomata, pergerakan tanaman dan perkecambahan. Penyinaran matahari mempengaruhi pertumbuhan produksi dan hasil tanaman melalui proses fotosintesis dan fotoperodisitas.

Seperti halnya yang dituliskan Hiebesch *et al.* (1995), bahwa persentase polong per tanaman dipengaruhi oleh sifat genetik tanaman itu sendiri, karena sifat genetik suatu tanaman lebih besar peranannya dalam mengendalikan bentuk biji (ukuran polong). Irdiawan dan Rahmi (2002) juga menyatakan bahwa untuk pembentukan polong diperlukan kadar kelembaban tanah yang rendah selama beberapa waktu dan banyaknya air di dalam tanah dapat mengganggu proses pembentukan polong.

### 3. Jumlah Biji Per Polong (unit)

Biji merupakan cadangan makanan serta dapat diperankan sebagai benih yang dapat dijadikan bahan tanam pada musim berikutnya. Faktor yang

menentukan kualitas biji adalah jumlah substrat karbohidrat yang tersedia bagi metabolisme yang mendukung pertumbuhan awal tanaman. Hal ini menjadikan ukuran atau bobot biji sering dipakai sebagai tolok ukur untuk mendapatkan bahan tanam yang seragam (Sitompul dan Guritno *cit* Dermawan 2006).

Tabel 3. Rerata jumlah biji per polong kedelai/ *Glycine max* L. (unit)

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (unit)
K0 (monokultur kedelai/ kontrol)	1,65 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	1,57 <sup>a</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	1,71 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	1,73 <sup>a</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	1,66 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	1,77 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Hasil analisis keragaman (lampiran 1) memperlihatkan bahwa jumlah biji per polong kedelai tidak dipengaruhi oleh kepadatan populasi tanaman jagung. Hal ini dapat disebabkan karena pada kedelai yang tahan naungan sehingga hasil fotosintesis tidak menurun walaupun ditumpangsarikan. Naungan bagi tanaman berfungsi untuk memperkecil proses transpirasi dan respirasi. Melalui pengurangan intensitas cahaya, kecepatan angin, dan temperatur udara (Anita 2002 *cit* Kusumodewi 2003). Dengan semakin tinggi intensitas cahaya menyebabkan lapisan palisade semakin panjang dan jumlah stomata semakin sedikit (Utami dan Juheri 2004). Oleh sebab itu dengan penanaman yang cukup, proses pembentukan polong dan pengisian biji dapat berlangsung optimal.

Terlihat pada tabel 3 bahwa jumlah biji per polong kedelai berkisar antara 1,57-1,77 unit. Jumlah biji yang dihasilkan per polong kedelai dipengaruhi oleh asupan unsur hara yang diberikan dan lingkungan yang mendukung dalam pertumbuhan tanaman. Selain itu, karena kedelai berasal dari satu varietas yang memiliki sifat genetik sama sehingga jumlah biji per polong yang dihasilkan tidak berpengaruh nyata. Perlakuan jarak tanam 75

cm x 25 cm memiliki jumlah biji per polong terendah yakni sebesar 1,57 unit. Hal ini disebabkan karena terjadi kompetisi antara kedelai dengan jagung dalam memperebutkan unsur hara N. Unsur N yang terkandung di dalam tanah sangat mempengaruhi dalam proses pengisian polong. Unsur N yang semakin tinggi akan meningkatkan proses fotosintesis yang berfungsi dalam pembentukan polong dan biji. Kekurangan unsur N akan menurunkan laju fotosintesis sehingga proses pembentukan polong dan biji akan terhambat. Namun, kompetisi tersebut dapat ditekan dengan perlakuan jarak tanam yang lebih lebar.

#### 4. Berat 1000 Biji (gram)

Peubah pengamatan berat 1000 biji merupakan salah satu peubah yang berkaitan erat dengan hasil produksi suatu tanaman. Berat 1000 biji yang semakin berat akan berakibat semakin banyak produksi yang didapat dan semakin baik jika biji dijadikan benih.

Tabel 4. Rerata berat 1000 biji kedelai/ *Glycine max* L. (gram)

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (gram)
K0 (monokultur kedelai/ kontrol)	228,85 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	253,11 <sup>a</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	232,43 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	231,88 <sup>a</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	233,29 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	226,45 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan jarak tanam tumpangsari jagung tidak berpengaruh nyata terhadap berat 1000 biji (lampiran 1). Hasil tersebut diketahui bahwa banyaknya variasi pada perlakuan tidak menurunkan kualitas dan kuantitas biji. Selain itu, perlakuan tumpangsari jagung mampu membantu meningkatkan hasil polong dan biji. Pada tabel 4 ditunjukkan bahwa berat 1000 biji tanaman kedelai tidak berbeda jauh dibanding dengan berat 1000 biji kedelai pada umumnya yang mencapai 232 gram. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara dalam tanah



dimanfaatkan dengan baik oleh tanaman, didukung pula dengan adanya naungan jagung yang dapat menekan fotorespirasi sehingga fotosintat tidak menurun. Biji kedelai yang dihasilkan sangat bervariasi yang sebagian besar berukuran besar.

Berdasarkan tabel 4, kedelai monokultur dan perlakuan tumpangsari jarak tanam 75 cm x 150 cm menghasilkan berat 1000 biji terendah. Hal ini dapat disebabkan karena jumlah tanaman jagung sebagai penaung relatif sedikit bahkan tidak ada pada kedelai monokultur, sehingga proses fotosintesis yang kurang efisien dan akan mempengaruhi pembentukan polong dan pengisian biji yang terakumulasi pada berat 1000 biji. Goldsworthy dan Fisher (1996) menyatakan bahwa berat 1000 biji dipengaruhi oleh ukuran biji. Ukuran biji tergantung pada faktor-faktor yang mengendalikan penyediaan asimilasi untuk pengisian biji, jumlah biji yang tumbuh dan batas-batas pertumbuhan biji individual yang ditentukan secara genetik.

Berat 1000 biji tertinggi terdapat pada perlakuan tumpangsari kedelai dengan jagung yang berjarak tanam 75 cm x 25 cm yaitu sebesar 253,11 gram. Pada jarak tanam tersebut justru hasil kedelai lebih tinggi daripada monokultur. Hal ini dapat disebabkan karena, dengan adanya tumpangsari tersebut tanaman kedelai yang ternaungi jagung dapat menekan fotorespirasi maka pemanfaatan serapan cahaya untuk fotosintesis lebih efisien sehingga tidak menurunkan fotosintat. Telah diketahui bahwa pada tingkat kerapatan yang tinggi, persaingan akan semakin besar, terutama dalam memperebutkan unsur hara. Namun, kebutuhan unsur hara bagi kedelai dan jagung berbeda. Kedelai akan cenderung banyak menyerap unsur P, sedangkan jagung akan lebih banyak menyerap N. Kebutuhan N dalam tanah terpenuhi salah satunya dengan pemberian pupuk N langsung pada tanaman, selain itu juga didukung dengan aktivitas bintil akar kedelai dengan bakteri penambat N bebas di udara *Rhizobium* sp. Oleh karena itu, persaingan dalam memperebutkan unsur hara dapat diminimalkan, sehingga tidak menurunkan hasil.

