

## Keunggulan Kompetitif Agronomis dan Ekonomis Lima Belas Genotipe Kedelai pada Tumpangsari dengan Jagung

*Agronomic and Economic Competitiveness of Fifteen Soybean Genotypes Intercropping with Maize*

**Titik Sundari, Siti Mutmaidah\*, Yuliantoro Baliadi**

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi  
Jl. Raya Kendalpayak. KM 8. PO Box 66 Malang 65101  
\*e-mail: sitiesdianto@yahoo.co.id

NASKAH DITERIMA 2 FEBRUARI 2019; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 22 MEI 2019

### ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui tingkat keunggulan kompetitif agronomis dan ekonomis 15 genotipe kedelai pada tumpangsari jagung dengan kedelai. Penelitian dilaksanakan di KP Kendalpayak Malang pada Maret-Juli 2018, menggunakan 12 galur harapan kedelai dan tiga varietas pembanding, yaitu Dena 1 dan Dena 2 (toleran naungan) serta Grobogan (ukuran biji besar dan umur genjah). Perlakuan disusun berdasarkan rancangan petak terbagi, empat ulangan. Petak utama adalah pola tanam (monokultur dan tumpangsari jagung dengan kedelai), sedangkan anak petak adalah 15 genotipe kedelai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tumpangsari menurunkan hasil kedelai dan jagung masing-masing 61,53% dan 31,05% dibandingkan monokultur. Pada pola tanam tumpangsari, hasil jagung tertinggi dicapai pada tumpangsari jagung dengan genotipe Grob/Pander-395-2, dan hasil kedelai tertinggi dicapai pada tumpangsari jagung dengan genotipe Grob/IT-7-2. Genotipe kedelai berpengaruh nyata terhadap nilai koefisien kepadatan relatif (K), nilai agresivitas (A), nisbah kesetaraan lahan (NKL), nisbah kompetitif (NK), dan kehilangan hasil aktual (KHA) pada tumpangsari jagung dengan kedelai. Genotipe Grob/IT-7-2 merupakan kompetitor terkuat, dan memiliki dominasi terbesar bagi tanaman jagung dalam tumpangsari jagung dengan kedelai. Namun, berdasarkan nisbah R/C, indeks keuntungan finansial (IKF), nisbah kesetaraan pendapatan (NKP), dan nisbah kesetaraan lahan (NKL), keuntungan terbesar dicapai pada tumpangsari jagung dengan kedelai genotipe Grob/IT-7-7.

Kata kunci: agronomis, ekonomis, jagung, kedelai, kompetitif, tumpangsari

### ABSTRACT

This research aimed to determine the level of agronomic and economic competitiveness of 15 soybean genotypes intercropped with maize. The research was conducted at Kendalpayak Research Station Malang during March to July 2018, using 12 soybean promising lines and three check cultivars, *i.e.* Dena 1 and Dena 2 (shading tolerant) and Grobogan (large seed size and early maturity). The treatments were arranged in a split plot design, four replications. The main plot was the cropping pattern (monoculture and intercropping maize with soybean), and the subplot was 15 soybean

genotypes. The results showed that the yields of soybean and maize under intercropping decreased by 61.53% and 31.05%, respectively, compared to those of monoculture of each crop. The highest maize yield was achieved in intercropping of maize with Grob/Pander-395-2 soybean genotype, and the highest soybean yield was achieved by Grob/IT-7-2 genotype intercropped with maize. In intercropping maize with soybean, soybean genotypes significantly affected the relative crowding coefficient (K), aggressivity (A), land equivalent ratio (LER), competitive ratio (CR), and actual yield loss (AYL). The Grob/IT-7-2 genotype was the strongest competitor and the greatest dominance for maize intercropping with soybean. However, based on R/C ratio, monetary advantage indices (MAI), income equivalent ratio (IER) and LER, the highest benefit was achieved when maize was intercropped with Grob/IT-7-7 soybean genotype.

Keywords: agronomic, economic, maize, soybeans, competitive, intercropping

### PENDAHULUAN

Tumpangsari merupakan budi daya tanaman yang melibatkan dua spesies tanaman atau lebih yang tumbuh bersama dan hidup berdampingan untuk sementara waktu. Sistem tanam tumpangsari memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan monokultur (Lithourgidis *et al.* 2011). Tumpangsari berperan penting dalam keberlanjutan pembangunan pertanian dan produksi pangan di seluruh dunia (Rodríguez-Navarro *et al.* 2010; Miyazawa *et al.* 2014), dan merupakan salah satu upaya intensifikasi pertanian untuk meningkatkan produksi pertanian pada kondisi ketersediaan lahan yang terbatas (Phala *et al.* 2011). Tumpangsari juga dapat meningkatkan produksi per satuan luas melalui penggunaan sumber daya yang efektif, termasuk air, unsur hara, dan energi matahari (Nasri *et al.* 2014), memberikan keuntungan yang lebih tinggi dibandingkan dengan monokultur dalam hal hasil dan efisiensi penggunaan lahan (Mao *et al.* 2012). Keuntungan tumpangsari tersebut dapat dicapai apabila masing-masing spesies tanaman yang ditanam memiliki waktu dan ruang yang cukup

untuk memaksimalkan hubungan timbal balik, dan meminimalkan kompetisi di antara keduanya. Menurut Yang *et al.* (2015), keberhasilan tumpangsari ditentukan oleh spesies tanaman yang digunakan, nisbah penanaman, kondisi pertumbuhan, dan pola pengaturan tanaman. Perubahan pola tata ruang dan populasi tanaman dapat mempengaruhi produktivitas tanaman dalam tumpangsari (Oseni dan Aliyu 2010). Oleh karena itu, pemilihan spesies tanaman dalam sistem tumpangsari sangat penting.

Tumpangsari jagung dengan kedelai merupakan tumpangsari yang dianggap penting. Tumpangsari jagung dengan kedelai telah banyak diterapkan (Yang *et al.* 2014), dan mempunyai potensi untuk menjaga kesuburan tanah (Sanginga dan Woomer 2009). Pada tumpangsari jagung dengan kedelai, hasil panen dapat dimaksimalkan dengan mengatur nisbah baris 2:2 atau 1:2 baris (Undie *et al.* 2012). Nisbah baris, kerapatan tanaman, dan jarak baris yang ideal dicapai melalui pengaturan pola tata ruang (Undie *et al.* 2012; Yang *et al.* 2015). Menurut Zhang *et al.* (2011) dan Yang *et al.* (2015), tumpangsari dapat memberikan keuntungan berupa hasil yang lebih tinggi berdasarkan nisbah kesetaraan lahan (NKL), dengan perbandingan baris jagung:kedelai 2:2. Keuntungan hasil tersebut dicapai karena adanya efek baris pinggiran, dan perilaku kompetisi tanaman yang dipengaruhi oleh perubahan pola tata ruang. Nisbah kesetaraan lahan umum digunakan dalam sistem tumpangsari untuk mengukur produktivitas lahan, dan juga sebagai indikator untuk menentukan keberhasilan tumpangsari (Brintha dan Seran 2009).

