

Produktivitas Tumpangsari Kedelai dengan Jagung pada Akhir Musim Hujan di Lahan Kering Beriklim Kering

Productivity of Soybean Intercropping with Maize at the End of Rainy Season in Dry Land with Dry Climate

Afandi Kristiono¹, Siti Muzaiyanah², Dian Adi Anggraeni Elisabeth³, dan Arief Harsono⁴

Peneliti pada Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi)
Jalan Raya Kendalpayak Km 8 Malang 65101
Email: dian.elisabeth21@gmail.com

Diterima: 1 Juli 2020

Revisi: 13 Oktober 2020

Disetujui: 10 Desember 2020

ABSTRAK

Luas panen kedelai di Indonesia pada 2017 hanya mencapai 355.799 ha dengan produksi 538.728 ton. Untuk mencapai swasembada, luas panen tersebut harus dapat ditingkatkan menjadi 1,2 juta ha dengan produktivitas 1,6 ton/ha. Peningkatan luas panen kedelai dapat dilakukan pada lahan kering dan iklim kering yang pemanfaatannya belum maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi produktivitas dan kelayakan teknis paket teknologi budidaya kedelai tumpang sari dengan jagung di lahan kering beriklim kering. Penelitian dilaksanakan pada musim hujan (MH) 2017/2018 di Kecamatan Tegaldlimo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur pada zona iklim D3 (3–4 bulan basah/tahun) dengan jenis tanah vertisol, mengikuti pola tanam padi gogo – jagung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cara tanam tumpang sari kedelai dengan jagung baris ganda setelah panen padi gogo, mampu memberikan hasil biji jagung kering 2,03 ton/ha dan kedelai 1,50 ton/ha. Cara tanam ini lebih menguntungkan daripada tanam jagung atau kedelai monokultur yang berturut-turut memberikan hasil 3,50 ton/ha dan 1,85 ton/ha biji kering. Hasil kedelai dan jagung pada saat penelitian tidak maksimal karena selama pertumbuhan curah hujan hanya 194 mm, sehingga tanaman terutama jagung mengalami cekaman kekeringan. Keuntungan usahatani kedelai monokultur, jagung monokultur, dan kedelai tumpang sari dengan jagung berturut-turut adalah Rp8.633.500,00; Rp5.039.400,00; dan Rp11.090.600,00 per ha. Tumpang sari kedelai dengan jagung mampu memanfaatkan lahan lebih efisien dengan Nilai Kesetaraan Lahan (NKL) 1,39.

kata kunci: jagung, kedelai, lahan kering beriklim kering, tumpang sari

ABSTRACT

Soybean harvested area in Indonesia in 2017 only reached 356,799 ha with a total production of 538,728 tons. To achieve self-sufficiency, the harvested area must be increased to 1.2 million ha with a productivity of 1.6 tons/ha. To increase the harvested area, soybean can be developed in a dry land with dry climate that has not been utilized optimally. The study aimed to evaluate the productivity and technical feasibility of soybean intercropping with maize in a dry land with a dry climate. The study was conducted in the rainy season of 2017/2018 at Tegaldlimo Sub-district, Banyuwangi Regency, East Java Province in the D3 climate zone (3–4 wet months/year) at vertisol soil using the cropping pattern of upland rice-maize. The results indicated that soybean is intercropping with maize in a double row after upland rice harvesting was able to provide the dry seeds yield of maize 2.03 tons/ha and soybean 1.50 tons/ha. This planting method was more profitable compared to maize monoculture yielding 3.50 tons/ha or soybean monoculture yielding 1.85 tons/ha dry seeds yield. The yields of soybean and maize in the study were not optimal due to low precipitation to only 194 mm during the plant growth, so the crops, particularly the maize experienced drought stress. The benefits of soybean monoculture, maize monoculture, and soybean intercropping with maize farming were 8,633,500 IDR, 5,039,400 IDR, and 11,090,600 IDR per ha, respectively. The soybean intercropping with maize was also able to utilize land more efficiently with a Land Equivalent Ratio (LER) of 1.39.