Buckman dan Brady *cit* Wicaksana (2006) menyebutkan bahwa tanaman akan berproduksi dengan baik apabila unsur hara yang dibutuhkan tersedia dalam jumlah yang cukup. Hal ini didukung oleh Jones (1993) tanaman dapat ditumpangsarikan bila ada perbedaan secara morfologis dan fisiologis yang bila ditanam bersama-sama tidak akan menimbulkan kompetisi sehingga produktivitas lahan dapat ditingkatkan, serta kedua komponen tanaman mempunyai nilai ekonomis yang cukup baik dan stabil. Apabila komponen tanaman ini dikombinasikan, diharapkan dapat saling menguntungkan. Menurut Supriyono *cit* Widodo (2000), bahwa ada kecenderungan dengan merenggangnya jarak tanam dapat meningkatkan hasil biji pertanaman.

#### 5. Hasil Biji Per Petak (gram)

Hasil biji per petak ditentukan dengan menimbang berat. Berat biji per petak merupakan berat keseluruhan biji yang dihasilkan per satuan luas.

Tabel 5. Rerata hasil per petak kedelai/ *Glycine max* L. (gram)

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (gram)
K0 (monokultur kedelai/ kontrol)	1570,33 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	1334,88 <sup>a</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	1510,33 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	1547,25 <sup>a</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	1416,78 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	1371,08 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Pada rerata yang disajikan pada tabel 5 (lampiran 2) menyebutkan bahwa perlakuan kepadatan populasi jagung tidak nyata mempengaruhi hasil biji kedelai per petak. Banyaknya variasi pada perlakuan mengakibatkan tidak berpengaruh nyata terhadap hasil biji per tanaman, namun adanya hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan tumpangsari jagung terbukti membantu dalam pembentukan polong dan pengisian biji. Hasil biji per petak tertinggi diperoleh pada monokultur kedelai yaitu 1570,33 gram dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain. Hasil per petak tersebut masih dibawah



produksi umum kedelai yaitu  $2 \text{ ton.ha}^{-1}$ . Hal ini disebabkan karena tidak semua polong tanaman kedelai terisi dengan baik sehingga akan mempengaruhi jumlah biji per petak.

Kerapatan tanaman jagung juga memicu adanya kompetisi dalam penyerapan air, cahaya dan unsur hara antar tanaman. Jumlah polong per tanaman yang relatif banyak yaitu berkisar 26-33 unit cenderung menghasilkan biji yang kecil-kecil karena hasil fotosintesis terbagi-bagi pada masing-masing polong sehingga berat biji hampir sama dan tidak berbeda nyata pada semua perlakuan. Selain itu faktor genetik juga ikut berperan dalam proses pembentukan biji. Sutopo (1998) menyatakan bahwa proses pembentukan biji pada berbagai jenis tanaman tidak sama, baik disebabkan oleh faktor lingkungan maupun faktor genetik. Ketidaktepatan dalam proses pembuahan bakal biji akan menyebabkan terbentuknya biji yang tidak sama pula.

Pengisian biji berlangsung melalui beberapa tahapan sampai biji tersebut benar-benar masak. Tanaman akan mentranslokasikan berbagai senyawa agar biji mengandung cadangan makanan yang cukup. Untuk perkembangannya, benih menggunakan bahan-bahan (terutama karbohidrat) yang disintesis dalam daun. Pada tanaman polong sumber asimilat berasal dari polong yang sedang tumbuh. Pada tanaman legum, kebanyakan tidak mampu untuk memobilisasi asimilat yang disimpan sebelum pembentukan buah akibatnya pembentukan cadangan makanan dalam benih sangat bergantung pada asimilat yang dibentuk selama pembentukan buah tersebut. Hasil benih sangat peka terhadap pengaruh-pengaruh lingkungan yang merusak selama pengisian. Hal ini salah satunya yang menyebabkan terdapat polong hampa pada penelitian ini, berhubungan dengan fotosintat yang dihasilkan pada fotosintesis pada daun.

#### **6. Berat Segar Brangkasan Per Tanaman (gram)**

Berat segar brangkasan menunjukkan tingkat serapan air dan unsur hara oleh tanaman untuk metabolisme. Menurut Gardner *et al.* (1991) berat segar brangkasan tanaman dicerminkan oleh banyaknya penyerapan air dalam tanah

oleh tanaman. Penyerapan air oleh tanaman tergantung pada banyak sedikitnya air dalam tanah.

Berat segar merupakan akumulasi dari pertumbuhan bagian-bagian tanaman itu sendiri, semakin baik pertumbuhan batang dan daun akan semakin meningkatkan berat segar yang akan meningkatkan produksi. Menurut Jumin (1988) hara yang diproduksi suatu tanaman ditentukan oleh kegiatan yang berlangsung dari sel dan jaringan sehingga dengan tersedia hara yang lengkap bagi tanaman dapat digunakan oleh tanaman dalam proses asimilasi dan proses-proses fisiologi lainnya.

Tabel 6. Rerata berat segar brangkasan kedelai/ *Glycine max* L. (gram)

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (gram)
K0 (monokultur kedelai/ kontrol)	24,40 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	28,44 <sup>a</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	17,46 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	31,23 <sup>a</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	39,99 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	26,79 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil analisis ragam (lampiran 2) dapat diketahui bahwa berat segar brangkasan tidak dipengaruhi oleh masing-masing jarak tanam tumpangsari jagung. Hal ini berarti bahwa kebutuhan air tanaman kedelai terpenuhi meskipun ditanam secara tumpangsari. Pada hasil di atas juga dapat diketahui bahwa kedelai monokultur dan kedelai yang ditumpangsarikan dengan jagung menunjukkan hasil berat segar brangkasan yang relatif sama. Hal ini dapat diketahui bahwa tanaman kedelai yang perakarannya dalam kemungkinan dapat memperoleh air dan hara yang cukup dibandingkan dengan jagung yang perakarannya dangkal. Seperti yang dinyatakan oleh Prawinata *et al. cit* Dewi (2004) bahwa berat segar brangkasan hampir seluruhnya disebabkan pengambilan air oleh tanaman. Dengan kata lain efektivitas penyerapan air oleh tanaman serta peranannya dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman dicerminkan oleh berat segar brangkasan.

