

**Evaluasi Pertumbuhan dan Produksi Padi Gogo Haploid Ganda
Toleran Naungan dalam Sistem Tumpang sari**

***Growth and Production Evaluation of Shade Tolerant Doubled Haploid
Lines of Upland Rice in an Intercropping System***

**Priatna Sasmita¹⁾, Bambang S. Purwoko^{2*)}, S. Sujiprihati²⁾,
I. Hanarida³⁾, I.S. Dewi³⁾ dan M.A Chozin²⁾**

Diterima 21 November 2005/Disetujui 13 Juni 2006

ABSTRACT

Three doubled haploid (DH) upland rice lines obtained from anther culture having good agronomic and shade tolerant traits were planted in an intercropping with maize. Their monoculture systems were also included. Those lines were GI-8, IG-19, and IW-56. Jatiluhur was also treated similar as shade tolerant control cultivar. The experiment was arranged in randomized complete block design with three replications. The treatments consisted of eight intercropping systems, four monoculture systems of rice, and two monoculture systems of maize. The result showed that all of tested DH lines were consistently shade tolerant under intercropping condition. The characteristics was represented by similar growth and grain yield with Jatiluhur under intercropping system. The highest grain yield was 2.49 t/ha resulted by GI-8 and IG-19 lines at the time that Jatiluhur was 2.36 t/ha. The intercropping of DH lines with maize also showed the Land Equivalent Ratio (LER) = 1.33-1.58, while Jatiluhur LER = 1.25-1.28, indicating that agronomically they were more advantageous than those in the monoculture system.

Key words : Doubled haploid, intercropping system, shade tolerant lines

PENDAHULUAN

Produksi padi nasional hingga kini masih bertumpu pada lahan sawah, oleh sebab itu produksi padi nasional belum dapat memenuhi kebutuhan pangan (beras), secara berkelanjutan, karena penduduk yang terus bertambah serta terjadinya konversi lahan subur untuk pembangunan sektor non pertanian. Pengembangan budidaya padi gogo pada lahan kering merupakan alternatif strategis dalam rangka pemenuhan kebutuhan pangan nasional, karena lahan kering berpotensi tersedia cukup luas (Hafsah, 2004). Terdapat sekitar 59.3 juta ha lahan kering berpotensi di berbagai provinsi, dan sekitar 24.7 juta ha telah digunakan sebagai lahan kehutanan dan perkebunan (Departemen Pertanian, 2004). Namun demikian saat ini produktivitas padi gogo relatif masih rendah (2.57 ton/ha) dibanding dengan produktivitas padi sawah (4.75 ton/ha), karena penerapan teknologi budidaya yang belum optimal terutama dalam penggunaan varietas unggul, pemupukan dan pengendalian penyakit blas (Toha, 2002).

Budidaya padi gogo dengan sistem tumpang sari biasa dilakukan oleh petani dengan tujuan meningkatkan produktivitas lahan dan mengurangi risiko

kegagalan panen. Pada sistem tanam tersebut padi gogo ditanam bersama-sama dengan tanaman semusim lainnya atau disisipkan di antara tanaman tahunan sebagai tanaman sela. Salah satu kendala pertumbuhan dan produksi padi gogo dalam tumpang sari adalah terjadinya defisit cahaya yang sampai di kanopi padi. Intensitas cahaya rendah mengakibatkan terganggunya laju fotosintesis dan sintesis karbohidrat, dan berakibat menurunnya laju pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Vijayalaksmi *et al.*, 1991; Chozin *et al.*, 1999). Menurut Struik dan Deinum (1982), naungan berpengaruh terhadap proses fotosintesis, respirasi, transpirasi, reduksi nitrat, sintesis protein, produksi hormon, translokasi dan penuaan. Naungan menyebabkan pula perubahan unsur iklim mikro, yaitu; suhu udara, suhu tanah, dan kelembaban relatif, serta mengurangi sirkulasi udara dari luar tajuk tanaman (Wahid, 1984).

Berkaitan dengan hal di atas, pengembangan budidaya padi gogo melalui sistem tumpang sari memerlukan varietas unggul toleran terhadap cekaman intensitas cahaya rendah. Seleksi *ex situ* padi gogo haploid ganda terhadap intensitas cahaya rendah telah menghasilkan beberapa galur toleran dan berpotensi

¹⁾ Balai Penelitian Tanaman Padi, Jl Raya IX Sukamandi, Subang 41250

²⁾ Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB, Jl Meranti Kampus IPB, Darmaga. Bogor 16680 (*Penulis untuk korespondensi)

³⁾ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Jl Tentara Pelajar No. 3A, Bogor.