keywords: maize, soybean, dry land with dry climate, intercropping

I. PENDAHULUAN

Dalam 20 tahun terakhir, produksi kedelai di Indonesia terus menurun, dan saat ini hanya mampu memenuhi 30–40 persen dari total kebutuhan dalam negeri yang berjumlah 2,6 juta ton per tahun (Harsono, 2017). Tahun 2017, luas panen kedelai di Indonesia mencapai 355.799 ha dengan produktivitas 1,51 ton/ha dan produksi 538.728 ton (Susanti dan Heni, 2019). Untuk mencapai swasembada, luas panen kedelai harus dapat ditingkatkan minimal menjadi 1,5 juta ha dengan produktivitas 1,70 ton/ha. Upaya peningkatan luas panen kedelai di Indonesia dapat dilakukan pada lahan-lahan sub optimal, antara lain, lahan kering beriklim kering (LKIK) yang selama ini belum dimanfaatkan untuk pengembangan kedelai secara optimal.

Menurut Mulyani, dkk. (2017), LKIK yang tersedia untuk pengembangan tanaman pangan di Indonesia mencapai 1,14 juta ha, terdiri atas kawasan hutan konversi 251 ribu ha, hutan produksi 529 ribu ha, dan area penggunaan lain 362 ribu ha. Jenis tanah yang umum dijumpai pada LKIK adalah vertisol, alfisol, mollisol, dan entisol yang umumnya bereaksi (pH) netral hingga agak alkalis dengan kejemuhan basa > 50 persen (Mulyani dan Sarwani, 2013).

Subandi, dkk. (2007) melaporkan bahwa pada LKIK terluas di Indonesia, yakni di Nusa Tenggara Timur (NTT), dalam satu tahun sebagian besar petani hanya menanam jagung sebagai bahan pangan utama dan sumber pendapatan. Meskipun demikian, kedelai tetap memiliki peluang untuk dikembangkan pada tipe lahan ini melalui perbaikan cara dan pola tanam.

Penerapan tumpang sari jagung dengan kedelai pada LKIK di Tuban, Jawa Timur menggunakan cara tanam jagung baris ganda. Jarak tanam yang digunakan untuk jagung adalah (50 x 200 cm) x 40 cm dan untuk kedelai 40 x 15 cm berisi dua tanaman/rumpun. Hasil yang diperoleh sebesar 1,65 ton/ha jagung dan 1,56 ton/ha kedelai, serta 1,83 ton/ha brangkas jagung dan 4,43 ton/ha brangkas kedelai kering yang dapat digunakan sebagai pakan ternak. LKIK Tuban memiliki tipe tanah vertisol yang miskin C-organik dan hara N namun kaya hara P dan K (Subandi, dkk., 2016). Secara finansial, cara tanam tumpang sari ini

mampu memberikan keuntungan yang lebih besar daripada cara tanam jagung monokultur.

Pada tanah dengan kandungan bahan organik dan nitrogen (N) rendah, kedelai membutuhkan tambahan bahan organik dan pupuk N (Subandi, 2013). Tanaman kedelai dapat membentuk bintil akar dengan baik sehingga mampu memenuhi 60 persen kebutuhan N-nya sendiri melalui proses fiksasi N yang ada di udara (Shutsirung, dkk., 2002). Namun pada tanah yang belum pernah ditanami kedelai dan populasi bakteri rhizobium dalam tanahnya rendah, tanaman kedelai secara alamiah tidak mampu atau hanya sedikit membentuk bintil, sehingga kemampuan fiksasi nitrogen juga rendah. Pada LKIK di Sumbawa, pemupukan jagung varietas Rama dan Arjuna dengan 300 kg Urea + 100 kg TSP + 40 kg KCl per ha berturut-turut menghasilkan 5,62 dan 5,14 ton/ha biji kering (Sulistyono, dkk., 1995). Di Liquisa (Timor-Timur), ketersediaan N dan P menjadi faktor pembatas utama pertumbuhan tanaman jagung. Pemupukan 133 kg Urea + 133 kg TSP per ha mampu menghasilkan 5,2 ton/ha biji kering (Supadmo, dkk., 1995).