Berat segar brangkasian yang disajikan pada tabel 6, rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan kerapatan tumpangsari jagung 75 cm x 100 cm yaitu sebesar 39,99 gram, sedangkan rerata berat segar brangkasian terendah diperoleh pada perlakuan kerapatan tumpangsari jagung 75 cm x 50 cm yaitu sebesar 17,46 gram. Hal ini menunjukkan bahwa pada kerapatan 75 cm x 50 cm tanaman kedelai mengalami hambatan, yaitu ketersediaan air terbatas yang dapat disebabkan karena persaingan dalam memperebutkan air. Monteith *et al.* (1990) berpendapat bahwa naungan meningkatkan efisiensi penggunaan air pada tanaman dibawahnya, dengan menurunkan evapotranspirasi. Intensitas cahaya sangat berperan sebagai penentu kelembaban dan temperatur udara, lensa dan temperatur tanah. Jadi semakin banyak hasil asimilasi yang dibagikan berarti semakin banyak pula asimilat yang sampai pada tanaman sehingga mengalami peningkatan berat segar. Kekurangan air mempengaruhi banyak aspek pertumbuhan, perkembangan, dan hasil tanaman. Hampir setiap parameter pertumbuhan tanaman diubah oleh cekaman air, termasuk biomassa total tanaman asalkan cekamannya berat dan berlangsung cukup lama (Goldsworthy dan Fisher 1996).

Berat segar brangkasian juga dipengaruhi pengambilan air oleh tanaman (Sitompul dan Guritno 1995). Nilai berat basah dipengaruhi oleh kadar air jaringan, unsur hara dan metabolisme (Salisbury dan Ross 1995). Ditambahkan oleh Harjadi (1991) bahwa perbesaran sel tanaman akan membentuk vakuola sel yang besar sehingga mampu menyerap air dalam jumlah banyak, selain itu pembentukan protoplasma tanaman akan bertambah sehingga menyebabkan peningkatan berat segar dan hasil segar tanaman.

## **7. Berat Kering Brangkasian Per Tanaman (gram)**

Untuk mengukur produktifitas tanaman akan lebih relevan menggunakan berat kering brangkasian atau bagian tanaman sebagai ukuran pertumbuhannya (Salisbury dan Ross 1995). Berat kering tanaman mencerminkan akumulasi senyawa organik yang berhasil disintesis tanaman dari senyawa anorganik, terutama air dan karbondioksida.

Berat kering brangkasian merupakan keseimbangan antara pengambilan  $\text{CO}_2$  (fotosintesis) dan pengeluaran (respirasi). Apabila respirasi lebih besar dibanding fotosintesis, tumbuhan ini berkurang berat keringnya, begitu juga sebaliknya (Gardner *et al.* 1991). Ditambahkan oleh Dwijoseputro (1980) bahwa 90% bahan kering tanaman adalah hasil fotosintesis dan analisis pertumbuhan yang dinyatakan dengan berat kering.

Tabel 7. Rerata berat kering brangkasian kedelai/ *Glycine max* L. (gram)

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (gram)
K0 (monokultur kedelai/ kontrol)	4,86 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	6,39 <sup>a</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	4,85 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	6,50 <sup>a</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	10,96 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	7,40 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil analisis ragam yang disajikan pada tabel 7 (lampiran 2), terlihat bahwa perlakuan jarak tanam tumpangsari jagung tidak nyata mempengaruhi berat kering brangkasian. Meskipun kebutuhan air tercukupi, namun pada hasil di atas terlihat jelas bahwa populasi dalam suatu lahan sangat menentukan pertumbuhan suatu tanaman. Walaupun ditanam secara monokultur maupun ditumpangsarikan dengan jagung, hasil pada tabel di atas menunjukkan bahwa hasil fotosintesis tanaman kedelai sedikit. Namun, berat kering brangkasian pada perlakuan tumpangsari lebih tinggi dibandingkan monokulturnya. Hal ini dapat disebabkan karena pada kedelai termasuk tanaman C3 dengan pemberian naungan (tumpangsari) dapat membantu mengurangi fotorespirasi, sehingga hasil fotosintesis tidak menurun. Indeks yang digunakan sebagai ukuran terhadap besarnya fotorespirasi adalah titik kompensasi  $\text{CO}_2$ . Titik kompensasi  $\text{CO}_2$  adalah kadar  $\text{CO}_2$  atmosfer di sekitar tanaman sedemikian, sehingga laju fotosintesis sama dengan laju fotorespirasi. Dalam keadaan ini, hasil bersih fotosintesis sama dengan nol. Titik kompensasi  $\text{CO}_2$  tanaman golongan C3 lebih tinggi daripada tanaman

golongan C4. Akibatnya, kapasitas hasil bersih fotosintesis jauh lebih rendah. Hasil bersih fotosintesis ini akan mempengaruhi produktivitas tanaman yang tercermin dalam berat kering brangkas.

Selain itu, perbedaan yang terdapat dalam sistem tumpangsari jagung dan kedelai yaitu dari sistem perakarannya. Jagung mempunyai sistem perakaran serabut yang menyebar dangkal, sedangkan kedelai mempunyai sistem perakaran berupa akar tunggang yang menyebar lebih dalam. Pada sistem olah tanah sempurna sistem perakaran antara kedua tanaman tidak saling terganggu, sehingga dalam penyerapan unsur hara yang dilakukan oleh perakaran kedua tanaman tersebut dapat berjalan dengan baik. Sistem tumpangsari dapat diatur berdasarkan sifat perakaran dan waktu penanaman. Pengaturan sifat perakaran sangat perlu untuk menghindari persaingan unsur hara dari dalam tanah. Sistem perakaran yang dapat ditumpangsarikan adalah sistem perakaran dalam dengan sistem perakaran dangkal (McMaster *et al.* 2007). Hal ini didukung dengan pendapat Dachlan (2002) bahwa sistem perakaran akar tunggang dapat ditumpangsarikan dengan sistem perakaran serabut dimana tidak saling merugikan atau menghambat pertumbuhan antara tanaman yang satu dengan yang lain.

Hasil rata-rata berat kering brangkas kedelai tertinggi terdapat pada perlakuan kerapatan tumpangsari jagung 75 cm x 100 cm yaitu sebesar 10,96 gram, sedangkan berat kering brangkas terendah terdapat pada perlakuan kerapatan tumpangsari jagung 75 cm x 50 cm yaitu sebesar 4,85 gram. Hal ini disebabkan karena tingkat serapan air dan unsur hara yang rendah. Selain itu juga terjadi kompetisi cahaya baik antar tanaman kedelai itu sendiri maupun dengan tanaman jagung. Sumijati (2003) menyatakan bahwa peningkatan kompetisi antar kanopi karena peningkatan populasi tanaman dapat menurunkan berat kering dan total luas daun tanaman.

Kartasapoetra (1988) menyatakan bahwa persaingan antar tanaman dalam mendapatkan air maupun cahaya matahari berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, sehingga jarak tanaman yang lebih lebar akan lebih memacu pertumbuhan tanaman dan semakin besar berat kering brangkas



berarti semakin baik pertumbuhan dan perkembangan tersebut. Quaye *et al.* (2011) menyatakan bahwa pada masa juvenil tanaman akan tumbuh dengan kuat. Indeks luas daun yang meningkat akan menyebabkan intersepsi cahaya daun akan meningkatkan fotosintesis sehingga meningkatkan bahan kering tanaman.