hasil tinggi (Sasmita *et al.*, 2005 dalam proses publikasi). Galur-galur tersebut adalah hasil kultur antera padi gogo F1 asal persilangan kultivar dengan aksesori toleran naungan (Sasmita *et al.*, 2002). Galur haploid ganda merupakan galur murni sehingga berpotensi dievaluasi lebih lanjut untuk mempercepat mendapatkan galur baru padi gogo unggul toleran naungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penampilan galur padi gogo haploid ganda toleran naungan dalam sistem tanam tumpang sari dengan jagung.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan bulan Maret hingga Juli 2004 di lahan darat milik petani di Desa Sukahati, Kecamatan Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Percobaan dilakukan dalam Rancangan Acak Kelompok tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas sistem tanam tumpang sari padi gogo-jagung dan sistem tanam monokulturnya. Perlakuan tumpang sari merupakan kombinasi tiga galur padi gogo haploid ganda toleran naungan yaitu GI-8 (P1), IG-19 (P2) dan IW-56 (P3) hasil seleksi *ex situ* dan varietas Jatiluhur (P4) sebagai kontrol toleran, dengan dua macam jarak tanam jagung yaitu 90 cm x 60 cm (J1) dan 90 cm x 30 cm (J2). Jumlah kombinasi perlakuan seluruhnya sebanyak 14 macam, terdiri atas delapan macam tumpang sari padi-jagung, yaitu: P1J1, P2J1, P3J1, P4J1, P1J2, P2J2, P3J2, P4J2, empat macam perlakuan monokultur padi: MP1, MP2, MP3, MP4, dan dua perlakuan monokultur jagung varietas Lamuru: MJ1 dan MJ2.

Pengolahan tanah dan pemeliharaan tanaman dilakukan sesuai dengan cara budidaya padi gogo yang dilakukan oleh petani. Pupuk kandang diberikan pada saat pengolahan tanah dengan dosis sebanyak 2.5 t/ha. Benih padi ditanam menggunakan tugal dengan kedalaman \pm 3 cm sebanyak tiga butir per lubang pada petak percobaan berukuran 3.6 m x 2.8 m dengan jarak tanam 30 cm x 20 cm. Benih padi ditanam sebanyak dua baris di tiap antara dua barisan kosong untuk tanam jagung. Jagung ditanam pada barisan kosong tersebut sebanyak dua benih per lubang sesuai dengan jarak tanam J1 dan J2, dua minggu kemudian.

Tanaman padi dan jagung baik monokultur maupun tumpang sari dipupuk sebanyak 200 kg Urea, 100 kg SP36, dan 100 kg KCl per ha. Setengah dosis pupuk urea serta seluruh pupuk SP36 dan KCl diberikan sehari sebelum padi dan jagung ditanam, kemudian setengah sisa dosis pupuk urea diberikan pada saat tanaman padi dan jagung berumur 40 hari setelah tanam (HST). Pupuk diberikan pada larikan yang dibuat di antara barisan padi dengan padi serta padi dengan jagung. Untuk keseragaman, penjarangan tanaman padi dilakukan pada umur 2 minggu setelah tanam (MST)

dengan menyisakan dua bibit per lubang tanam. Penjarangan tanaman jagung juga dilakukan pada umur 2 MST dengan menyisakan satu bibit per lubang.

Saat padi berumur 45 hari setelah tanam (HST) pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan, sedangkan pada fase reproduktif dilakukan pengamatan terhadap umur berbunga, umur panen, tinggi tanaman pada umur panen (cm), anakan total dan anakan produktif, jumlah gabah per malai, jumlah gabah isi dan hampa per malai, bobot gabah 100 butir (g), dan bobot gabah per rumpun (g). Pengamatan dilakukan pula terhadap karakter agronomi jagung. Luas daun jagung per tanaman diamati berdasarkan metode Sutoro (1992). Pengamatan tambahan terhadap intensitas cahaya dan suhu di bawah kanopi jagung dilakukan pada fase pertumbuhan vegetatif maksimum dan fase reproduktif pada jam 8.00 – 16.00

Data dianalisis dengan anova, dilanjutkan dengan uji DMRT 5%. Untuk mengetahui produktivitas lahan antar perlakuan dalam sistem tumpang sari, dihitung Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respon Pertumbuhan Fase Vegetatif

Kompetisi dalam memperoleh cahaya matahari pada sistem tumpang sari padi-jagung menjadi salah satu faktor penting yang lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi dibandingkan terhadap tanaman jagung. Kondisi ini disebabkan oleh pertumbuhan tanaman jagung yang relatif lebih cepat dibandingkan dengan padi sehingga menghambat penetrasi cahaya ke kanopi tanaman padi. Rata-rata intensitas cahaya di atas kanopi padi umur 45 HST, berturut-turut pada monokultur, tumpang sari padi dengan jagung J1, dan tumpang sari padi dengan jagung J2 adalah sebesar 380.8, 351.4, dan 291.2 watt/m². Perbedaan intensitas cahaya antar perlakuan tersebut menunjukkan bahwa kapasitas menaungi dari tanaman jagung J1 dan J2 pada tumpang sari berturut-turut sebesar 7.7 dan 23.5%. Perbedaan temperatur antar perlakuan monokultur dan tumpang sari pada saat pengukuran cahaya relatif kecil; pada monokultur padi adalah 27.8 °C dan pada tumpang sari dengan jagung J1 dan J2, berturut-turut sebesar 27.6 dan 25.3 °C.