Kompetisi merupakan salah satu faktor utama yang berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan dan hasil tanaman dalam tumpangsari dibandingkan dengan monokultur. Pengaruh kompetisi antar tanaman pada tumpangsari dapat dinilai berdasarkan indeks koefisien kepadatan relatif (K), nisbah kompetisi (NK), agresivitas (A), kehilangan hasil aktual (KHA), dan keuntungan antar tanaman (KAT) (Banik *et al.* 2000). Indeks tersebut menggambarkan perilaku kompetitif dalam tumpangsari (Lithourgidis *et al.* 2011). Indeks koefisien kepadatan relatif digunakan untuk menentukan tingkat kompetitif atau dominasi dari jenis tanaman yang ditumpangsarkan dan digunakan untuk mengevaluasi dan membandingkan kemampuan kompetitif dari satu spesies dengan spesies lainnya dalam tumpangsari (Zhang *et al.* 2011). Agresivitas digunakan untuk menunjukkan kompetisi interspesies dalam tumpangsari dengan menghubungkan perubahan hasil dua komponen

tanaman (Agegnehu *et al.* 2006). Nisbah kompetitif merupakan cara lain untuk mengevaluasi kemampuan kompetitif spesies yang berbeda dalam tumpangsari (Willey dan Rao 1980). Parameter ini lebih baik dibandingkan dengan parameter koefisien kepadatan relatif dan agresivitas karena lebih menguntungkan dan memungkinkan pengukuran daya saing tanaman lebih baik. Nisbah R/C digunakan sebagai indikator untuk menilai keuntungan relatif suatu usahatani. Menurut Rahim dan Hastuti (2008), nisbah R/C menunjukkan besarnya penerimaan yang diperoleh sebagai manfaat dari biaya yang dikeluarkan.

Pertumbuhan dan hasil tanaman pada pola tumpangsari dipengaruhi oleh rasio penanaman, pengaturan spasial, kepadatan tanaman, kultivar, dan persaingan antara komponen campuran (Rezaei-Chianeh *et al.* 2011). Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keunggulan kompetitif agronomis dan ekonomis 15 genotipe kedelai pada tumpangsari dengan jagung.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Kendalpayak Malang pada bulan Maret-Juli 2018. Penempatan perlakuan disusun berdasarkan rancangan petak terbagi, diulang empat kali. Petak utama adalah pola tanam, yaitu monokultur dan tumpangsari jagung varietas Bima 19 dengan kedelai. Sedangkan, anak petak adalah 12 galur harapan kedelai toleran naungan dan tiga varietas pembanding yaitu Dena 1 dan Dena 2 (pembanding toleran naungan) dan Grobogan (pembanding ukuran biji besar dan umur genjah). Kedelai ditanam dua minggu setelah tanam jagung, sehingga pada saat kedelai memasuki fase generatif terjadi cekaman kekurangan cahaya yang lebih berat.

Pada sistem tanam monokultur, jarak tanam kedelai 35 cm × 20 cm (dua tanaman per rumpun), sedangkan jarak tanam jagung 70 cm × 20 cm (satu tanaman per rumpun), pada plot seluas 9,6 m<sup>2</sup>. Pada sistem tumpangsari jagung+kedelai, jagung ditanam dua minggu sebelum kedelai dalam baris ganda dengan jarak tanam 2,1 m × (0,35 m × 0,20 m), satu tanaman per rumpun, sedangkan kedelai ditanam dalam lorong antarbaris ganda jagung (2,1 m) dengan jarak tanam 35 cm × 20 cm (dua tanaman per rumpun) sebanyak 6 baris. Perbandingan jumlah baris jagung:kedelai dalam satu plot adalah 4:6. Sebelum tanam benih diberi perlakuan insektisida Karbosulfan. Penyiangian dilakukan pada 2-4 minggu setelah tanam (mst).

Pemupukan jagung dilakukan bertahap, yaitu pada 7-10 hari setelah tanam (hst) sebanyak 100 kg Urea + 300 kg Phonska/ha atau setara 90 kg N + 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 45 kg K<sub>2</sub>O/ha, dan pada 35-45 hst sebanyak 250 kg Urea/ha atau setara 112,5 kg N/ha. Pemupukan pada kedelai dilakukan pada 7-10 hst menggunakan 150 kg Phonska + 100 kg SP36/ha atau setara 22,5 kg N + 58,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 22,5 kg K<sub>2</sub>O/ha. Pemupukan dengan cara dilarik 10 cm dari tanaman. Pengairan diberikan pada saat setelah tanam, pemupukan, pembungaan, pembentukan dan pengisian polong. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan setiap 5 hari. Panen dilakukan setelah polong masak fisiologis.

Pengamatan terdiri atas hasil biji, intensitas cahaya pada jam 12.00-13.00 WIB mulai saat tanam hingga panen dengan interval dua minggu. Analisis ragam digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan, sedangkan untuk perbandingan nilai tengah digunakan uji BNT (beda nyata terkecil) pada taraf 5%. Intensitas cekaman naungan yang disebabkan oleh kanopi tanaman jagung dihitung berdasarkan rumus Fischer dan Maurer (1978):

$$IC\% = \left[ 1 - \left( \frac{RY_{tk}}{RY_{mk}} \right) \right] \times 100\%$$

dimana  $RY_{tk}$  = rata-rata hasil kedelai pada tumpangsari dan  $RY_{mk}$  = rata-rata hasil kedelai pada monokultur.

Tingkat keunggulan kompetitif dinilai berdasarkan beberapa parameter yaitu:

#### 1. Koefisien kepadatan relatif (K)

Indikator dominasi relatif satu spesies terhadap spesies yang lain dalam tumpangsari, dihitung berdasarkan rumus Ghosh (2004)

$$K_j = \frac{[Y_{tj} \times P_{tk}]}{[Y_{mj} - Y_{tj}] \times P_{tj}}$$

$$K_k = \frac{[Y_{tk} \times P_{tj}]}{[Y_{mk} - Y_{tk}] \times P_{tk}}$$

dimana  $K_j$  = dominasi relatif jagung,  $K_k$  = dominasi relatif kedelai,  $P_j$  = luas lahan dalam tumpangsari yang digunakan untuk jagung (67%),  $P_{tk}$  = luas lahan dalam tumpangsari yang digunakan untuk kedelai (33%),  $Y_{mj}$  = hasil jagung monokultur,  $Y_{tj}$  = hasil jagung tumpangsari,  $Y_{mk}$  = hasil kedelai monokultur,  $Y_{tk}$  = hasil kedelai tumpangsari.

#### 2. Agresivitas (A)

Agresivitas dihitung dengan persamaan Agegnehu *et al.* (2006):

$$A_j = \left( \frac{Y_{tj}}{Y_{mj} \times P_{tj}} \right) - \left( \frac{Y_{tk}}{Y_{mk} \times P_{tk}} \right)$$

$$A_k = \left( \frac{Y_{tk}}{Y_{mk} \times P_{tk}} \right) - \left( \frac{Y_{tj}}{Y_{mj} \times P_{tj}} \right)$$

Apabila  $A = 0$  berarti kedua tanaman sama-sama kompetitif,  $A_j = \text{positif}$  berarti jagung yang dominan, dan apabila  $A_k = \text{positif}$  berarti kedelai yang dominan.

#### 3. Nisbah kesetaraan lahan (NKL)

Dihitung dengan rumus Mao *et al.* (2012):

$$NKL = (NKL_j + NKL_k)$$

$$NKL_j = \frac{Y_{tj}}{Y_{mj}}$$

$$NKL_k = \frac{Y_{tk}}{Y_{mk}}$$

$NKL_j$  = nisbah kesetaraan lahan parsial dari jagung,  $NKL_k$  = nisbah kesetaraan lahan parsial dari kedelai,  $Y_j$  = hasil jagung pada tumpangsari,  $Y_{mj}$  = hasil jagung pada monokultur,  $Y_k$  = hasil kedelai pada tumpangsari,  $Y_{mk}$  = hasil kedelai pada monokultur.