### C. Jagung (*Zea mays*)

#### 1. Tinggi Tanaman (cm)

Pertumbuhan suatu tanaman dapat diketahui melalui perpanjangan dan pembesaran sel, salah satu variabel untuk mengetahui hal tersebut adalah dengan mengetahui tinggi tanaman. Tinggi tanaman merupakan ukuran tanaman yang sering diamati baik sebagai indikator pertumbuhan maupun sebagai variabel yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diterapkan. Ini didasarkan atas kenyataan bahwa tinggi tanaman merupakan ukuran pertumbuhan yang paling mudah dilihat (Sitompul dan Guritno 1995).

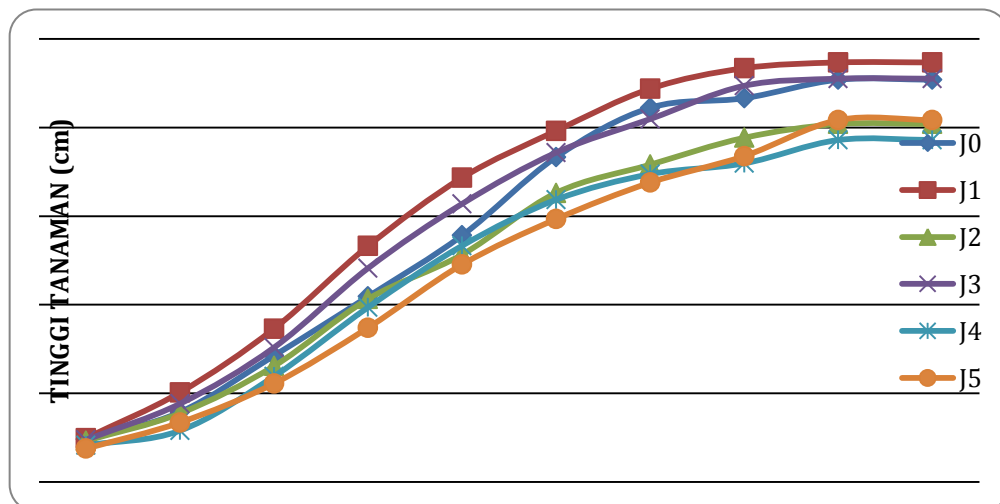
Tabel 8. Rerata tinggi tanaman jagung/ *Zea mays* L. saat 10 MST (cm)

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (cm)
K0 (monokultur kedelai/ kontrol)	226,92 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	236,67 <sup>a</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	201,92 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	227,50 <sup>a</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	192,92 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	204,17 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Menurut hasil analisis ragam tabel 8, tinggi tanaman jagung saat 10 MST tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan jarak tanam tumpangsari jagung. Walaupun demikian, ada kecenderungan bahwa makin tinggi kerapatan maka tinggi tanaman juga makin tinggi. Pada umumnya makin tinggi kerapatan populasi tanaman, individu makin bersaing untuk memperebutkan cahaya, air dan unsur hara. Nampaknya tanaman jagung

dapat beradaptasi terhadap kerapatan populasi yang tinggi, sehingga pertumbuhan individu tanaman tidak tertekan pada kerapatan populasi tinggi.



Gambar 2. Pola pertumbuhan tanaman jagung/ *Zea mays*

Keterangan : J0 : Jagung Monokultur/ kontrol, J1 : jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 25 cm, J2 : jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 50 cm, J3 : jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 75 cm, J4 : jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 100 cm, J5 : jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 150 cm.

Berdasarkan gambar 2, perpanjangan dan pembelahan sel terjadi dari awal tanam sampai dengan 9 MST. Jagung monokultur menunjukkan pertumbuhan yang relatif sama dibanding dengan jagung yang ditumpangsarikan. Perlakuan jarak tanam 75 cm x 25 cm memperoleh pola pertumbuhan tertinggi dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain. Berbeda dengan perlakuan J2, J4 dan J5 yang memiliki pertumbuhan lebih lambat, sehingga faktor lingkungan lebih dimanfaatkan oleh kedelai selama pertumbuhan awal pembentukan polong, sehingga hasil biji lebih banyak.

Pada grafik terlihat pula perbedaan antara jagung monokultur dengan jagung yang ditumpangsarikan dengan kedelai. Perbedaan ini disebabkan penyerapan cahaya, air dan hara yang optimal oleh jagung yang ditanam secara monokultur. Budiastuti (2000) menyatakan bahwa pengaturan populasi tanaman pada hakekatnya adalah pengaturan jarak tanam yang berpengaruh pada persaingan dan penyerapan hara, air dan cahaya matahari sehingga bila

tidak diatur dengan baik akan mempengaruhi hasil tanaman. Jarak tanaman mengakibatkan kompetisi yang utama dalam memperoleh cahaya, unsur hara dan air.

Batang tanaman tersusun dari ruas yang merentang di antara buku-buku tanaman. Pertumbuhan tinggi batang disebabkan oleh pertambahan panjang dari ruas tanaman sebagai akibat meningkatnya jumlah dan ukuran sel. Cekaman air mempengaruhi secara praktis setiap aspek pertumbuhan tanaman, mulai dari modifikasi anatomi, morfologi, fisiologi, dan biokimia. Saidi (2006) menyatakan bahwa di bawah kondisi yang kekurangan (defisit) air pada siang hari akan berdampak pada penurunan pembesaran sel dan pemanjangan batang. Selain itu, penurunan pembesaran sel menghasilkan tanaman yang lebih kecil dan pendek (Gardner *et al.* 1991).

## 2. Jumlah Tongkol Per Tanaman

Jumlah tongkol pada tiap tanaman merupakan komponen hasil pokok bagi suatu tanaman. Jumlah tongkol yang terbentuk menunjukkan kemampuan menyerap unsur hara yang tersedia di dalam tanah. Hal tersebut disebabkan karena tongkol merupakan tempat untuk menyimpan cadangan makanan.

Tabel 9. Rerata jumlah tongkol per tanaman jagung/ *Zea mays* L. (unit)

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (unit)
J0 (monokultur jagung/ kontrol)	1,17 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	1,08 <sup>a</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	1,25 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	1,33 <sup>a</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	1,42 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	1,83 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Hasil analisis ragam yang disajikan pada tabel 9 (lampiran 3) terlihat bahwa jumlah tongkol per tanaman tidak dipengaruhi oleh kerapatan tumpangsari jagung. Hal ini terjadi karena banyaknya variasi, namun ada kecenderungan perlakuan tumpangsari jagung membantu meningkatkan

jumlah tongkol per tanaman. Hasil rata-rata jumlah tongkol per tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan kerapatan tumpangsari jagung 75 cm x 150 cm. Jumlah tongkol per tanaman paling sedikit yaitu pada perlakuan kerapatan tumpangsari jagung 75 cm x 25 cm. Hal ini disebabkan pada perlakuan tersebut, jagung lebih baik dalam pertumbuhan vegetatif, hasil fotosintesis banyak digunakan untuk metabolisme sel dan proses respirasi (pertambahan tinggi), sehingga penimbunan fotosintat menjadi berkurang. Selain itu populasi jagung tumpangsari dengan jarak tanam 75 cm x 25 cm dan monokultur terlalu banyak, sehingga semakin besar tingkat kompetisi dalam memperebutkan unsur hara, air dan cahaya antar tanaman.