Pada fase pertumbuhan vegetatif (45 HST) tanaman padi lebih pendek dibandingkan dengan tanaman jagung 31 HST. Tinggi tanaman padi berkisar antara 38.4-67.0 cm, sedangkan tinggi tanaman jagung berkisar antara 74.5-82.0 cm. Tinggi tanaman padi tidak berbeda nyata antar perlakuan monokultur dengan tumpang sari untuk galur yang sama, demikian pula pada varietas kontrol Jatiluhur (Tabel 1). Perbedaan tinggi tanaman yang nyata hanya terjadi antar galur. Pada fase pertumbuhan ini ketiga galur padi haploid

Tabel 1. Respon pertumbuhan padi-jagung fase vegetatif dalam sistem monokultur dan tumpang sari

Perlakuan	Padi (45 HST)		Jagung (30 HST)	
	Tinggi (cm)	Σ Anakan	Tinggi (cm)	Σ Daun
Monokultur padi :				
GI-8	64.4 c	7.5 abc	-	-
IG-19	65.8 c	10.3 e	-	-
IW-56	38.4 a	14.7 g	-	-
Jatiluhur	53.7 b	7.2 abc	-	-
Monokultur jagung :				
J1	-	-	80.7 bc	6.5 a
J2	-	-	82.0 c	6.1 a
Tumpang sari padi-jagung				
GI-8 - J1	63.4 c	8.3 cd	75.2 ab	6.0 a
GI-8 - J2	64.7 c	8.1 bcd	74.5 a	6.1 a
IG-19 - J1	67.0 c	10.5 e	77.4 abc	6.2 a
IG-19 - J2	65.6 c	9.2 de	78.7 abc	6.1 a
IW-56 - J1	38.4 a	13.2 f	81.1 c	6.3 a
IW56 - J2	40.1 a	13.2 f	81.6 c	6.3 a
Jatiluhur - J1	55.2 b	6.9 ab	75.0 ab	6.1 a
Jatiluhur - J2	57.4 b	6.6 a	77.3 abc	6.3 a

Keterangan : Angka pada kolom yang sama diikuti huruf sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT5%.
 J1=Jagung jarak tanam 90 cm x 60 cm, J2= jagung jarak tanam 90 cm x 30 cm

ganda toleran dan Jatiluhur dalam tumpang sari dengan jagung tidak menunjukkan gejala etiolasi. Hasil ini menunjukkan taraf naungan jagung J1 dan J2, diduga tidak berpengaruh terhadap kualitas cahaya yang menembus kanopi padi.

Jumlah anakan padi tidak berbeda nyata antar perlakuan monokultur dengan tumpang sari untuk galur yang sama, kecuali pada galur IW-56 (P3) (Tabel 1). Jumlah anakan galur IW-56 pada perlakuan tumpang sari P3J2 dan P3J1 lebih sedikit dan berbeda nyata dari perlakuan monokulturnya (MP3). Namun demikian galur ini memiliki jumlah anakan terbanyak (14.7 pada monokultur dan 13.2 pada tumpang sari) di antara galur lainnya dan Jatiluhur sebagai kontrol.

Tabel 1 menunjukkan pertumbuhan tanaman jagung yang lebih tinggi daripada padi umur 45 HST sehingga menaungi. Namun demikian kondisi tersebut tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah anakan padi tumpang sari di banding monokultur untuk galur yang sama, kecuali untuk jumlah anakan galur IW-56. Hal ini menunjukkan pula bahwa taraf naungan jagung masih dapat ditoleransi, serta kondisi lingkungan antara lain ketersediaan air, hara dan iklim mikro masih optimum, baik untuk pertumbuhan tanaman padi maupun tanaman jagung. Taraf naungan jagung terhadap padi baik pada tumpang sari dengan jarak tanam jagung J1 maupun J2 relatif rendah yaitu berturut-turut sebesar 7.7 dan 23.5%, jauh di bawah ambang batas naungan untuk pertumbuhan padi gogo sebesar 50%. Tinggi tanaman dan jumlah daun jagung tidak berbeda nyata antara

tumpang sari dan monokultur, kecuali tinggi tanaman antar perlakuan MJ2 dengan P1J2, dan P4J1 (Tabel 1).

Respon Pertumbuhan Fase Reproduksi

Respon pertumbuhan padi dan jagung fase reproduktif dalam monokultur dan tumpang sari disajikan pada Tabel 2. Tinggi tanaman dan luas daun jagung pada umur 75 HST baik pada monokultur maupun tumpang sari tidak berbeda nyata. Naungan pada tumpang sari dengan jarak tanam J2 lebih disebabkan populasi tanaman jagung yang lebih banyak. Perbedaan tersebut menyebabkan indek luas daun (ILD) jagung pada jarak tanam J2 meningkat sekitar 50-86%. ILD jagung pada tumpang sari dengan jarak tanam J1 dan J2 berturut-turut berkisar antara 0.7-0.8 dan 1.2-1.3 (Tabel 2). Hasil pengukuran intensitas cahaya di atas kanopi padi fase pertumbuhan reproduktif berturut-turut pada monokultur, tumpang sari dengan jarak tanam jagung J1, dan tumpang sari dengan jarak tanam jagung J2, adalah 407.4, 296.8, dan 263.2 watt/m². Pada fase pertumbuhan ini kapasitas jagung menaungi padi pada tumpang sari dengan jarak tanam J1 dan J2 berturut-turut sebesar 27.1 dan 35.4%. Pada kondisi tersebut perbedaan temperatur pada monokultur dan tumpang sari ± 3 °C, yaitu pada monokultur 28.3 °C, dan pada tumpang sari dengan jagung J1 dan J2 berturut-turut sebesar 27.2 dan 25.7 °C.