#### 4. Nisbah kompetitif (NK)

Dihitung dengan persamaan Willey dan Rao (1980):

$$NK_j = \left( \frac{NKL_j}{NKL_k} \right) \left( \frac{P_{tk}}{P_{tj}} \right)$$

$$NK_k = \left( \frac{NKL_k}{NKL_j} \right) \left( \frac{P_{tj}}{P_{tk}} \right)$$

Apabila  $NK_j < 1$  artinya terdapat manfaat positif dalam tumpangsari, dan bila  $NK_j > 1$  artinya terdapat manfaat negatif dalam tumpangsari.

#### 5. Kehilangan hasil aktual (KHA)

Dihitung dengan rumus Banik *et al.* (2000):

$$KHA_{ts} = KHA_j - KHA_k$$

dimana  $KHA_{ts}$  = kehilangan hasil aktual tumpangsari,  $KHA_j$  = kehilangan hasil aktual jagung,  $KHA_k$  = kehilangan hasil aktual kedelai.

$$KHA_j = \left[ \left( \frac{Y_{tj}/P_{tj}}{Y_{mj}/P_{mj}} \right) - 1 \right]$$

$$KHA_k = \left[ \left( \frac{Y_{tk}/P_{tk}}{Y_{mk}/P_{mk}} \right) - 1 \right]$$

dimana:  $Y_j$  = hasil jagung pada tumpangsari,  $Y_{mj}$  = hasil jagung pada monokultur,  $P_j$  = proporsi jagung dalam tumpangsari,  $P_{mj}$  = proporsi jagung dalam monokultur. Nilai KHA positif

menunjukkan bahwa tumpangsari menguntungkan, dan negatif menunjukkan kerugian (Dhima *et al.* 2007).

6. Indeks keuntungan finansial (IKF)

Indeks keuntungan finansial dihitung dengan rumus Layek *et al.* (2014):

$$IKF = \frac{\text{Nilai gabungan tumpangsari} \times (NKL-1)}{NKL}$$

Nilai gabungan tumpangsari di setiap sistem tanam adalah harga pasar terendah yang berlaku untuk setiap komponen tanaman pada saat penelitian

7. Nisbah kesetaraan pendapatan (NKP)

Nilai NKP dihitung dengan rumus Ghaffarzadeh (1979):

$$NKP = \frac{PK_{tj}}{PK_{mj}} + \frac{PK_{tk}}{PK_{mk}}$$

Dimana PK<sub>tj</sub> dan PK<sub>tk</sub>=penerimaan per hektar untuk jagung tumpangsari dan kedelai tumpangsari, PK<sub>mj</sub> dan PK<sub>mk</sub>=penerimaan per hektar jagung monokultur dan kedelai monokultur

8. Nisbah R/C

Dihitung dengan persamaan Soekartawi (2002):

$$\text{Nisbah R/C} = \frac{PT}{TR} = \frac{P \times Q}{FC + VC}$$

Dimana PT=penerimaan total, TR=total biaya produksi, P=harga, Q=produksi yang dihasilkan

petani, FC=biaya tetap, VC=biaya tidak tetap. Kriteria: R/C >1 berarti menguntungkan, dan R/C <1 berarti merugikan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Keragaan Hasil**

Hasil kedelai dan jagung dalam sistem monokultur lebih tinggi dibandingkan dengan hasil dalam sistem tumpangsari (Tabel 1). Hasil kedelai tumpangsari antara 0,75 hingga 1,00 t/ha, sedangkan monokultur antara 2,08 hingga 2,39 t/ha. Hasil jagung tumpangsari antara 3,99 hingga 5,06 t/ha, sedangkan monokultur 6,77 t/ha. Tumpangsari jagung+kedelai menyebabkan pengurangan hasil kedelai 61,53% dan jagung 31,05%. Hal ini sejalan dengan Khonde *et al.* (2018), bahwa hasil kedelai monokultur lebih tinggi dibandingkan dengan hasil kedelai tumpangsari dengan tingkat pengurangan hasil mencapai 55,1%. Hasil penelitian Sasaki *et al.* (2016) menunjukkan bahwa pengurangan hasil kedelai tumpangsari 40-60% dari hasil monokultur. Pengurangan hasil kedelai tersebut disebabkan oleh pengurangan jumlah populasi kedelai serta pengaruh naungan dari kanopi tanaman jagung.

Interaksi antara pola tanam dengan genotipe kedelai berpengaruh nyata terhadap hasil kedelai. Hal ini menunjukkan bahwa respons genotipe terhadap pola tanam berbeda. Tumpangsari jagung dengan kedelai menyebabkan terjadinya

**Tabel 1.** Hasil kedelai dan jagung pada monokultur dan tumpangsari. Malang, MT Maret-Juli 2018

Genotipe	Hasil (t/ha)			Pengurangan hasil (%)	
	Kedelai		Jagung	Kedelai	Jagung
	Monokultur	Tumpangsari	Tumpangsari		
Grob/IT-7-7	2,08 e	0,89 g	5,03 b	57,01	25,78
Grobogan	2,08 e	0,83 ghijk	4,97 bc	60,07	26,66
Grob/Pander-397-6	2,19 cd	0,87 ghi	3,99 f	60,23	41,06
Grob/IT-17-1	2,31 ab	0,85 ghij	4,67 de	63,38	31,09
IBK/Argop-276-3	2,29 b	0,88 ghi	4,52 e	61,47	33,31
Grob/Pander-395-2	2,14 cde	0,80 ijk	5,06 b	62,77	25,33
Dena 1	2,23 bc	0,83 ghijk	4,61 de	62,71	31,98
Dena 2	2,22 bc	0,80 hijk	4,54 e	64,05	32,94
Grob/Pander-428-1	2,17 cd	0,80 hijk	4,46 e	63,23	34,19
Grob/IT-7-5	2,17 cde	0,86 ghi	5,04 b	60,16	25,55
Grob/IT-7-2	2,17 cd	1,00 f	4,55 e	53,80	32,87
Grob/IAC-453-7	2,13 de	0,86 ghi	4,77 cd	59,53	29,54
IBK/Argop-296-10	2,39 a	0,75 k	4,64 de	68,51	31,54
Grob/IT-7-3	2,23 bc	0,89 gh	4,65 de	60,18	31,31
Grob/IT-7-1	2,22 bc	0,76 jk	4,56 de	65,87	32,64
Jagung monokultur			6,77 a		
Rata-rata	2,20	0,84	4,80	61,53	31,05

Keterangan : Angka dalam satu kolom diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%



pengurangan hasil kedelai maupun jagung. Pengurangan hasil kedelai lebih besar dibandingkan dengan pengurangan hasil jagung (Tabel 1). Pengurangan hasil kedelai beragam, tergantung genotipe, dengan kisaran 53,8% (Grob/IT-7-2) hingga 68,5% (IBK/Argop-296-10). Pengurangan hasil jagung antara 25,8% (tumpangsari dengan Grob/IT-7-7) hingga 41,1% (tumpangsari dengan Grob/Pander-397-6), tergantung pada genotipe kedelai yang ditumpangsarikan dengan jagung.

Intensitas cahaya di bawah kanopi jagung berkurang seiring dengan meningkatnya umur tanaman jagung, yang mengakibatkan terjadinya cekaman naungan (kekurangan cahaya) pada tanaman kedelai (Gambar 1). Naungan yang disebabkan oleh kanopi tanaman jagung mengakibatkan intensitas cekaman sebesar 61,8%, tergolong tinggi, sehingga menyebabkan kehilangan hasil kedelai yang tinggi, rata-rata 61,5%. Ketersediaan intensitas cahaya yang rendah akibat efek naungan kanopi jagung merupakan faktor penting dalam menentukan hasil kedelai.