Pada sistem tumpangsari yang harus diperhatikan yaitu tanaman yang ditanam sebaiknya mempunyai periode pertumbuhan yang tidak sama dan mempunyai perbedaan kebutuhan terhadap faktor lingkungan seperti air, cahaya, kelembaban dan unsur hara. Jagung mempunyai kemampuan morfologi untuk menghasilkan banyak tongkol. Penelitian Hallauer dan Troyer *cit* Goldsworthy dan Fisher (1996) menunjukkan bahwa perkembangan tongkol pertama dan kedua adalah sama sampai suatu periode kritis dekat pembungaan. Pertumbuhan tongkol dapat terhenti selama pembungaan apabila jumlah penyinaran yang tersekap per tanaman kecil. Hal ini dapat dilihat dari nilai indeks luas daun. Indeks luas daun saat vegetatif maksimum relatif kecil ( $< 4$ ) berarti intersepsi cahaya yang diterima oleh kecil, sehingga proses fotosintesis tidak berlangsung optimal. Indeks luas daun kaitannya dengan keteraturan daun-daun dan pengaruhnya terhadap pencahayaan di dalam tajuk.

Susunan tajuk dapat mempengaruhi hasil selain fotosintesis. Pengaruh langsung penetrasi cahaya yang lebih baik pada daun-daun yang paling bawah dan batang dapat meningkatkan pengembangan tongkol. Kebanyakan asimilat yang berasal dari daun-daun bagian atas berpindah ke malai bunga jantan, batang bagian atas dan tongkol; daun-daun paling bawah menyediakan bagi batang bawah dan tongkol; daun-daun di bawah tongkol juga menyediakan seperempat asimilatnya untuk tongkol yang sedang

berkembang, dan penyediaan asimilat tersebut mempengaruhi jumlah biji per tanaman.

### 3. Jumlah Biji Per Tongkol

Biji merupakan cadangan makanan serta dapat diperankan sebagai benih yang dapat dijadikan bahan tanam pada musim berikutnya. Faktor yang menentukan kualitas biji adalah jumlah substrat karbohidrat yang tersedia bagi metabolisme yang mendukung pertumbuhan awal tanaman. Hal ini menjadikan ukuran atau bobot biji sering dipakai sebagai tolak ukur untuk mendapatkan bahan tanam yang seragam (Sitompul dan Guritno *cit* Dermawan 2006)

Tabel 10. Rerata jumlah biji per tongkol jagung/ *Zea mays* L. (unit)

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (unit)
J0 (monokultur jagung/ kontrol)	421,04 <sup>b</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	335,04 <sup>ab</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	275,92 <sup>ab</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	348,79 <sup>ab</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	241,33 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	203,49 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Tabel 10 menunjukkan bahwa jumlah biji per tongkol nyata dipengaruhi oleh kerapatan tumpangsari jagung. Hal tersebut dikarenakan banyaknya variasi pada perlakuan tumpangsari jagung. Pada hasil di atas membuktikan bahwa perlakuan tumpangsari jagung mampu mempengaruhi banyaknya biji yang terbentuk tiap tongkol. Jumlah biji per tongkol pada monokultur jagung memberikan hasil tertinggi dibandingkan perlakuan yang lain dan berbeda nyata dengan perlakuan tumpangsari jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm dan 75 cm x 150 cm. Hal ini dapat disebabkan karena tingkat persaingan pada perlakuan tumpangsari jagung dalam memperebutkan cahaya. Jagung merupakan tanaman golongan C4 yang memiliki kapasitas fotosintesis lebih tinggi daripada golongan C3 (kedelai), sehingga hasil bersih fotosintesisnya akan terus meningkat sampai intensitas cahaya yang cukup



tinggi (mencapai 5.000 fc). Cahaya yang rendah menyebabkan proses fotosintesis terganggu sehingga dapat menyebabkan kadar karbohidrat yang dihasilkan tidak maksimal. Jika kadar karbohidrat yang dihasilkan tidak maksimal maka akan menurunkan kuantitas serta kualitas tongkol, karena karbohidrat merupakan salah satu bahan untuk pembentukan tongkol. Selain itu genetik juga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya jumlah biji yang dihasilkan.

Terlihat pada tabel 10 bahwa jumlah biji per tongkol perlakuan tumpangsari jagung dengan jarak tanam 75 cm x 100 cm dan 75 cm x 150 cm berbeda nyata dengan monokultur. Hal ini dapat disebabkan karena keguguran buliran dan biji setelah perambutan. Distribusi asimilat yang mencapai tongkol saat sedang berkembang mengalami gangguan, sehingga asimilat yang seharusnya untuk pengisian biji berkurang. Ini akan dipengaruhi oleh persaingan internal antara pengguna-pengguna yang berlainan (daun, batang, akar, malai bunga jantan dan tongkol) dan karena itu setiap perubahan kekuatan satu pengguna akan mempengaruhi penyediaan asimilat ke lain-lainnya. Persaingan dalam memperebutkan asimilat tersebut dapat menurunkan kualitas dan kuantitas saat pengisian biji.

Pernyataan Tollenar dan Daynard *cit* Goldsworthy dan Fisher (1996) bahwa ketika tongkol terus-menerus terbentuk, sering kali ada kehilangan jumlah biji per tanaman yang nyata karena keguguran biji setelah perambutan. Biasanya biji-biji dalam buliran paling muda pada ujung tongkol yang gugur. Butir-butir ini dibuahi dan mulai pertumbuhan normal. Walaupun demikian, bila biji-biji yang lebih tua letaknya lebih rendah pada tongkol mulai tumbuh cepat, biji-biji yang lebih atas gugur, walaupun pada waktu itu kadar gula yang dapat larut dalam batang dan biji relatif tinggi.

#### 4. Berat 1000 Biji (gram)

Peubah pengamatan berupa berat 1000 biji merupakan salah satu peubah yang berkaitan erat dengan hasil produksi suatu tanaman. Berat 1000 biji yang semakin berat akan berakibat semakin banyak produksi yang didapat dan semakin baik jika biji dijadikan benih. Penyediaan asimilat dari

fotosintesis yang terjadi mempengaruhi kualitas dan kuantitas biji yang terlihat dari berat 1000 biji. Menurut Goldsworthy dan Fisher (1996), kebanyakan perbedaan hasil biji disebabkan oleh perbedaan-perbedaan dalam jumlah biji per tanaman disertai perbedaan-perbedaan kecil dalam ukuran biji.