Tinggi dan jumlah anakan tanaman total padi tidak berbeda nyata antar perlakuan monokultur dan tumpang sari termasuk pada varietas Jatiluhur (kontrol), kecuali

tinggi tanaman galur GI-8 pada perlakuan tumpang sari dengan jagung J2 (GI-8-J2) (Tabel 2). Perbedaan tinggi tanaman dan jumlah anakan total yang nyata tampak terjadi antar galur. Galur IW-56 merupakan galur terpendek dengan jumlah anakan terbanyak baik pada monokultur maupun tumpang sari. Tinggi tanaman

galur tersebut berturut-turut pada monokultur, tumpang sari dengan jagung J1, dan tumpang sari dengan jagung J2 adalah 79.5 cm, 78.8 cm dan 75.4 cm, sedangkan jumlah anakan totalnya pada monokultur dan tumpang sari dengan jagung berturut-turut mencapai 22.2 dan 20.1 anakan (Tabel 2).

Tabel 2. Respon pertumbuhan padi-jagung fase reproduktif dalam sistem tumpang sari

Perlakuan	Padi (fase pengisian malai)			Jagung (75 HST)		
	Tinggi (cm)	ΣAnakan total	ΣAnakan produktif	Tinggi (cm)	Luas daun (cm ²)	ILD
Monokultur padi :						
GI-8	102.3 b	14.4 a-d	10.6 cd	-	-	-
IG-19	109.9 bcd	12.4 abc	9.8 bc	-	-	-
IW-56	79.5 a	22.2 e	17.4 i	-	-	-
Jatiluhur	107.3 bcd	16.6 d	13.6 fg	-	-	-
Monokultur jagung :						
J1	-	-	-	152.3 a	4460.0 a	0.8
J2	-	-	-	159.0 a	4353.7 a	1.3
Tumpang sari padi-jagung						
GI-8 - J1	107.0 bcd	11.9 a	9.2 ab	165.9 a	4221.3 a	0.7
GI-8 - J2	113.2 cd	12.0 a	8.8 ab	166.3 a	4311.5 a	1.3
IG-19 - J1	114.2 cd	12.2 ab	8.7 ab	154.9 a	4389.4 a	0.8
IG-19 - J2	115.9 d	12.6 abc	8.4 a	153.4 a	3969.8 a	1.2
IW-56 - J1	78.8 a	20.1 e	15.2 h	155.5 a	4497.9 a	0.8
IW56 - J2	75.4 a	20.1 e	14.6 gh	151.5 a	4042.2 a	1.2
Jatiluhur - J1	105.2 bc	14.9 bcd	12.4 ef	152.8 a	4302.7 a	0.7
Jatiluhur - J2	108.7 bcd	15.0 cd	11.6 de	157.7 a	4339.5 a	1.3

Keterangan : Angka pada kolom yang sama diikuti huruf sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT5%. J1=Jagung jarak tanam 90 cm x 60 cm, J2= jagung jarak tanam 90 cm x 30 cm, ILD = Indek Luas Daun.

Pada fase pertumbuhan reproduktif tumpang sari padi jagung berpengaruh terutama terhadap jumlah anakan produktif. Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah anakan produktif padi pada tumpang sari menurun dibanding jumlah anakan galur yang sama pada monokulturnya, kecuali pada tumpang sari galur IG-19 dan Jatiluhur masing-masing dengan jagung J1. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum anakan produktif padi menurun pada kondisi cahaya rendah baik pada genotipe peka maupun toleran, namun pada genotipe toleran penurunannya relatif lebih kecil (Chozin *et al.*, 1999; Sopandie *et al.*, 2003). Penurunan anakan produktif ketiga galur haploid ganda dan Jatiluhur pada perlakuan tumpang sari dengan jagung relatif kecil yaitu hanya berkisar 1-2 anakan, kecuali pada galur IW-56 (Tabel 2).

Sistem tanam tumpang sari padi-jagung tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap umur berbunga dan umur panen tanaman padi. Galur GI-8, IG-19 dan IW-56 berbunga masing-masing pada 85, 70, dan 72 HST, sedangkan Jatiluhur berbunga pada 75 HST. Galur-galur dan varietas Jatiluhur tersebut berbunga serempak baik pada monokultur maupun pada

tumpang sari. Tanaman jagung berbunga serempak pada umur 60 HST. Dua galur haploid ganda IG-19 dan IW-56 menunjukkan umur lebih genjah dibandingkan Jatiluhur (kontrol). Umur panen kedua galur tersebut berturut-turut adalah 105 dan 110 HST, sedangkan Jatiluhur 115 HST. Galur GI-8 berumur lebih panjang dibandingkan Jatiluhur, yaitu 125 HST. Umur panen tanaman jagung adalah 90 HST, dan dipanen hampir bersamaan dengan saat panen padi galur IG-19.