Hasil jagung pada tumpangsari berkurang rata-rata 31,1% (Tabel 1). Pengurangan hasil jagung tersebut disebabkan berkurangnya populasi jagung sebesar 20%. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil jagung tidak dipengaruhi oleh genotipe kedelai yang ditumpangsarikan dengan jagung. Sebaliknya komponen hasil dan hasil kedelai dipengaruhi secara nyata oleh pola tumpangsari (Abdel-Wahab dan El-Rahman 2016; Pierre *et al.* 2017).

### Koefisien Kepadatan Relatif (K)

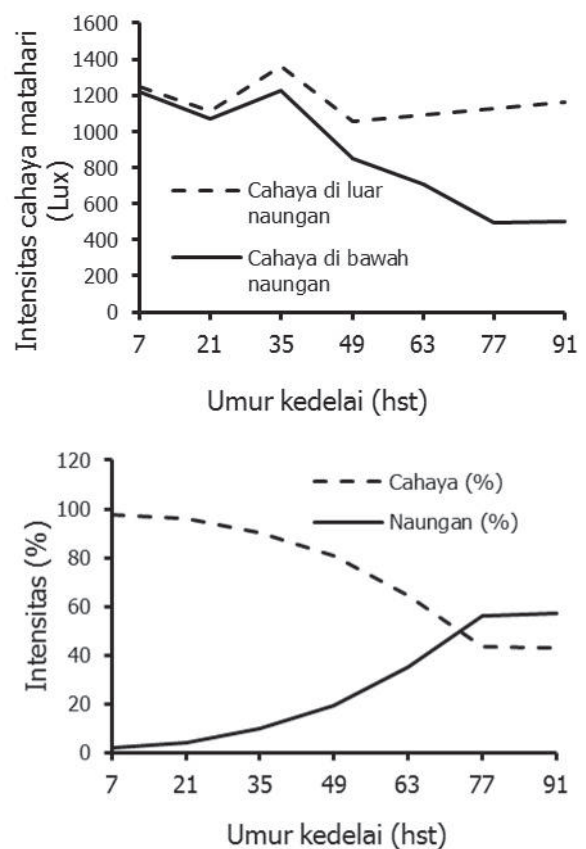
Hasil analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh nyata genotipe kedelai terhadap koefisien kepadatan relatif (K), nilai agresivitas (A), nisbah kesetaraan lahan (NKL), nisbah kompetitif (NK), dan kehilangan hasil aktual (KHA) pada tumpangsari jagung dengan genotipe kedelai (Tabel 2 dan 3). Nilai K jagung antara 2,16-4,42 (rata-rata 3,43), lebih tinggi dari nilai K kedelai yaitu 0,31 (IBK/Argop-296-10) hingga 0,58 (Grob/IT-7-2), rata-rata 0,42 (Tabel 2). Artinya, pada tumpangsari jagung dengan kedelai, tanaman jagung lebih kompetitif dibandingkan dengan tanaman kedelai. Pada kondisi demikian, tanaman jagung berperan sebagai pesaing superior bagi kedelai. Dengan daya saing yang lebih kuat, tanaman jagung mampu menghasilkan kapasitas yang lebih besar untuk memperoleh sumber daya (cahaya matahari, air, dan unsur hara) yang dipersaingkan, yang secara langsung mempengaruhi kinerja komunitas dalam tumpangsari tersebut. Menurut Zhang *et al.* (2011),

tanaman dengan nilai K lebih tinggi menunjukkan bahwa tanaman tersebut lebih dominan dan lebih kompetitif dalam tumpangsari dibandingkan dengan tanaman yang lain.

Pada penelitian ini, nilai K kedelai pada tumpangsari jagung+kedelai, dengan nisbah 4 baris jagung:6 baris kedelai adalah  $<1$ . Nilai tersebut berbeda dengan yang dicapai Cui *et al.* (2017) bahwa nilai K kedelai  $<1$  dicapai pada nisbah baris jagung:kedelai adalah 1:1, dan nilai K kedelai  $>1$  dicapai pada nisbah 2:2. Perbedaan hasil ini diduga karena perbedaan karakteristik dari varietas jagung dan kedelai, dan nisbah baris jagung:kedelai yang digunakan.

### Nilai Agresivitas (A)

Nilai agresivitas (A) jagung adalah positif sedangkan kedelai negatif (Tabel 2), artinya tanaman jagung dalam tumpangsari jagung+kedelai lebih dominan dibandingkan tanaman kedelai. Dominasi tanaman jagung tertinggi (nilai A sebesar 1,25) ditunjukkan pada tumpangsari dengan genotipe Grob/Pander-395-2, dengan nilai A kedelai -1,25. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa genotipe Grob/Pander-395-2 merupakan genotipe yang



**Gambar 1.** Intensitas cahaya dan naungan pada tumpangsari jagung+kedelai, KP. Kendalpayak, MK I 2018

**Tabel 2.** Nilai koefisien kepadatan relatif (K) dan agresivitas (A) genotipe kedelai dan jagung pada tumpangsari kedelai dengan jagung. Malang, MT Maret-Juli 2018

Genotipe	Koefisien kepadatan relatif (K)		Agresivitas (A)	
	Kedelai	Jagung	Kedelai	Jagung
Grob/IT-7-7	0,50 ab	4,32 a	-1,14 defg	1,14 bcde
Grobogan	0,45 bcd	4,16 a	-1,17 efgh	1,17 abcd
Grob/Pander-397-6	0,45 bcd	2,16 d	-0,81 a	0,81 h
Grob/IT-17-1	0,39 cdef	3,33 bc	-1,11 cdefg	1,11 bcdef
IBK/Argop-276-3	0,42 cde	3,01 c	-1,03 c	1,03 f
Grob/Pander-395-2	0,40 cde	4,42 a	-1,25 h	1,25 a
Dena 1	0,40 cde	3,21 bc	-1,08 cde	1,08 def
Dena 2	0,37 def	3,13 bc	-1,08 cde	1,08 def
Grob/Pander-428-1	0,39 cde	2,89 c	-1,03 c	1,03 f
Grob/IT-7-5	0,44 abc	4,40 a	-1,20 gh	1,20 ab
Grob/IT-7-2	0,58 a	3,07 c	-0,91 b	0,91 g
Grob/IAC-453-7	0,45 bc	3,59 b	-1,09 cdef	1,09 cdef
IBK/Argop-296-10	0,31 f	3,27 bc	-1,19 fgh	1,19 abc
Grob/IT-7-3	0,45 bcd	3,31 bc	-1,05 cd	1,05 ef
Grob/IT-7-1	0,35 ef	3,11 bc	-1,12 cdefg	1,12 bcdef
Rata-rata	0,42	3,43	-1,08	1,08

Keterangan : Angka dalam satu kolom diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

paling tidak mampu berkompetisi dengan tanaman jagung, dibandingkan dengan genotipe kedelai yang lain. Hal ini karena masing-masing genotipe mempunyai toleransi yang berbeda terhadap pola tanam tumpangsari, terutama responsnya terhadap cekaman naungan.

Dominasi tanaman jagung pada tumpangsari jagung+kedelai lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kedelai. Artinya, tanaman jagung merupakan pesaing superior bagi tanaman kedelai dalam memperoleh sumber daya yang dipersaingkan (cahaya matahari, air, dan unsur hara). Hal ini, didukung oleh karakter tanaman jagung yang lebih besar dan tinggi dibandingkan tanaman kedelai. Oleh karena itu, perilaku persaingan antarspesies merupakan faktor penting dalam menentukan stabilitas struktural agroekosistem tumpangsari (Cui *et al.* 2017).