LKIK di Kupang (NTT) memiliki tipe tanah alfisol dengan kandungan bahan organik sedang, P-tersedia dan K-dd rendah, serta Ca-dd dan Mg-dd tergolong sedang sampai tinggi. Penerapan pola tanam tumpang sari jagung (jarak tanam 200 cm x 40 cm) dengan kacang tanah (jarak tanam 40 cm x 20 cm) pada lahan tersebut mampu menghasilkan 2,5 ton/ha jagung dan 0,45 ton/ha kacang tanah. Sementara pola tanam tumpang sisip antara jagung (jarak tanam 100 cm x 40 cm) dengan kacang hijau (jarak tanam 40 cm x 20 cm) dan ubi kayu (jarak tanam 200 cm x 120 cm) mampu menghasilkan 3,9 ton/ha jagung biji kering dan 1,6 ton/ha ubi kayu segar. Kacang hijau gagal ditanam karena faktor pembatas berupa kekeringan (Subandi, dkk., 1991).

Arifin dan Tafakresnanto (2019) melaporkan bahwa di lahan kering Situbondo, penerapan pola tanam padi – jagung pada awal musim hujan mampu memberikan hasil tertinggi, yakni setara dengan hasil kedelai 12,7 ton/ha. Pada MK 1, sistem tanam jagung *double row* memperoleh hasil 7,542 ton/ha pipilan dan pangkasannya daun jagung 7,894 ton/ha dengan

pendapatan Rp27.581.100,00/ha dan R/C 2,97. Di lahan kering Sumenep, penerapan pola tanam jagung – kedelai – jagung pada awal musim hujan mampu memberikan hasil terbaik, yakni setara dengan hasil kedelai 9,3 ton/ha dengan nilai IIT 0,76. Namun, pada MK I sistem tanam tumpang sari kedelai (2,385 ton/ha biji) dengan jagung (2,775 ton/ha pipilan), ditambah hasil pangkasan daun jagung (2,025 ton/ha) menghasilkan pendapatan tertinggi, yakni Rp24.326.200,00 dengan nilai R/C 2,06.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi produktivitas dan kelayakan teknis pengembangan paket teknologi budidaya kedelai tumpang sari dengan jagung di lahan kering beriklim kering pada akhir musim hujan.

II. METODOLOGI

Penelitian evaluasi paket teknologi budidaya kedelai tumpang sari dengan jagung dirakit dari hasil-hasil penelitian pada lahan kering beriklim kering sebelumnya (Subandi, 2013; Subandi, dkk., 2016) mulai dari cara tanam, penataan tanaman, jarak tanam, pemilihan varietas kedelai yang sesuai, dan jenis dan dosis pemupukan yang sesuai untuk tumpang sari. Evaluasi paket teknologi dilakukan pada skala luas, yakni total pertanaman mencapai sekitar 4,0 ha dan melibatkan 20 petani kooperator. Paket teknologi tumpang sari kedelai dengan jagung dikerjakan oleh 12 petani, kedelai monokultur oleh 6 petani, dan jagung monokultur oleh 2 petani. Penelitian dilaksanakan di lahan kering beriklim kering Kecamatan Tegaldlimo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur pada akhir musim hujan (MH) 2017/2018. Lahan yang digunakan memiliki tipe tanah vertisol, yang merupakan area rejuvinasi kebun jati berumur satu tahun. Lokasi penelitian terletak pada zona iklim D3 dengan jumlah bulan basah (curah hujan >200 mm/bulan) 3–4 bulan per tahun.