Menurut Levitt (1980) peningkatan tinggi tanaman merupakan salah satu mekanisme adaptasi penghindaran (*avoidance*) terhadap kondisi defisit cahaya. Pada percobaan ini ini tidak terjadi peningkatan nyata tinggi tanaman padi antara perlakuan monokultur dan tumpang sari. Hal tersebut diduga berkaitan dengan kondisi cekaman naungan masih di bawah ambang batas untuk pertumbuhan padi gogo sebesar 50%. Jarak tanam jagung J1 dan J2 cukup memberikan ruang penetrasi cahaya yang memadai untuk pertumbuhan padi dalam tumpang sari.

Selain faktor lingkungan, faktor genotipe berpengaruh terhadap respon tanaman. Genotipe toleran memiliki kemampuan aktivitas fotosintesis relatif tinggi

pada kondisi cahaya rendah sehingga dapat menghasilkan fotosintat yang memadai untuk pertumbuhan vegetatif tanaman. Menurut Hidema *et al.* (1992), genotipe padi toleran memiliki karakteristik fisiologi daun yang ditunjukkan diantaranya oleh peningkatan kandungan klorofil b yang lebih besar dibanding yang peka pada kondisi ternaungi. Peningkatan klorofil tersebut berkaitan dengan meningkatnya protein klorofil a/b pada *light harvesting complex II* sehingga mempertinggi efisiensi penangkapan cahaya. Hasil identifikasi karakteristik fisiologi fotosintetik ketiga galur GI-8, IG-19, IW-56 dan Jatiluhur pada naungan 50% (data tidak disajikan) menunjukkan bahwa kandungan klorofil b meningkat diikuti oleh peningkatan klorofil a yang lebih besar dibanding dengan yang

peka. Akibatnya nisbah klorofil a/b ketiga galur dan Jatiluhur tersebut pada kondisi ternaungi menunjukkan pula lebih besar dari yang peka.

Komponen Hasil, Hasil, dan Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL)

Tumpang sari tidak berpengaruh nyata terhadap komponen hasil padi (panjang malai, jumlah gabah per malai, jumlah gabah isi per malai, kehampaan, dan bobot 100 butir gabah) jika dibandingkan dengan komponen hasil pada sistem monokultur untuk galur yang sama, kecuali jumlah gabah isi per malai untuk galur IW-56 (Tabel 3). Karakteristik ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan

Tabel 3. Komponen hasil padi dalam sistem tumpang sari padi-jagung pada sistem monokultur dan tumpang sari

Perlakuan	Panjang malai (cm)	Jumlah gabah		Kehampaan (%)	Bobot gabah	
		Total per malai (butir)	Isi per malai (butir)		100 butir (g)	Per rumpun (g)
Monokultur padi:						
GI-8	25.1 ab	158.6 c	134.1 bc	15.4 a	3.18 b	43.1 bc
IG-19	28.4 abc	146.4 ab	127.8 ab	12.9 a	4.23 c	50.9 e
IW-56	27.2 ab	158.5 c	135.4 c	14.8 a	2.69 a	59.6 f
Jatiluhur	27.0 ab	157.5 c	130.8 bc	16.9 a	2.74 a	48.8 de
Tumpang sari padi-jagung:						
GI-8 - J1	24.6 a	154.2 c	132.0 bc	14.6 a	3.12 b	39.2 ab
GI-8 - J2	24.2 a	152.5 bc	127.6 ab	16.3 a	3.04 b	36.6 a
IG-19 - J1	29.1 bc	146.2 ab	126.9 ab	13.2 a	4.20 c	46.2 cd
IG-19 - J2	31.2 c	144.6 a	123.5 a	14.5 a	4.12 c	43.1 bc
IW-56 - J1	27.4 abc	154.2 c	129.0 ab	16.5 a	2.74 a	52.4 e
IW56 - J2	26.8 ab	152.8 bc	126.3 ab	17.3 a	2.71 a	45.0 cd
Jatiluhur - J1	26.7 ab	154.3 c	129.9 bc	15.8 a	2.73 a	43.2 bc
Jatiluhur - J2	26.6 ab	155.3 c	129.8 bc	16.4 a	2.71 a	40.0 ab

Keterangan : Angka pada kolom yang sama diikuti huruf sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT5%. J1=Jagung jarak tanam 90 cm x 60 cm, J2= jagung jarak tanam 90 cm x 30 cm.

bahwa komponen hasil galur-galur padi toleran naungan, kecuali bobot gabah per rumpun dan kehampaan tidak berbeda nyata pada naungan 50% dibandingkan pada kondisi tanpa naungan (Purwoko *et al.*, 2002; Sopandie *et al.*, 2003). Bobot gabah per rumpun dan kehampaan diduga lebih banyak ditentukan oleh kemampuan pengisian bulir yang bervariasi antar genotipe. Menurut Lauth *et al.*, (2000) proses ini berkaitan dengan distribusi karbon ke bulir yang dipengaruhi oleh perimbangan pati-sukrosa dan melibatkan aktivitas enzim *sukrosa fosfat sintase* (SPS). Kandungan SPS yang lebih tinggi pada galur toleran menyebabkan tingginya kandungan sukrosa dan mengindikasikan aktifnya distribusi fotosintat ke gabah.