### Nilai Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL)

Secara umum, nilai NKL tumpangsari jagung dengan beragam genotipe kedelai >1,0 kecuali dengan genotipe Grob/Pander-397-6 dengan nilai NKL 0,99 (Tabel 3). Hasil yang serupa disampaikan oleh Mahmoudi *et al.* (2013) dan Zhang *et al.* (2015), bahwa nilai NKL yang dicapai pada tumpangsari jagung+kedelai adalah >1,0. Hal ini menunjukkan tumpangsari lebih menguntungkan dibandingkan monokultur. Menurut Zhang *et al.* (2011), nilai NKL>1,0 diartikan bahwa pola tumpangsari mampu mendukung pertumbuhan dan hasil dari spesies tanaman yang ditumpangsarkan.

Sebaliknya, ketika nilai NKL<1,0 tumpangsari tidak menguntungkan dan persaingan interspesifik lebih kuat daripada interaksi interspesifik dalam sistem tumpangsari. Menurut Egbe *et al.* (2010) dan Matusso *et al.* (2013), nilai NKL=1,0 berarti tidak ada perbedaan dalam hasil antara monokultur maupun tumpangsari. Apabila nilai NKL>1,0 maka akan ada keuntungan hasil ketika kedua tanaman ditanam dalam tumpangsari dibandingkan monokultur. Namun apabila nilai NKL<1,0 maka akan lebih baik kedua tanaman ditanam secara terpisah (monokultur), karena akan menimbulkan kerugian apabila ditanam pada tumpangsari. Menurut Tsujimoto *et al.* (2015), nilai NKL>1,0 menunjukkan superioritas tumpangsari terhadap monokultur. Pada penelitian ini tumpangsari jagung dengan semua genotipe kedelai lebih menguntungkan dibandingkan monokultur atau terjadi superioritas tumpangsari terhadap monokultur, kecuali tumpangsari jagung dengan kedelai genotipe Grob/Pander-397-6 yang tidak menguntungkan. Artinya, genotipe Grob/Pander-397-6 tidak sesuai untuk tumpangsari dengan jagung, karena nilai NKL<1,0. Hal ini karena genotipe Grob/Pander-397-6 menjadi kompetitor yang kuat bagi tanaman jagung pada tumpangsari jagung+kedelai dibandingkan dengan genotipe kedelai lainnya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai A genotipe Grob/Pander-397-6 lebih tinggi dan A jagung lebih rendah dibandingkan dengan genotipe lainnya pada tumpangsari jagung+kedelai (Tabel 2), yang menyebabkan hasil jagung berkurang 41,06% dan

**Tabel 3.** Nisbah kesetaraan lahan (NKL), nisbah kompetitif (NK) dan kehilangan hasil aktual (KHA) genotipe kedelai dan jagung pada tumpangsari kedelai dengan jagung. Malang, MT Maret-Juli 2018

Genotipe	Nisbah kesetaraan lahan (NKL)			Nisbah kompetitif (NK)		Kehilangan hasil aktual (KHA)		
	Kedelai	Jagung	TS	Kedelai	Jagung	Kedelai	Jagung	TS
Grob/IT-7-7	0,43 ab	0,74 a	1,17 a	0,39 b	2,59 d	-0,28 ab	0,86 a	0,57
Grobogan	0,40 bc	0,73 a	1,13 abc	0,36 bcd	2,78 bcd	-0,33 bcd	0,83 ab	0,50
Grob/Pander-397-6	0,40 cd	0,59 g	0,99 f	0,45 a	2,25 e	-0,33 bcd	0,47 e	0,14
Grob/IT-17-1	0,37 cd	0,69 bc	1,06 de	0,35 bcde	2,83 bcd	-0,39 def	0,72 cd	0,33
IBK/Argop-276-3	0,39 bcd	0,67 f	1,05 de	0,39 b	2,60 d	-0,36 cde	0,67 d	0,31
Grob/Pander-395-2	0,37 cd	0,75 a	1,12 bc	0,33 de	3,02 ab	-0,38 cdef	0,87 a	0,49
Dena 1	0,37 cd	0,68 cde	1,05 de	0,37 bcd	2,74 bcd	-0,38 cdef	0,70 cd	0,32
Dena 2	0,36 cd	0,67 def	1,03 ef	0,36 bcd	2,80 bcd	-0,40 ef	0,68 d	0,28
Grob/Pander-428-1	0,37 cd	0,66 f	1,03 ef	0,37 bcd	2,69 cd	-0,39 cdef	0,65 d	0,26
Grob/IT-7-5	0,40 bc	0,74 a	1,14 ab	0,36 bcd	2,81 bcd	-0,34 bcd	0,86 a	0,53
Grob/IT-7-2	0,46 a	0,67 ef	1,13 abc	0,46 a	2,19 e	-0,23 a	0,68 d	0,45
Grob/IAC-453-7	0,40 bc	0,70 b	1,11 bc	0,38 bc	2,62 d	-0,33 bc	0,76 bc	0,44
IBK/Argop-296-10	0,32 e	0,68 cd	1,00 f	0,31 e	3,27 a	-0,47 g	0,71 cd	0,24
Grob/IT-7-3	0,40 bc	0,69 cd	1,09 cd	0,39 b	2,60 d	-0,34 bcd	0,72 cd	0,38
Grob/IT-7-1	0,34 de	0,67 def	1,01 ef	0,34 cde	2,98 abc	-0,43 fg	0,68 cd	0,25
Rata-rata	0,38	0,69	1,07	0,37	2,72	-0,36	0,72	0,37

Keterangan : TS = tumpangsari, angka dalam satu kolom diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

kedelai 60,23% (Tabel 1) dibandingkan dengan hasil monokultur.

Nilai NKL tertinggi adalah 1,17 dicapai pada tumpangsari jagung dengan genotipe Grob/IT-7-7 (Tabel 3). Artinya, untuk mendapatkan hasil yang sama dengan pola tumpangsari, diperlukan area 17% (0,17 ha) lebih luas apabila kedua tanaman ditanam monokultur. Tumpangsari jagung dengan genotipe Grob/IT-7-7 memberikan keuntungan tertinggi diantara kombinasi tumpangsari yang diuji. Tumpangsari jagung dengan genotipe IBK/Argop-296-10 memberikan nilai NKL=1,0, artinya hasil yang dicapai pada pola monokultur tidak berbeda nyata dengan pola tumpangsari. Tumpangsari jagung dengan genotipe Grob/Pander-397-6 memberikan nilai NKL < 1,0, yaitu 0,99, artinya tumpangsari tidak memberikan keuntungan. Berdasarkan nilai NKL dapat dinyatakan bahwa tumpangsari jagung dengan genotipe kedelai yang diuji akan memberikan keuntungan, kecuali tumpangsari jagung dengan kedelai genotipe Grob/Pander-397-6 dan IBK/Argop-296-10 karena NKL < 1 atau NKL = 1. Tumpangsari jagung dengan genotipe Grob/Pander-397-6 menyebabkan kehilangan hasil jagung tertinggi (41,06%) dan dengan IBK/Argop-296-10 menyebabkan kehilangan hasil kedelai tertinggi (68,51%) diantara kombinasi tumpangsari jagung dengan genotipe kedelai yang diuji (tabel 1). Hal ini menyebabkan kedua genotipe tersebut tidak direkomendasikan untuk tumpangsari dengan jagung.