Penelitian mengikuti pola tanam padi gogo – jagung, karena pada awal musim hujan, yakni bulan November petani sudah menanam padi gogo yang dapat dipanen pada bulan Februari. Pada bulan Februari hingga awal Maret, petani biasanya menanam jagung secara monokultur, meskipun tanaman rentan mengalami cekaman kekeringan. Oleh karena itu, penelitian ini dilaksanakan dengan memasukkan kedelai

pada pertanaman jagung dengan cara tumpang sari, dengan harapan dapat mengurangi resiko gagal panen jagung dan meningkatkan produktivitas lahan. Paket teknologi budidaya kedelai tumpang sari dengan jagung yang dievaluasi disajikan pada Tabel 1.

Pemupukan untuk pertanaman jagung dilakukan bertahap, yaitu (i) dosis 30 persen Urea + 100 persen SP36 + 50 persen KCI pada 10 HST, dan (ii) dosis 70 persen Urea+50 persen KCI pada 25 HST. Untuk pertanaman kedelai, *rhizobium* Agrisoy diaplikasikan sebagai perlakuan benih (sebelum ditanam), sementara 100 persen pupuk Urea, SP36, dan KCI diberikan pada 10 HST dengan cara ditabur di sisi barisan tanaman. Selama penelitian, gangguan gulma, hama, dan penyakit dikendalikan secara optimal, sedangkan pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan, diairi 1–2 kali dengan cara memompa air dari sungai yang terdekat dengan lokasi penelitian.

Data pengamatan meliputi: (i) Sifat Kimia tanah sebelum perlakuan yaitu pH, C-organik, N-total, P-tersedia, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, dan Na-dd. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi), Malang; (ii) Tinggi tanaman kedelai dan jagung, diukur mulai dari permukaan tanah hingga titik tumbuh tanaman pada saat tanaman berumur 45 hari dan 60 hari, yang diambil dari 10 contoh tanaman di lapang; (iii) Indeks klorofil daun kedelai dan jagung, diukur menggunakan klorofilometer SPAD Minolta 502 pada saat tanaman berumur 45 hari dan 60 hari. Tiap perlakuan diamati pada lima contoh tanaman, masing-masing tanaman diukur pada daun ketiga dari atas yang sudah berkembang penuh; (iv) Komponen hasil (jumlah polong isi, bobot 100 biji) dan hasil biji kering kedelai dan jagung. Pengamatan komponen hasil diambil dari 10 tanaman contoh, dan hasil biji diamati secara ubinan seluas 2,5 baris ganda jagung sepanjang 5 m untuk jagung tumpang sari dengan kedelai (5,20 m x 5 m), untuk jagung dan kedelai monokultur luas ubinan disamakan dengan luas ubinan jagung tumpang sari; (v) Biaya produksi dan pendapatan usaha tani kedelai dan jagung, baik yang ditanam secara monokultur maupun tumpang sari; (vi) Produktivitas lahan diukur dengan melihat Nilai

Tabel 1. Paket Teknologi Budidaya Kedelai Tumpang Sari dengan Jagung, Jagung Monokultur, dan Kedelai Monokultur yang Dievaluasi pada Lahan Kering Beriklim Kering di Tegaldlimo, Banyuwangi, MH 2017/2018