Tabel 11. Rerata berat 1000 biji jagung/ *Zea mays* L. (gram)

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (gram)
J0 (monokultur jagung/ kontrol)	272,00 <sup>ab</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	243,08 <sup>a</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	239,30 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	283,05 <sup>b</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	268,31 <sup>ab</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	278,07 <sup>b</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Hasil analisis ragam yang disajikan pada tabel 11 (lampiran 4) bahwa perlakuan jarak tanam tumpangsari jagung nyata mempengaruhi berat 1000 biji jagung. Dari hasil tersebut diketahui bahwa banyaknya variasi pada perlakuan tidak menurunkan kualitas dan kuantitas biji. Perlakuan jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 75 cm dan 75 cm x 150 cm memberikan hasil tertinggi yaitu 283,05 gram dan 278,07 gram dan tidak berbeda nyata dengan monokultur. Namun hasil tersebut berbeda nyata dengan perlakuan tumpangsari dengan kerapatan yang tinggi yakni pada jarak tanam 75 cm x 25 cm dan 75 cm x 50 cm.

Hal ini dapat disebabkan adanya kompetisi baik intra maupun inter spesifik. Kompetisi intra spesifik dapat terjadi karena persaingan dalam memperebutkan asimilat antara pengguna satu dengan pengguna lainnya (daun, akar, batang, malai bunga jantan dan tongkol). Didukung oleh pernyataan Mock dan Pearce *cit* Goldsworthy dan Fisher (1996) bahwa membatasi metabolisme malai bunga jantan sebelum antesis, dapat meningkatkan hasil biji dan memperbaiki perkembangan tongkol dalam populasi-populasi tanaman berjarak tanam dekat. Sedangkan pada kompetisi

inter spesifik yaitu persaingan memperebutkan faktor lingkungan seperti cahaya, air dan unsur hara.

Berdasarkan tabel 11, perlakuan jarak tanam 75 cm x 75 cm memberikan rerata berat 1000 biji tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena pada perlakuan jarak tersebut kondisi kedelai optimum untuk menyumbangkan N hasil fiksasi kedalam tanah, sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman jagung. Sesuai dengan Khalil (2000) yang menyatakan perembesan nitrogen dari bintil akar nyata pengaruhnya terhadap penambahan hasil biji jagung yang ditanam bersama leguminosa.

Penanaman populasi yang tinggi akan memberikan dampak positif terhadap jumlah tanaman akan tetapi akan menurunkan hasil karena akan menyebabkan persaingan yang sangat ketat antar tanaman terhadap unsur hara, air, media tumbuh, sinar matahari sehingga ukuran lebih kecil, batang lebih kecil dan tanaman berpotensi mudah roboh. Penurunan hasil ini disebabkan karena penurunan jumlah biji per tanaman ini lebih besar dibandingkan dengan penambahan jumlah tongkol dan berat biji, karena kerapatan tanaman.

##### **5. Hasil Biji Per Petak (gram)**

Buah jagung terdiri atas tongkol, biji dan daun pembungkus. Biji jagung mempunyai bentuk, warna dan kandungan endosperm yang bervariasi tergantung jenisnya. Biji jagung pada umumnya tersusun dalam barisan yang melekat secara lurus atau berkelok-kelok. Susunan biji pada buah jagung bergantung pada genetik dari jagung.

Berat rata-rata hasil biji per petak perlakuan dihitung berdasarkan total panen yang dihasilkan oleh tanaman jagung. Tujuan dari perhitungan berat rata-rata hasil panen yaitu untuk mengetahui seberapa besar pengaruh hasil jagung yang ditanam secara tumpangsari dengan tanaman kedelai. Banyak faktor yang mempengaruhi produksi suatu tanaman terutama faktor lingkungan, terutama tanah dan iklim. Produksi suatu tanaman ditentukan

oleh  $Y_{max} = F(G, E, C)$  dimana  $F$  adalah fungsi dari,  $G = genetic$ ,  $E = Environment$ , dan  $C = Cultiv technique$  (Gardner *et al.* 1991).

Tabel 12. Rerata hasil per petak jagung/ *Zea mays* L. (gram)

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (gram)
J0 (monokultur jagung/ kontrol)	2537,55 <sup>c</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	1768,25 <sup>b</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	793,70 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	978,87 <sup>a</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	537,30 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	499,58 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan tabel 12 terlihat bahwa perlakuan tumpangsari jagung dengan berbagai kerapatan berpengaruh nyata (lampiran 4) terhadap hasil biji jagung per petak. Dibandingkan dengan jagung yang ditumpangsarikan, jagung dengan perlakuan monokultur menghasilkan biji lebih banyak. Hal itu dapat disebabkan karena jumlah populasi pada tanaman jagung monokultur lebih banyak. Namun, jarak tanam jagung serupa diterapkan pada pola tumpangsari menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap variabel hasil per petak. Hal ini menunjukkan terjadinya persaingan antar tanaman jagung dengan kedelai. Selanjutnya, pada perlakuan jarak tanam 75 cm x 25 cm memberikan hasil lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan tumpangsari dengan jarak tanam lebih lebar. Hal ini dapat disebabkan karena jumlah populasi jagung yang berbeda tiap perlakuan. Populasi jagung menurun seiring dengan jarak tanam yang semakin lebar, sehingga jumlah tongkol dan biji pun berkurang.

Tanaman jagung yang ditanam secara monokultur lebih banyak mendapat ruang dalam penyerapan unsur hara, air serta cahaya yang optimal sehingga membantu dalam pertumbuhan tanaman dengan baik. Supriyono *cit* Widodo (2010) menyatakan bahwa memang ada kecenderungan merenggangnya jarak tanam meningkatkan hasil biji pertanaman. Ukuran biji bergantung pada faktor-faktor yang mengendalikan penyediaan asimilat untuk

pengisian biji, jumlah biji yang tumbuh, dan batas-batas pertumbuhan biji-biji individual yang ditentukan secara genetik (Goldsworthy dan Fisher 1996).

#### 6. Berat Segar Brangkasan Per Tanaman (gram)

Dwijoseputro (1980) menyatakan bahwa berat segar brangkasan tanaman dipengaruhi oleh kadar air dan kandungan unsur hara yang ada dalam sel-sel jaringan. Berat segar brangkasan yang tinggi menunjukkan bahwa metabolisme tanaman berjalan dengan baik.

Tabel 13. Rerata berat segar brangkasan per tanaman jagung/ *Zea mays* (gram)

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (gram)
J0 (monokultur jagung/ kontrol)	300,00 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	276,25 <sup>a</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	212,92 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	311,67 <sup>a</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	211,67 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	295,42 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan tabel 13 serta analisis ragam (lampiran 4) menunjukkan bahwa perlakuan berbagai kerapatan tumpangsari jagung menunjukkan tidak berpengaruh nyata terhadap berat segar brangkasan. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan yang tersedia dapat dimanfaatkan oleh jagung monokultur maupun tumpangsari secara merata. Diketahui bahwa jagung yang ditanam secara monokultur dan jagung pada perlakuan jarak tanam 75 cm x 75 cm menghasilkan berat segar brangkasan yang tertinggi dibandingkan dengan berat segar brangkasan jagung yang ditumpangsarikan dengan kedelai lainnya. Hal ini berarti bahwa jagung yang ditanam secara tumpangsari dengan kedelai menunjukkan adanya persaingan air. Persaingan tersebut sangat berimbas terhadap berat segar brangkasan tanaman jagung. Berbeda dengan jagung monokultur yang memiliki ruang lebih lebar, sehingga dapat optimal dalam menyerap air. Supriyono (2000) menyatakan bahwa serapan air dan unsur hara yang tinggi mengakibatkan berat segar brangkasan tanaman juga semakin meningkat.