### Nisbah Kompetitif (NK)

Nisbah kompetitif (NK) jagung lebih besar dibandingkan dengan kedelai. Nilai NK jagung antara 2,19-3,27, sedangkan NK kedelai antara 0,31- 0,46 (Tabel 3). Hasil yang sama disampaikan Cui *et al.* (2017), bahwa jagung tumpangsari memiliki nilai NK lebih besar dibandingkan dengan kedelai tumpangsari pada nisbah baris jagung:kedelai 2:2 dan 1:1. Artinya, kemampuan kompetitif jagung lebih besar dibandingkan dengan kedelai yang menyebabkan tanaman kedelai tertekan oleh tanaman jagung. Menurut Wahla *et al.* (2009), nilai NK dipengaruhi oleh nisbah baris jagung:kedelai pada tumpangsari. Nisbah baris mempengaruhi jarak antara jagung dan kedelai. Jarak jagung dengan kedelai yang terlalu rapat menyebabkan berkurangnya cahaya matahari yang diterima tanaman kedelai, dan memperbesar terjadinya kompetisi dalam mendapatkan air dan unsur hara.

Kemampuan kompetitif jagung tertinggi ditunjukkan pada kombinasi tumpangsari jagung dengan genotipe IBK/Argop-296-10 (3,27) dan Grob/Pander-395-2 (3,02). Artinya, kompetisi jagung lebih tinggi dibandingkan genotipe kedelai IBK/Argop-296-10 dan Grob/Pander-395-2. Dengan kata lain kedua genotipe tersebut merupakan kompetitor terlemah bagi tanaman jagung dibandingkan dengan genotipe kedelai lain yang diuji. Nilai NK genotipe kedelai tertinggi dicapai genotipe Grob/IT-7-2 (0,46) disusul Grob/Pander-

**Tabel 4.** Analisis usahatani pada pola tanam monokultur dan tumpangsari kedelai dengan jagung. Malang, MT Maret-Juli 2018

Genotipe	Hasil biji (kg/ha)			Penerimaan (Rp x 1.000)		Keuntungan (Rp x 1.000)		Nisbah R/C		IKF (Rp x 1.000)	NKP
	MK	TK	TJ	MK	TJK	MK	TJK	M	T		
Grob/IT-7-7	2.080	890	5.030	16.016,0	28.733,5	2.597,1	11.686,6	1,19	1,69	4.174,95	1,17
Grobogan	2.080	830	4.970	16.016,0	28.010,5	2.597,1	10.963,6	1,19	1,64	3.222,45	1,13
Grob/Pander-397-6	2.190	870	3.990	16.863,0	24.055,5	3.444,1	7.008,6	1,26	1,41	(242,98)	0,99
Grob/IT-17-1	2.310	850	4.670	17.787,0	26.859,5	4.368,1	9.812,6	1,33	1,58	1.520,35	1,06
IBK/Argop-276-3	2.290	880	4.520	17.633,0	26.438,0	4.214,1	9.391,1	1,31	1,55	1.258,95	1,05
Grob/Pander-395-2	2.140	800	5.060	16.478,0	28.171,0	3.059,1	11.124,1	1,23	1,65	3.018,32	1,12
Dena 1	2.230	830	4.610	17.171,0	26.444,0	3.752,1	9.397,6	1,28	1,55	1.259,26	1,05
Dena 2	2.220	800	4.540	17.094,0	25.909,0	3.675,1	8.862,1	1,27	1,52	754,63	1,03
Grob/Pander-428-1	2.170	800	4.460	16.709,0	25.561,0	3.290,1	8.514,1	1,25	1,50	744,50	1,03
Grob/IT-7-5	2.170	860	5.040	16.709,0	28.546,0	3.290,1	11.499,1	1,25	1,67	3.505,65	1,14
Grob/IT-7-2	2.170	1.000	4.550	16.709,0	27.492,5	3.290,1	10.445,6	1,25	1,61	3.162,85	1,13
Grob/IAC-453-7	2.130	860	4.770	16.401,0	27.371,5	2.982,1	10.324,6	1,22	1,61	2.712,49	1,11
IBK/Argop-296-10	2.390	750	4.640	18.403,0	25.959,0	4.984,1	8.912,6	1,37	1,52	0,00	1,00
Grob/IT-7-3	2.230	890	4.650	17.171,0	27.080,5	3.752,1	10.033,6	1,28	1,59	2.236,00	1,09
Grob/IT-7-1	2.220	760	4.560	17.094,0	25.688,0	3.675,1	8.641,1	1,27	1,51	254,34	1,02
Rata-rata	2.201	844	4.670	16.950,3	26.821,3	3.531,4	9.774,4	1,26	1,57	1.838,78	1,07
Hasil Jagung Monokultur Rp 6.770				29.449,5		14.769,8				2,01	
Harga Jagung Rp 4.350											
Harga Kedelai Rp 7.700											
Total Biaya MJ Rp 14.679.750											
Total biaya MK Rp 13.418.910											
Total biaya TJK Rp 17.046.939											

Keterangan: MK= kedelai monokultur , TK= tumpangsari kedelai , TJ= tumpangsari jagung , T= tumpangsari, M=monokultur, IKF= indeks keuntungan finansial, TJK= tumpangsari jagung+kedelai, NKP = nisbah kesetaraan pendapatan

397-6 (0,45). Artinya, kedua genotipe tersebut merupakan kompetitor terkuat bagi tanaman jagung dibandingkan dengan genotipe kedelai lain yang diuji.

**Kehilangan Hasil Aktual (KHA)**

Nilai KHA jagung tumpangsari adalah positif dan nilai KHA kedelai tumpangsari adalah negatif, tetapi nilai total KHA positif (Tabel 3). Nilai KHA yang positif menunjukkan bahwa tumpangsari memberikan keuntungan, sedangkan negatif memberikan efek merugikan. Tumpangsari jagung dengan kedelai memberikan keuntungan bagi tanaman jagung, tetapi memberikan efek merugikan bagi kedelai, namun secara total menguntungkan. Efek merugikan bagi kedelai terjadi karena adanya efek naungan jagung sejak tanaman kedelai berumur 21 hari (Gambar 1). Namun demikian, tumpangsari jagung dengan kedelai masih menguntungkan yang ditunjukkan dengan nilai total KHA yang positif, yaitu antara 0,14 (Grob/Pander-397-6) hingga 0,57 (Grob/IT-7-7).

**Analisis Usahatani**

Usahatani tidak akan bertahan apabila tidak memberikan keuntungan bagi petani (Bahtiar 2010). Tingkat keuntungan merupakan faktor yang mempengaruhi adopsi suatu varietas unggul (Harianta 2011; Kadar 2016). Dalam hal ini,

keuntungan yang dicapai dari penggunaan varietas unggul baru harus lebih besar dibandingkan dengan varietas yang biasa digunakan petani.

Total biaya yang dikeluarkan untuk tumpangsari jagung+kedelai bertambah 27% dibandingkan dengan kedelai monokultur, dan 16% dibandingkan dengan jagung monokultur (Tabel 4). Hal ini disebabkan oleh waktu tanam, aplikasi pupuk dan pestisida, panen dan pascapanen kedelai yang berbeda dengan jagung, sehingga berpengaruh terhadap biaya tenaga kerja yang diperlukan. Waktu tanam jagung berbeda dengan kedelai, jagung ditanam dua minggu sebelum kedelai. Perbedaan waktu tanam berpengaruh terhadap kebutuhan tenaga kerja tanam menjadi dua kali lipat, yaitu untuk tanam jagung dan untuk tanam kedelai. Untuk mengurangi biaya tenaga kerja, penataan waktu tanam dalam tumpangsari perlu dilakukan. Menurut Nurmas (2011) hasil tanaman sangat dipengaruhi oleh waktu tanam. Menurut Yusuf *et al.* (2014) pemilihan waktu tanam kedelai atau jagung pada tumpangsari mempengaruhi penerimaan petani. Pemilihan waktu tanam tergantung pada pilihan tanaman utama atau yang paling diinginkan petani.