Tumpang sari padi-jagung menurunkan bobot gabah per rumpun baik terhadap galur-galur padi yang diuji maupun terhadap varietas Jatiluhur, kecuali pada

tumpang sari padi galur GI-8 pada jarak tanam jagung J1 (P1J1) (Tabel 3). Bobot gabah per rumpun ketiga galur yang diuji pada tumpang sari berkisar 36.6-52.4 g dengan penurunan sebesar 9.0-24.5%, sedangkan pada Jatiluhur bobot gabah per rumpun berkisar 40.0-43.2 g dengan penurunan sebesar 11.5-18.5%. Sopandie *et al.* (2003) menunjukkan rata-rata penurunan bobot gabah per rumpun genotipe toleran pada naungan 50% mencapai 24%, sedangkan pada genotipe peka mencapai 48%.

Penurunan bobot gabah per rumpun tertinggi ditunjukkan oleh galur IW-56 (P3J2) yaitu sebesar 24.5%, namun galur ini tetap menghasilkan bobot gabah per rumpun tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan varietas kontrol Jatiluhur, karena memiliki jumlah anakan produktif lebih banyak (Tabel 3). Menurut Hanarida *et al.* (1994) jumlah anakan yang

banyak serta bobot 1000 butir gabah perlu diperhatikan untuk memilih galur padi yang berpotensi hasil tinggi pada tumpang sari dengan jagung.

Hasil padi dan jagung pada sistem tumpang sari, disajikan dalam Tabel 4. Tumpang sari padi-jagung berpengaruh nyata menurunkan hasil padi. Hasil gabah kering giling berkadar air 14% per plot (10.1 m²) ketiga galur uji pada monokultur berkisar antara 3.56–3.91 kg (3.52-3.87 t/ha), lebih tinggi dibanding produksi rata-rata padi gogo nasional sebesar 2.57 t/ha. Pada tumpang sari hasil ketiga galur uji berkisar antara 2.13–2.51 kg (2.10-2.49 t/ha). Hasil per plot tertinggi pada tumpang sari dicapai oleh galur GI-8 dan IG-19. Hasil per plot monokultur varietas Jatiluhur adalah sebesar

3.75 kg (3.71 t/ha), sedangkan pada tumpang sari berkisar antara 2.12-2.38 kg (2.10-2.36 t/ha). Hasil padi tumpang sari menurun dibanding hasil monokultur. Penurunan tersebut selain disebabkan oleh populasi tanaman yang lebih sedikit juga oleh kondisi lingkungan yang berbeda. Pada tumpang sari diduga terjadi interaksi antar genotipe dengan sistem tanam serta kompetisi dalam satu jenis dan antar jenis tanaman yang lebih kompleks dibanding dengan sistem monokultur (Hanarida *et al.* 1994; Bari *et al.*, 1995). Populasi tanaman padi tumpang sari 112 rumpun dan monokultur 168 rumpun, dengan Koefisien Tumpang sari (K_{Ts}) sebesar $112/168 = 0.667$.

Tabel 4. Hasil padi-jagung per plot dan nisbah kesetaraan lahan (NKL) dalam sistem tumpang sari

Perlakuan	Padi		Jagung		NKL
	Hasil (kg)	Δ (%)	Hasil (kg)	Δ (%)	
Monokultur padi :					
GI-8	3.91 b	-	-	-	-
IG-19	3.72 b	-	-	-	-
IW-56	3.56 b	-	-	-	-
Jatiluhur	3.75 b	-	-	-	-
Monokultur jagung :					
J1	-	-	2.27 cde	-	-
J2	-	-	3.56 g	-	-
Tumpang sari padi-jagung:					
GI-8 - J1	2.51 a	6.2	2.13 cd	6.3	1.58
GI-8 - J2	2.32 a	11.0	2.79 f	21.6	1.38
IG-19 - J1	2.48 a	1.2	1.82 b	19.7	1.46
IG-19 - J2	2.34 a	6.3	2.50 e	29.7	1.33
IW-56 - J1	2.29 a	3.6	2.02 bc	11.1	1.53
IW56 - J2	2.13 a	13.4	2.80 f	21.1	1.39
Jatiluhur - J1	2.38 a	5.0	1.47 a	35.4	1.28
Jatiluhur - J2	2.12 a	12.9	2.39 de	32.7	1.25

Keterangan : Angka pada kolom yang sama diikuti huruf sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT5%. J1=Jagung jarak tanam 90 cm x 60 cm, J2= jagung jarak tanam 90 cm x 30 cm, Δ (%) = Persen penurunan hasil akibat tumpang sari = $\{(Y_{Mk} \times K_{Ts} - Y_{Ts}) / Y_{Mk} \times K_{Ts}\}$

Hasil padi dalam tumpang sari tidak berbeda nyata antar kombinasi perlakuan termasuk dibandingkan dengan Jatiluhur, namun demikian dua galur uji yaitu GI-8 dan IG-19 menunjukkan hasil relatif lebih tinggi dibandingkan dengan Jatiluhur pada tumpang sari dengan jarak tanam jagung yang sama (Tabel 4). Kedua galur tersebut menunjukkan hasil 0.10–0.14 kg (sekitar 1 ku/ha) lebih tinggi dibandingkan dengan Jatiluhur baik pada tumpang sari dengan jarak tanam jagung J1 maupun J2.