Hal ini berarti sama dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan yang juga melaporkan bahwa cekaman kekeringan pada fase vegetatif akan menurunkan perkembangan tanaman secara keseluruhan yang akhirnya berat segar tanaman menjadi sedikit. Hasil penelitian Kusmarwiyah *et al.* (2006) juga melaporkan bahwa cekaman kekeringan berpengaruh pada luas daun tanaman jagung terutama pada fase vegetatifnya. Cekaman kekeringan menghasilkan jumlah daun lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman yang mendapatkan air cukup pada fase tersebut.

#### 7. Berat Kering Brangkasan Per Tanaman (gram)

Berat brangkasan kering tanaman dipengaruhi oleh berat segar brangkasan tanaman. Apabila berat segar tanaman rendah maka berat kering tanaman yang dihasilkan semakin rendah. Menurut Sitompul dan Guritno *cit* Supriyono (2000), pengeringan bahan bertujuan untuk menghilangkan semua kandungan air bahan, dilakukan pada suhu yang relatif tinggi selama jangka waktu tertentu sampai mencapai berat kering yang konstan.

Cahaya menentukan proses fotosintesis melalui organel penyelenggara fotosintesis. Klorofil dan enzim ribulose bifosfat karboksilase oksigenase (Rubisco) adalah molekul yang paling berperan dalam proses fotosintesis. Intensitas cahaya matahari dan cekaman air merupakan unsur yang berperan dalam sintesis kedua molekul tersebut. Oleh karena itu, tingkat naungan dan cekaman air selalu berhubungan dengan peningkatan laju fotosintesis.

Tabel 14. Rerata berat kering brangkasan tanaman jagung/ *Zea mays* (gram)

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata (gram)
J0 (monokultur jagung/ kontrol)	94,08 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	92,39 <sup>a</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	75,34 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	106,64 <sup>a</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	76,20 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	74,38 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil analisis ragam yang terlampir serta tabel 14, dapat diketahui bahwa perlakuan berbagai kerapatan tumpangsari tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering brangkasan (lampiran 4). Diketahui bahwa jagung perlakuan jarak tanam 75 cm x 75 cm memberikan berat kering brangkasan tertinggi dibandingkan perlakuan lain. Hal ini menunjukkan bahwa persaingan antar tanaman yang rendah sehingga dalam memperoleh cahaya, air dan hara dapat tercukupi secara optimal yang mengakibatkan proses fotosintesis berjalan dengan lancar. Fitter dan Hay (1991) menyatakan bahwa 90% berat kering tanaman adalah hasil fotosintesis. Proses fotosintesis yang terhambat akan menyebabkan rendahnya berat kering tanaman.

Adanya cahaya matahari sebagai sumber energi maka aktifitas pembentukan berat kering relatif lebih cepat dan dapat langsung diakumulasikan, sedangkan yang ternaungi terlalu rapat berakibat ketidakcukupan cahaya sebagai sumber energi untuk aktifitas metabolisme tanaman yang berakibat terjadi penurunan hasil. Hal ini menunjukkan dengan meningkatnya intensitas radiasi sampai batas tertentu maka dapat meningkatkan laju fotosintesis, dengan demikian berat kering juga meningkat, karena karbohidrat merupakan salah satu penyusun berat kering tanaman. Dengan meningkatnya laju fotosintesis maka proses fisiologi tanaman juga meningkat dengan menghasilkan senyawa penting untuk pertumbuhan yaitu berupa karbohidrat, protein, lemak dan bahan organik lain, sedangkan 80%-90% berat kering tanaman berasal dari karbon hasil fotosintesis (Darwati *et al.* 1996).

#### **D. Indeks Luas Daun (ILD)**

Daun merupakan organ produsen fotosintat utama. Daun diperlukan untuk penyerapan dan pengubahan energi cahaya matahari melalui proses fotosintesis sebagai penghasil makanan yang digunakan untuk pertumbuhan, perkembangan dan menghasilkan bahan panen. Indeks luas daun adalah perbandingan luas daun total dengan luas tanah yang ditutupi. Pengamatan

ILD kedelai dan jagung ini dilaksanakan sebanyak 2 kali, yaitu saat vegetatif maksimum dan saat akan panen.

Tabel 15. Rerata Indeks Luas Daun saat vegetatif maksimum

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata
K0 (monokultur kedelai/ kontrol)	1,74 <sup>ab</sup>
J0 (monokultur jagung/ kontrol)	1,24 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	3,93 <sup>d</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	2,52 <sup>bc</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	3,23 <sup>cd</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	2,57 <sup>bc</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	2,35 <sup>abc</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Indeks luas daun yang optimum juga ditentukan oleh ruang tumbuh. Bila luas daun melebihi luas ruang tumbuh, maka daun ternaungi. Daun yang ternaungi tidak efektif karena proses fotosintesis akan terganggu sehingga menurunkan fotosintat. Indeks Luas Daun (ILD) merupakan variabel penting untuk memperkirakan intersepsi radiasi matahari yang berpengaruh pada produksi tanaman. Hubungan antara ILD dan intersepsi cahaya adalah:  $ILD = 1, 3, 3$  dan  $4, 3$  besar intersepsi cahaya masing-masing sekitar 50, 90 dan 95% (Sinclair dan Gardner 1998). Indeks luas daun yang semakin tinggi menunjukkan intersepsi cahaya yang diterima oleh tanaman semakin banyak. Indeks luas daun yang tinggi akan menyebabkan proses fotosintesis berjalan dengan baik, namun pengaruh tebal daun yang dinyatakan dalam Luas Daun Spesifik (LDS) juga besar.

Hasil analisis ragam yang disajikan pada tabel 15 (lampiran 4) menunjukkan bahwa perlakuan jarak tanam tumpangsari jagung memberikan pengaruh nyata terhadap indeks luas daun saat vegetatif maksimum. Perlakuan jarak tanam 75 cm x 25 cm memberikan hasil tertinggi yaitu 3,93 dan tidak berbeda nyata dengan jarak tanam 75 cm x 75 cm. Namun perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Hal ini diduga dengan jarak tanam yang rapat maka indeks luas daun semakin besar. Kerapatan daun berhubungan erat dengan populasi tanaman atau jarak tanam.

Semakin rapat jarak antar tanaman, semakin tinggi kerapatan di antara daun dan semakin sedikit kuantitas radiasi (cahaya) yang sampai ke lapisan daun bawah.