No.	Jenis Masukan Teknologi	Cara Tanam		
		Tumpang Sari Jagung dengan Kedelai	Jagung Monokultur	Kedelai Monokultur
1.	Penyiapan lahan	Tanah diolah dengan baik	Tanah diolah dengan baik	Tanah diolah dengan baik
2.	Lebar bedengan	4 m terletak diantara barisan tanaman jati muda umur 1 tahun	4 m terletak diantara barisan tanaman jati muda umur 1 tahun	4 m terletak diantara barisan tanaman jati muda umur 1 tahun
3.	Herbisida pratumbuh	3–5 hari sebelum tanam kedelai dan jagung	3–5 hari sebelum tanam jagung	3–5 hari sebelum tanam kedelai
4.	Penanaman	Jagung 1 biji/lubang, kedelai 2–3 biji/lubang	1 biji/lubang	2–3 biji/lubang
5.	Varietas	Jagung: P 21, Kedelai: Dena 1	P 21	Dena 1
6.	Cara tanam	Tugal	Tugal	Tugal
7.	Jarak tanam	Jagung: baris ganda 240 cm x (40 cm x 20 cm); Kedelai 40 cm x 15 cm, di antara baris ganda jagung ditanam 5 baris kedelai	80 cm x 20 cm	40 cm x 15 cm
8.	Pupuk hayati (seed treatment)	Untuk kedelai: Agrisoy dosis 200 g/50 kg biji/ha dicampur dengan biji basah pada saat tanam.	-	Agrisoy dosis 200 g/50 kg biji/ha dicampur dengan biji basah pada saat tanam
10.	Pupuk NPK untuk jagung dan kedelai*	Jagung: 300 kg Urea + 150 kg SP-36 + 50 kg KCl/ha Kedelai: 50 kg Urea + 100 kg SP-36 + 50 kg KCl/ha	300 kg Urea + 150 kg SP-36 + 50 kg KCl/ha	50 kg Urea + 100 kg SP-36 + 50 kg KCl/ha
12.	Pupuk organik*	Jagung: 1.500 kg/ha Kedelai: 1.000 kg/ha sebagai penutup lubang tanam	1.500 kg/ha sebagai penutup lubang tanam	1.000 kg/ha sebagai penutup lubang tanam
13.	Pengendalian hama dan penyakit	Disemprot insektisida/fungisida sesuai gangguan hama dan penyakitnya.	Disemprot insektisida/fungi sida sesuai gangguan hama dan penyakitnya.	Disemprot insektisida/fungisida sesuai gangguan hama dan penyakitnya.
14.	Pengendalian gulma	Dengan herbisida pada 20 HST + manual	Dengan herbisida pada 20 HST + manual	Dengan herbisida pada 20 HST + manual
15.	Panen	Saat masak fisiologis	Saat masak fisiologis	Saat masak fisiologis

Keterangan: HST = Hari Setelah Tanam. *Dosis pupuk untuk jagung dan kedelai tumpang sari masing-masing disesuaikan dengan populasi tanaman mengacu pada dosis pupuk masing-masing komoditas yang ditanam monokultur.

Kesetaraan Lahan (NKL) atau *Land Equivalent Ratio (LER)* pada pola tanam tumpangsari kedelai – jagung menggunakan persamaan

Mead dan Willey (1980) dalam Aminah, dkk. (2014), yaitu:

$$NKL = Yab/Yaa + Yba/Ybb, \text{ dimana:}$$

Tabel 2. Hasil Analisis Contoh Tanah yang Diambil dari Lapisan 0–20 cm di Lokasi Evaluasi Tumpang Sari Jagung dan Kedelai di Tegaldlimo, Banyuwangi, MH 2017/2018

Parameter	Metode	Nilai	Nilai Kecukupan ¹⁾	Kriteria ²⁾
pH-H ₂ O		1:5	6,5	6,6–7,5
C-organik (persen)	Walkley & Black	2,04	2,01–3,0	Sedang
N-total (persen)	Kjeldahl	0,12	0,21–0,50	Rendah
P-tersedia (ppm)	Olsen	17,16	11–15	Tinggi
K-dd (cmol ⁺ /kg)	NH ₄ -OAc pH 7,0	0,68	0,4–0,5	Tinggi
Ca-dd (cmol ⁺ /kg)	NH ₄ -OAc pH 7,0	58,58	6–10	Sangat tinggi
Mg-dd (cmol ⁺ /kg)	NH ₄ -OAc pH 7,0	4,56	1,1–2,0	Tinggi
Na-dd (cmol ⁺ /kg)	NH ₄ -OAc pH 7,0	0,93	n.l.	Tinggi