Penerimaan jagung monokultur lebih tinggi dibandingkan dengan penerimaan kedelai monokultur dan tumpangsari kedelai+jagung (Tabel 4). Hal ini disebabkan menurunnya produksi jagung 25,78-41,06% pada pola tanam tumpangsari. Hal



ini senada dengan Ceunfin *et al.* (2017) bahwa pada tumpangsari jagung+kedelai, hasil jagung berkurang 8,31-64%. Penerimaan jagung dari monokultur ke tumpangsari turun 31,01% atau Rp 9.312.100, dan keuntungan jagung dari monokultur ke tumpangsari turun 41,49% atau Rp 6.128.689.

Penerimaan dan keuntungan ekonomi usahatani tumpangsari jagung+kedelai lebih tinggi daripada kedelai monokultur. Selisih penerimaan kedelai antara tumpangsari dan monokultur antara Rp 9.072.500 (Grob/IT-17-1) hingga Rp 12.717.500 (Grob/IT-7-7). Tingginya selisih penerimaan tersebut karena tingginya biaya untuk aplikasi pestisida pada tanaman kedelai monokultur. Biaya tenaga kerja untuk aplikasi pestisida pada kedelai 76% lebih tinggi dari biaya jagung monokultur. Serangan hama dan penyakit pada kedelai lebih banyak dibanding pada tanaman jagung. Pada tumpangsari jagung+kedelai, biaya untuk aplikasi pestisida pada kedelai berkurang karena jagung dapat berperan sebagai *barrier* masuknya hama ke pertanaman kedelai. Penerapan tumpangsari akan lebih efisien menekan serangan hama apabila tanaman sela yang digunakan dapat menjadi penolak hama tanaman utama. Menurut Kristanto *et al.* (2013), intensitas serangan hama yang menyerang tanaman pada tumpangsari lebih rendah dibandingkan pada tanaman dengan pola monokultur. Lebih lanjut Inayati dan Marwoto (2011) menjelaskan bahwa intensitas serangan dan populasi hama pada kedelai lebih rendah dengan adanya jagung sebagai tanaman penghalang. Aji *et al.* (2015) juga melaporkan bahwa sistem *barrier* mampu menurunkan populasi kutu kebul sehingga intensitas serangan menurun.

Usahatani kedelai dan jagung pada monokultur dan tumpangsari menguntungkan secara ekonomis dengan nisbah R/C > 1. Nisbah R/C tertinggi pada tumpangsari jagung+kedelai dicapai pada tumpangsari jagung+genotipe Grob/IT-7-7 dengan nilai 1,69, artinya memperoleh penerimaan Rp 1.690 pada setiap penggunaan biaya Rp 1.000.

### **Nilai Indeks Keuntungan Finansial (IKF) dan Nisbah Kesetaraan Pendapatan (NKP)**

Nilai indeks keuntungan finansial dan nisbah kesetaraan pendapatan memberikan informasi tentang keuntungan ekonomi dari sistem tumpangsari (Banik *et al.* 2000; Ghosh 2004; Layek *et al.* 2014). Tumpangsari jagung+genotipe kedelai mempunyai IKF bernilai positif atau menguntungkan, kecuali dengan genotipe Grob/Pander-397-9 yang bernilai negatif (Tabel 4). Menurut Ghosh (2004), semakin tinggi nilai IKF, maka semakin tinggi

profitabilitas suatu sistem tanam. Nilai IKF tertinggi dicapai genotipe Grob/IT 7-7 dengan nilai Rp 4.175.953/ha dan terendah pada genotipe Grob/IT 7-1 dengan nilai Rp 254.337/ha.

Nilai NKP tumpangsari beragam tergantung pada harga yang berlaku. Harga kedelai saat panen Rp 7.700-7.850/kg, sedangkan jagung Rp 4.350-4.700/kg. Seperti halnya nilai NKL, nilai NKP tertinggi 1,17 dicapai pada tumpangsari jagung dengan genotipe Grob/IT-7-7 dan terendah pada tumpangsari jagung dengan genotipe Grob/Pander-397-6 dengan nilai NKP 0,99. Artinya, tumpangsari jagung+kedelai genotipe Grob/Pander-397-6 memberikan keuntungan terendah diantara kombinasi tumpangsari yang diuji.

### **KESIMPULAN**

Tumpangsari jagung dengan berbagai genotipe kedelai dengan proporsi 4:6 menurunkan hasil jagung dan kedelai. Genotipe kedelai Grob/IT-7-2 memiliki tingkat kompetitif/dominansi terkuat terhadap jagung dalam tumpangsari jagung+kedelai, sehingga memiliki tingkat kehilangan hasil aktual (KHA) terendah. Tumpangsari jagung dengan genotipe Grob/IT-7-7 lebih menguntungkan dibandingkan dengan genotipe kedelai lainnya, sehingga kedua genotipe ini lebih sesuai digunakan dalam pola tumpangsari dengan jagung.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Abdel-Wahab TI, El-Rahman RAA. 2016. Response of some soybean cultivars to low light intensity under different intercropping patterns with maize. *International Journal of Applied Agricultural Sciences* 2(2): 21-31.
- Aji TM, Hartono S, Sulandari S. 2015. Pengelolaan kutu kebul (*Bemisia tabaci* Gen.) dengan sistem barrier pada tanaman tembakau. *Jurnal Tanaman Indonesia* 15(1): 6-11.
- Agegnehu G, GhizawA, SineboW. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy* 25(3): 202-207.
- Bahtiar WR, Tenrirawe. 2010. Prospek produksi benih jagung komposit di Provinsi Sulawesi Utara. Hlm 574-580. *Prosiding Seminar Nasional Serealia 2010*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Banik P, Sasma IT, Ghosal PK. 2000. Evaluation of mustard (*Brassica campestris* Var. Toria) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row-replacement series systems. *Journal of Agronomy and Crop Science* 185(1): 9-14.
- Brintha I, Seran TH. 2009. Effect of paired row planting of raddish (*Raphanus sativus* L.) intercropped with