Penurunan hasil padi yang disebabkan oleh kondisi lingkungan tumpang sari dapat dihitung berdasarkan selisih hasil tumpang sari aktual dengan hasil harapan $\{(Y_{Mk} \times K_{Ts} - Y_{Ts}) / Y_{Mk} \times K_{Ts}\}$ yang dinyatakan dalam

persen. Y_{Mk} = Hasil Monokultur, Y_{Ts} = Hasil Tumpang sari, dan K_{Ts} = Koefisien Tumpang sari. Penurunan hasil padi pada tumpang sari dengan jarak tanam jagung J1 berkisar antara 1.2–6.2%, sedangkan pada tumpang sari dengan jarak tanam J2 berkisar antara 6.3 – 13.4% (Tabel 4). Galur IG-19 menunjukkan penurunan hasil terkecil baik pada tumpang sari dengan jarak tanam jagung J1 maupun pada jarak tanam jagung J2, yaitu berturut-turut sebesar 1.2% dan 6.3%. Penurunan hasil galur-galur uji dan Jatiluhur yang disebabkan oleh pengaruh tumpang sari menunjukkan relatif kecil. Artinya ketiga galur uji dan Jatiluhur cukup adaptif terhadap kondisi tumpang sari dengan jagung pada jarak tanam J1 dan J2.

Hasil jagung meningkat pada jarak tanam J2 dibandingkan dengan jarak tanam J1, baik pada monokultur maupun pada tumpang sari, namun hasil jagung tumpang sari lebih rendah dibanding hasil monokultur pada jarak tanam sama. Hasil jagung J1 per plot pada monokultur sebesar 2.27 kg biji pipilan kering (2.25 t/ha), sedangkan hasil jagung J2 sebesar 3.56 kg (3.53 t/ha). Hasil jagung J1 pada tumpang sari berkisar antara 1.47–2.13 kg (1.46–2.11 t/ha), sedangkan hasil jagung J2 berkisar antara 2.39–2.79 kg (2.37–2.76 t/ha). Penurunan hasil jagung pada berbagai kombinasi perlakuan tumpang sari dengan galur-galur padi yang diuji menunjukkan relatif lebih kecil dibandingkan dengan penurunan hasil pada kombinasi tumpang sari jagung dengan Jatiluhur (Tabel 4). Penurunan hasil jagung pada kombinasi tumpang sari dengan galur yang diuji berkisar antara 6.3–29.7%, sedangkan pada kombinasi tumpang sari dengan Jatiluhur berkisar 32.7–35.4%. Jatiluhur menunjukkan kemampuan kompetisi lebih besar terhadap jagung. Hal ini diduga berkaitan dengan karakteristik morfologi batang dan daun tanaman padi varietas Jatiluhur yang lebih tegak pada kondisi tumpang sari. Namun demikian secara keseluruhan pada perlakuan tumpang sari yang sama penurunan hasil jagung relatif lebih besar dibanding penurunan hasil padi.

Tumpang sari padi-jagung menurunkan hasil padi dan hasil jagung, namun demikian ditinjau dari efisiensi penggunaan lahan, tumpang sari lebih efisien dibandingkan dengan monokultur (Tabel 4). Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL) tumpang sari padi-jagung adalah sebesar 1.26–1.56. Ini berarti produktivitas lahan meningkat 26% hingga 56% dari pertanaman monokultur, sehingga secara agronomis juga lebih menguntungkan. Hanarida *et al.* (1994) menunjukkan variasi NKL tumpang sari padi-jagung pada 30 galur/varietas padi gogo yang diuji di dua lokasi (Tamanbogo dan Darmaga), yaitu berkisar antara 0.620–1.463. Dari galur/varietas padi tersebut, terdapat 2 varietas dan 3 galur yang menghasilkan NKL > 1 pada kedua lokasi. Pada percobaan ini NKL tumpang sari pada galur-galur padi yang diuji berkisar antara 1.33–1.56, sedangkan pada Jatiluhur berkisar antara 1.26–1.29 (Tabel 4). Nilai tersebut menunjukkan ketiga galur padi yang dievaluasi memberikan hasil agronomis relatif lebih tinggi pada sistem tumpang sari dibandingkan dengan Jatiluhur (kontrol) dan varietas/galur yang dilaporkan Hanarida *et al.* (1994).