Keterangan: ¹⁾ Kriteria berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2019); ²⁾ Kriteria berdasarkan Pusat Penelitian Tanah (Puslit tanah) (1993); n.l. = *not listed/* tidak tercantum

Yab = hasil tanaman a dalam pola tanam tumpang sari a dan b;

Yba = hasil tanaman b dalam pola tanam tumpang sari a dan b;

Yaa = hasil monokultur tanaman a; dan

Ybb = hasil monokultur tanaman b; serta (vii) Data curah hujan yang diperoleh dari stasiun pengamatan terdekat, yaitu stasiun pengamatan Tegaldlimo.

III. HASIL & PEMBAHASAN

3.1. Sifat Kimia Tanah

Tanah di lokasi evaluasi pengembangan paket teknologi tumpang sari kedelai dengan jagung di Desa Kalipahit, Kecamatan Tegaldlimo, Kabupaten Banyuwangi tergolong jenis vertisol, terletak pada zona iklim D3 dengan jumlah bulan basah (>200 mm/bulan) berkisar antara 3–4 bulan per tahun. Kemasaman tanah tergolong netral, yakni pH 6,5 dengan kandungan bahan organik tergolong sedang, yang ditunjukkan oleh C-organik 2,04 persen. Kandungan fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan natrium (Na) tanah tergolong tinggi, dengan kadar berturut-turut 17,16 ppm P₂O₅; 0,68 cmol⁺/kg; 58,58 cmol⁺/kg; 4,56 cmol⁺/kg; dan 0,93 cmol⁺/kg (Tabel 2). Tanaman kedelai untuk tumbuh optimal membutuhkan pH tanah berkisar 5,5–6,5, dengan kandungan N dan bahan organik minimal dalam kategori sedang (Abdurachman, dkk., 2013).

Hasil analisis tanah tersebut menunjukkan bahwa tanah di lokasi evaluasi pengembangan paket teknologi tergolong subur karena merupakan lahan bukaan hutan jati yang baru

diremajakan. Pada saat dilakukan kegiatan penelitian, tanaman jati baru berumur 6 bulan dan sudah dipupuk NPK. Di samping itu, sebelum contoh tanah diambil, lahan telah ditanami padi gogo yang juga mendapat dosis pupuk NPK cukup. Dosis pupuk untuk pertanaman padi gogo antar petani tidak sama, yakni berkisar antara 300 hingga 450 kg Phonska/ha ditambah 100-200 kg Urea /ha.

Kendala yang dihadapi dalam pengembangan teknologi budidaya tumpang sari kedelai dengan jagung pada musim tanam ini adalah ketersediaan air karena pada awal musim hujan (November/ Desember 2017) petani telah menanam padi gogo dan kegiatan penanaman kedelai tumpang sari baru dapat dilakukan setelah padi gogo selesai dipanen dan lahan siap untuk ditanami, yaitu dengan rentang waktu sekitar 2 minggu, mulai pertengahan hingga akhir Maret 2018. Untuk mengatasi kekurangan air dilakukan pengairan menggunakan mesin pompa berkapasitas daya 4,9 hp dengan debit pemompaan air rata-rata 14.580 liter/jam. Tiap petak per tanaman seluas 2.000 m² diairi selama dua jam, atau sekitar 29.160 liter air setara dengan menerima curah hujan 14 mm. Pengairan tidak dapat diberikan secara optimal karena bergantung pada ketersediaan air di sungai di sekitar lokasi penelitian.