- vegetable amaranths (*Amaranthus tricolor* L.) on yield components in sandy regosol. *Journal of Agricultural Science* 4(1): 19-28.
- Ceunfin S, Prajitno D, Suryanto P, Putra ETS. 2017. Penilaian kompetisi dan keuntungan hasil tumpangsari jagung kedelai di bawah tegakan kayu putih. *Savana Cendana* 2(1): 1-3.
- Cui L, Yang F, Wang X, Yong T, Liu T, Su B, Yang W. 2017. The competitive ability of intercropped soybean in two row ratios of maize-soybean relay strip intercropping. *Asian Journal of Plant Science and Research* 7(3): 1-10.
- Dhima KV, Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB, Dordas CA. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crops Research* 100(2-3): 249-256.
- Egbe OM, Alibo SE, Nwueze I. 2010. Evaluation of some extra-early-and early-maturing cowpea varieties for intercropping with maize in southern guinea savannah of Nigeria. *Agriculture and Biology Journal of North America* 1(5): 845-858.
- Fischer RA, Maurer R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. *Australian Journal of Agricultural Research* 29(5): 897-912.
- Ghaffarzadeh M. 1979. Economic and biological benefits of intercropping berseem clover with oat in maize-soybean-oat rotations. *Journal of Production Agriculture* 10(2): 314-319.
- Ghosh PK. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crops Research* 88(2): 227-237.
- Harianta YW. 2011. Adopsi inovasi pertanian di kalangan petani di Kecamatan Gatak Kabupaten Sukoharjo. *Agrin* 15(2): 164-174.
- Inayati A, Marwoto. 2011. Pengendalian kutu kebul *Bemisia tabaci* Genn. menggunakan kombinasi tanaman penghalang dan insektisida kimia. Hlm 279-288. Dalam: Widjono A, Hermanto, Nugrahaeni N, Rahmianna AA, Suharsono, Rozi F, Ginting E, Taufiq A, Harsono A, Prayogo Y, Yusnawan E (eds). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2011*. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi.
- Kadar L, Siregar H, Putri EIK. 2016. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap adopsi varietas jagung putih di Kabupaten Grobogan-Jawa Tengah. *Informatika Pertanian* 25(2): 215-210.
- Khonde P, Tshiabukole K, Kankolongo M, Hauser S, Djamba M, Vumilia K, Nkongolo K. 2018. Evaluation of yield and competition indices for intercropped eight maize varieties, soybean and cowpea in the zone of savanna of South-West RD Congo. *Open Access Library Journal* 5(1): 1-18.
- Kristanto SP, Sutjipto, Soekarto. 2013. Pengendalian hama pada tanaman kubis dengan sistem tanam tumpangsari. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1): 7-9.
- Layek J, Ramkrushna GI, Das A, Ghosh A, Krishnappa R, Panwar AS, Azad TNS, Ngachan SV, Zodape ST, Buragohain J, Mawlong B. 2014. Seaweed sap as organic bio-stimulant for rice and maize production. *Research Bulletin* 82. ICAR Research Complex for NEH Region, Umiam, Meghalaya, India.
- Lithourgidis AS, Vlachostergios DN, Dordas CA, Damalas CA. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy* 34(4): 287-294.
- Mahmoudi R, Ja K, Shidi, Pouryoucef M. 2013. Evaluation of grain yield of maize (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.) in strip intercropping. *International Journal of Agronomy and Plant Production* 4(9): 2388-2392.
- Mao L, Zhang L, Li W, Werf W, Sun J, Spiertz H, Li L. 2012. Yield advantage and water saving in maize/pea intercrop. *Field Crops Research* 138 (1): 11-20.
- Matusso JMM, Mugwe JN, Mucheru-Muna M. 2013. Effects of different maize (*Zea mays* L.) soybean (*Glycine max* L. Merrill) intercropping patterns on yields and land equivalent ratio. *Journal of Cereals Oilseeds* 4(4): 48-57.
- Miyazawa K, Takeda M, Murakami T. 2014. Dual and triple intercropping: Potential benefits for annual green manure production. *Plant Production Science* 17(2): 194-201.
- Nasri R, Kashani A, Barary M, Paknejad F, Vazan S. 2014. Nitrogen uptake and utilization efficiency and the productivity of wheat in double cropping system under different rates of nitrogen. *International Journal of Bioscience* 4(4): 184-193.
- Nurmas A. 2011. Kajian waktu tanam dan kerapatan tanaman jagung pola tumpangsari dengan kacang tanah terhadap nilai LER dan indeks kompetisi. *Agriplus* 21(1): 62-67.
- Oseni TO, Aliyu IG. 2010. Effect of row arrangements on sorghum-cowpea intercrops in the semi arid savannah of Nigeria. *International Journal of Agriculture and Biology* 12(1): 37-140.
- Phala B, Onial M, Balmford A, Green RE. 2011. Reconciling food production and biodiversity conservation: Land sharing and land sparing compared. *Science* 333(6047): 1289-1291.
- Pierre HMJ, Kinama JM, Olubayo FM, Wanderi SW, Muthomi JW, Nzuve FM. 2017. Effect of intercropping maize and promiscuous soybean on growth and yield. *Journal of Experimental Agriculture International* 18(6): 1-21.
- Rahim A, Hastuti DRD. 2008. Pengantar, Teori dan Kasus *Ekonomika Pertanian*. Penebar Swadaya, Jakarta.

- RezaeiChianeh E, Nassab ADM, Shakiba MR, Ghassemi-Golezani K, Aharizad S, Shekari F. 2011. Intercropping of maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) at different plant population densities. *African Journal of Agricultural Research* 6(7):1786–1793.
- Rodríguez-Navarro DN, Oliver I, Contreras M. 2010. Soybean interactions with soil microbes, agronomical and molecular aspects. *Agronomy of Sustainable Development* 31(1): 173–190.
- Sanginga N, Woomer PL (eds). 2009. Integrated soil fertility management in Africa: principles, practices and development process. 263 p. Tropical Soil Biology and Fertility Institute of the International Centre for Tropical Agriculture-CIAT .
- Sasaki M, Miyazaki Y, Shimizu K, I Atta AMA El-Fattah, Gawad KA, Safina SA. 2016. Effects of intercropping of maize and soybean on growth, photosynthesis and yield in Nile Delta, Egypt. *Tropical Agricultural Research* 9(1): 12 – 18.
- Soekartawi. 2002. *Ekonomi Pertanian*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Tsujimoto Y, Pedro JA, Boina G, Murracama MV, Ito O, Tobita S, Oya T, Cuambe CE, Martinho C. 2015. Performance of maize-soybean intercropping under various N application rates and soil moisture conditions in Northern Mozambique. *Plant Production Science* 18(3): 365-376.
- Undie UL, Uwah DF, Attoe E. 2012. Effect of intercropping and crop arrangement on yield and productivity of late season maize/soybean mixtures in the humid environment of South Southern Nigeria. *Journal of Agricultural and Science* 4(4): 37–50.
- Wahla LH, Ahmad R, Ehsanullah AA, Jabbar A. 2009. Competitive functions of components crops in some barely based intercropping systems. *International Journal Agricultural Biology* 11(1): 69-71.
- Willey RW, Rao MR. 1980. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. *Experimental Agriculture* 16(2): 117–125.
- Yang F, Huang S, Gao R, Liu W, Yong T, Wang X, Wu X, Yang W. 2014. Growth of soybean seedlings in relay strip intercropping systems in relation to light quantity and red: Far-red ratio. *Field Crops Research* 155(1): 245–253.
- Yang F, Wang X, Liao D, Lu F, Gao R, Liu W, Yong T, Wu X, Du J, Liu J, Yang W. 2015. Yield response to different planting geometries in maize-soybean relay strip intercropping systems. *Agronomy Journal* 107(1): 296-304.
- Zhang G, Yang Z, Dong S. 2011. Interspecific competitiveness affects the total biomass yield in an alfalfa and maize intercropping system. *Field Crops Research* 124(1): 66-73.
- Zhang Y, Liu J, Zhang J, Liu H, Liu S, Zhai L, Wang H, Lei Q, Ren T, Yin C. 2015. Row ratios of intercropping maize and soybean can affect agronomic efficiency of the system and subsequent wheat. *PLoS One* 10(6): e0129245.
- Yusuf EA, Aiyelari, Lawal FA, Alawode VO, Bissallah G. 2014. Economic analysis of maize/soybean intercrop systems by partial budget in the Guinea savannah of Nigeria. *Continental Journal Agricultural Economics* 8(1): 1–8.