Secara umum galur haploid ganda toleran naungan GI-8, IG-19, dan IW-56 menunjukkan respon pertumbuhan dan hasil relatif sama dengan Jatiluhur (varietas kontrol) pada kondisi cahaya rendah (naungan) dalam sistem tumpang sari padi-jagung. Hasil ini menunjukkan bahwa ketiga galur padi gogo haploid ganda GI-8, IG-19 dan IW-56 konsisten toleran terhadap naungan alami dan cukup adaptif terhadap kondisi tumpang sari dengan jagung. Ketiga galur

tersebut dapat dipertimbangkan untuk digunakan dalam budidaya padi gogo secara tumpang sari terutama dengan jagung.

KESIMPULAN

Galur-galur padi gogo haploid ganda GI-8, IG-19, dan IW-56 konsisten toleran naungan dan adaptif terhadap kondisi tumpang sari padi-jagung. Konsistensi toleransi dan adaptasi ditunjukkan oleh kesamaan respon pertumbuhan dan hasil ketiga galur dengan varietas Jatiluhur. Hasil padi tumpang sari ketiga galur haploid ganda berkisar antara 2.11–2.49 t/ha dan Jatiluhur berkisar antara 2.10–2.36 t/ha. NKL tumpang sari ketiga galur padi gogo haploid ganda dengan jagung sebesar 1.26–1.56, lebih besar dibanding dengan NKL tumpang sari Jatiluhur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilaksanakan dengan dana Hibah PAATP Deptan - IPB (Bambang S. Purwoko, sebagai ketua peneliti), dan PAATP Deptan (beasiswa kepada Priatna Sasmita). Penulis mengucapkan terima kasih kepada PAATP Deptan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bari, A., Z. Harahap, S. Sudiarto, K. Anwar. 1995. Pemilihan bahan pemuliaan padi untuk pembentukan varietas unggul diskriminatif tumpang sari: Padi + Jagung + Ubikayu di lahan kering. *Bul. Agron.* 23(2):1-7.
- Chozin, M.A., D. Sopandie, S. Sastrosumarjo, Suwarno. 1999. Physiology and genetic of upland rice adaptability to shade. Final Report of Graduate Team Research Grant, URGE Project. [Laporan]. Jakarta. Directorate General of Higher Education, Ministry of National Education.
- Departemen Pertanian. 2004. Statistik Pertanian. Departemen Pertanian RI, Jakarta.
- Hafsah, M.J. 2004. Potensi, peluang dan strategi pencapaian swasembada beras dan kemandirian pangan nasional melalui proksi mantap. Makalah Seminar Padi Nasional, 15 Juli 2004, Sukamandi. hal. 1-19.
- Hanarida, I.S., T. Suhartini, M. Diredja. 1994. Penampilan padi gogo pada sistem tanam monokultur dan tumpang sari dengan jagung. *Penelitian Pertanian.* 14 (2): 59-65.

- Hidema, J., A. Makino, Y. Kurita, T. Mae, K. Ojima. 1992. Changes in the level of chlorophyll and light harvesting chlorophyll a/b protein of PS II in rice leaves aged under different irradiances from full expansion through senescence. *Plant Cell Physiol.* 33 (8):1209-1214.
- Lautt, B.S., M.A. Chozin, D. Sopandie, L.K. Darusman. 2000. Perimbangan pati-sukrosa dan aktivitas enzim sukrosa fosfat sintase pada padi gogo yang toleran dan peka terhadap naungan. *Hayati* 7 (2) : 31-34.
- Levitt, J. 1980. *Response of Plant to Environmental Stress.* Academic Press. New York. 570p.
- Purwoko, B.S., S. Sujiprihati, I. Hanarida, I.S. Dewi. 2002. Karakterisasi dan Evaluasi Ketahanan Varietas dan Galur Haploid Ganda Padi Gogo terhadap Penetrasi Pencahayaan Rendah (Naungan). Laporan Penelitian Kerjasama Badan Litbang Pertanian-PAATP dengan IPB. 45 hal.
- Sasmita, P., B.S. Purwoko, S. Sujiprihati, I. Hanarida. 2002. Kultur anthera padi gogo hasil persilangan varietas dengan galur toleran naungan. *Hayati* 9 (3) : 89-93.
- Sopandie, D., M.A. Chozin, S. Sastrosumarjo, T. Juhaeti, Sahardi. 2003. Toleransi padi gogo terhadap naungan. *Hayati* 10 (2): 71-75.
- Struik, P.C., B. Deinum. 1982. Effect of light intensity after flowering on the productivity and quality of silage maize. *Neth. J. Agric. Sci.* 30:297-316.
- Sutoro. 1992. Pendugaan luas daun kedelai, jagung, dan ubikayu. *Penelitian Pertanian.* 12 (2): 89-91.
- Toha, H.M. 2002. Pengembangan padi gogo di lahan kering beriklim basah. Makalah Seminar Puslitbang Tanaman Pangan 22 Agustus 2002, Badan Litbang Pertanian.
- Vijayalaksmi, C., R. Radhakhrisman, M. Nagaran and Rajendran. 1991. Effect of solar irradiation deficit on rice productivity. *J. Crop Sci.* 167:184-187.
- Wahid, P. 1984. Pengaruh naungan dan pemupukan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman lada [disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor, Program Pascasarjana.