3.2. Periode Waktu Tanam

Luas kegiatan penelitian tumpang sari kedelai dengan jagung di lahan kering beriklim kering ini mencapai 4,0 ha. Dengan rentang waktu tanam mulai dari tanggal 13 hingga 29 Maret 2018, maka pengelompokan dapat

dilakukan ke dalam dua dasarian waktu tanam, yakni dasarian kedua dan ketiga bulan Maret (akhir musim hujan) seperti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas Pertanaman Kegiatan Tumpang Sari Jagung dengan Kedelai berdasarkan Periode Waktu Tanam, di Tegaldlimo, Banyuwangi, MH 2017/2018

Periode Tanam	Luas Pertanaman Kedelai dan Jagung (ha) pada Periode Tanam						
	Dasarian II		Sub Total	Dasarian III		Sub Total	Total
	13–14 Maret	19–20 Maret		23–24 Maret	25–29 Maret		
1 (G1)	0,6	0	0,6	0	0	0	0,6
2 (G2)	0	1,2	1,2	0	0	0	1,2
3 (G3)	0	0	0	1,2	0	1,2	1,2
4 (G4)	0	0	0	0	1,0	1,0	1,0
Total	0,6	1,2	1,8	1,2	1,0	2,2	4,0

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa 45 persen pertanaman tumpang sari dilaksanakan pada periode dasarian kedua dan 55 persen pada periode dasarian ketiga bulan Maret 2018. Waktu tanam yang beragam tersebut berdampak pada total curah hujan yang diterima oleh tanaman, sehingga berakibat pula pada pertumbuhan tanaman kedelai dan jagung (Gambar 1). Pada stadium awal, pertumbuhan tanaman pada semua lahan milik petani kooperator sangat baik, dengan daya tumbuh benih rata-rata mencapai 85 persen. Namun untuk pertanaman yang mulai ditanam pada dasarian ketiga bulan Maret 2018, tanaman mengalami cekaman kekeringan pada umur 15–20 HST karena tidak ada hujan selama lebih dari 10 hari, sehingga pertumbuhan tanaman tidak optimal terutama pada tanaman jagung.

3.3. Distribusi Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari stasiun meteorologi dekat lokasi penelitian, yaitu di Kecamatan Tegaldlimo. Distribusi curah hujan per dasarian selama bulan Maret sampai Juni 2018 menunjukkan bahwa curah hujan selama periode pertumbuhan tumpang sari tergolong rendah, sehingga tanaman mengalami cekaman kekeringan. Curah hujan selama musim tanam hanya mencapai sekitar 194 mm (Gambar 1). Pertanaman tumpang sari yang ditanam pada periode dasarian kedua bulan Maret 2018 masih mendapatkan curah hujan sebesar 110 mm sampai 10 hari pertama dan 47 mm pada periode 10 hari berikutnya. Jumlah ini tergolong cukup untuk memenuhi kebutuhan air pada awal pertumbuhan tanaman kedelai maupun jagung hingga tanaman berumur sekitar 30 hari.