Harga ILD yang lebih dari satu menggambarkan adanya saling menaungi di antara daun yang mengakibatkan daun yang ternaungi pada lapisan bawah tajuk mendapat cahaya yang kurang dan karenanya dapat mempunyai laju fotosintesis yang lebih rendah dari daun yang tidak ternaungi. Pada penelitian ini nilai ILD sudah mencapai optimal untuk kedelai maupun jagung. Ini menunjukkan bahwa intersepsi cahaya matahari yang diterima cukup tinggi (50%-90%). Kisaran intersepsi cahaya yang cukup tinggi tersebut menunjukkan bahwa cahaya yang tersedia mampu dimanfaatkan tanaman secara rata dan menyeluruh, sehingga tidak menurunkan hasil produksi kedelai dan jagung baik yang ditanam monokultur maupun tumpangsari.

Tabel 16. Rerata Indeks Luas Daun saat akan panen

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata
K0 (monokultur kedelai/ kontrol)	2,74 <sup>a</sup>
J0 (monokultur jagung/ kontrol)	3,80 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	7,19 <sup>b</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	4,18 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	5,12 <sup>ab</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	3,99 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	3,84 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Kerapatan tanam tumpangsari jagung nyata mempengaruhi indeks luas daun saat akan panen. Perlakuan jarak tanam 75 cm x 25 cm memperoleh nilai indeks luas daun paling tinggi yaitu 7,19 dan berbeda nyata dengan semua perlakuan, kecuali jarak tanam 75 cm x 75 cm. Harga ILD yang sangat besar ( $> 5$ ) ini berarti banyak daun yang saling menaungi, sehingga laju fotosintesis menurun. Semakin rapat jarak antar tanaman, semakin tinggi kerapatan di antara daun dan semakin sedikit kuantitas radiasi (cahaya) yang sampai ke lapisan daun bawah. Semakin lebar jarak tanam maka semakin

besar pemanfaatan sinar matahari untuk proses fotosintesis, sebagaimana yang dikemukakan oleh Koswara (1982), menyatakan bahwa kerapatan tanaman (jarak tanam) mempengaruhi populasi tanaman dan keefisienan penggunaan cahaya.

ILD pada sistem tumpangsari lebih tinggi dibandingkan monokultur menunjukkan kompetisi antar tanaman yang lebih rendah pada pertanaman tumpangsari dalam kondisi intensitas cahaya sebagai faktor pembatas. Inclinasi daun kedelai yang cenderung horizontal (*planofil*) dan jagung yang cenderung tegak (*erektofil*) mengakibatkan penyebaran daun yang lebih merata dan berkurangnya daun yang saling menaungi. Menurut Heddy (1987), sistem pertanaman campuran dengan tanaman yang berbeda secara berseling akan menghasilkan LAI yang ideal dan mengarah kepada LAI optimum, sebab tajuk daun terbentuk dari spesies tumbuhan yang berbeda.

Hubungan ILD dengan produksi biomassa tanaman tentu terjalin melalui proses fotosintesis. Dengan pertambahan umur tanaman, laju fotosintesis akan menurun dengan penurunan penerimaan kuantitas radiasi, maka mengakibatkan nilai ILD meningkat. Apabila kuantitas cahaya tersebut dapat ditingkatkan sejajar dengan peningkatan ILD, laju fotosintesis akan dapat dipertahankan seiring dengan pertambahan umur tanaman. Bertambahnya umur tanaman maka akan semakin banyak daun-daun yang saling menaungi, dan daun yang berada pada lapisan bawah menerima cahaya jauh di bawah titik jenuh (Sitompul dan Guritno 1995).

#### **E. Nilai Kesetaraan Lahan (NKL)**

Nilai Kesetaraan Lahan (NKL) merupakan salah satu cara untuk menghitung produktivitas lahan dari dua atau lebih tanaman yang ditumpangsarikan. Pada umumnya sistem tumpangsari menguntungkan dibandingkan sistem monokultur karena produktivitas lahan menjadi lebih tinggi dan resiko kegagalan dapat diperkecil. Keuntungan secara agronomis dari pelaksanaan sistem tumpangsari dapat dievaluasi dengan cara menghitung NKL (Beets 1982).



Tabel 17. Rerata Nilai Kesetaraan Lahan tanaman kedelai/ *Glycine max* L.

Perlakuan Jarak Tanam Tumpangsari Jagung	Rerata
K0 (monokultur kedelai/kontrol)	1,00 <sup>a</sup>
J1 (jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm)	1,54 <sup>a</sup>
J2 (jarak tanam jagung 75 cm x 50 cm)	1,31 <sup>a</sup>
J3 (jarak tanam jagung 75 cm x 75 cm)	1,40 <sup>a</sup>
J4 (jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm)	1,14 <sup>a</sup>
J5 (jarak tanam jagung 75 cm x 150 cm)	1,06 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Tabel 17 memperlihatkan bahwa nilai kesetaraan lahan tidak dipengaruhi oleh kerapatan tanam tumpangsari jagung. Turmudi (2002) menyatakan bahwa tumpangsari jagung dan kedelai memberikan keuntungan pada pelaksanaan sistem tumpangsari yang dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan yang tercermin pada nilai kesetaraan lebih dari satu ( $NKL > 1$ ) yang artinya jika nilai kesetaraan lahan  $> 1$  berarti tumpangsari menguntungkan dalam efisiensi lahan. Hal ini disebabkan karena semua faktor tumbuh yang dibutuhkan tanaman dapat dimanfaatkan secara optimal. Permadi (1986), menyatakan bahwa tanaman yang ditanam secara tumpangsari akan memberikan hasil yang lebih rendah bila dibandingkan dengan tanaman yang sama secara monokultur meskipun nisbah kesetaraan lahan sering lebih tinggi.

Tingkat efisiensi lahan tertinggi pada perlakuan jarak tanam jagung 75 cm x 25 cm yaitu sebesar 1,54. Dengan demikian, pada perlakuan ini produktivitas lahan dalam sistem tumpangsari kedelai dan jagung dapat ditingkatkan sebesar 54% dibandingkan dengan penanaman secara monokultur. Diketahui bahwa pada jarak tanam paling rapat (J1) mampu memanfaatkan seluruh luasan lahan sebagai ruang tumbuh dua tanaman berbeda dan tidak menyebabkan penurunan hasil produksi masing-masing secara nyata.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan diatas yaitu:

1. Tumpangsari jagung secara deret tambah dengan jarak tanam terapat (75 cm x 25 cm) belum menurunkan hasil kedelai secara nyata.
2. Hasil biji jagung terbaik terjadi pada jarak tanam tumpangsari jagung 75 cm x 25 cm.
3. Ada kecenderungan hasil kedelai cukup tinggi selama ditumpangsarikan dengan perlakuan jarak tanam jagung 75 cm x 100 cm.
4. Berdasarkan Nilai Kesetaraan Lahan (NKL), sistem tumpangsari secara keseluruhan menguntungkan, ini tercermin pada nilai  $NKL > 1$ .

### B. Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah:

1. Tumpangsari kedelai jarak tanam 25 cm x 25 cm dengan jagung jarak tanam 75 cm x 25 cm dapat direkomendasikan untuk diterapkan oleh petani.
2. Perlu penelitian lebih lanjut penanaman kedelai yang ditumpangsarikan dengan jagung dengan pengujian multilokasi.