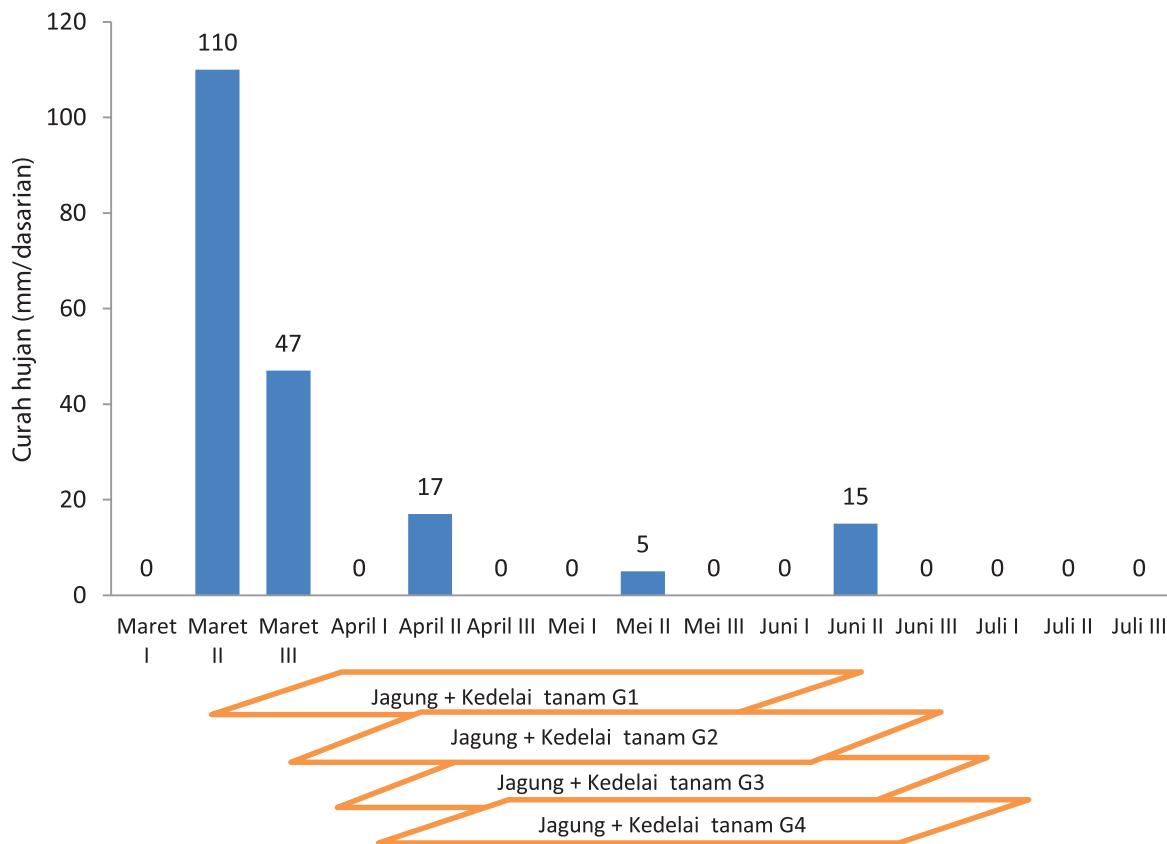
Namun sebaliknya, untuk pertanaman tumpang sari yang ditanam pada periode dasarian ketiga bulan Maret 2018, curah hujan selama 10 hari

pertama hanya mencapai 47 mm dan pada dasarian ketiga baru ada lagi hujan sebanyak 14 mm. Curah hujan ini tergolong sangat kurang, sehingga tanaman mengalami cekaman kekeringan.

Menurut Fagi dan Tangkuman (1985), selama pertumbuhannya sepanjang periode 85–100 hari, tanaman kedelai membutuhkan air sebanyak 300–450 mm atau 2,5–3,3 mm/hari, dengan kandungan lengas optimum pada tegangan air 0,3–0,5 atmosfer. Sedangkan tanaman jagung, dengan periode pertumbuhan 100–150 hari membutuhkan air sebanyak 400–750 mm.

Tanaman kedelai membutuhkan air sebanyak 126 mm selama periode pertumbuhan vegetatif (0–35 HST) dan 203 mm selama periode pertumbuhan generatif (35–85 HST). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pada kedelai yang ditanam periode dasarian kedua bulan Maret 2018, curah hujan pada periode pertumbuhan vegetatif kedelai masih cukup, namun yang menjadi masalah adalah pada periode pertumbuhan generatif hanya tersedia curah hujan sebanyak 23 mm.

Pada tanaman jagung, kebutuhan air pada awal tanam sebanyak 56 mm kemudian selama periode pertumbuhan vegetatif sebanyak 223 mm dan selama periode pertumbuhan generatif sebanyak 427 mm (Kurnia, 2004). Dengan demikian, tanaman jagung mengalami cekaman kekeringan yang lebih berat daripada tanaman kedelai, terutama pada pertanaman tumpang sari yang ditanam pada dasarian ketiga bulan Maret 2018.



Gambar 1. Distribusi Curah Hujan selama Periode Pertumbuhan Tanaman Tumpang Sari

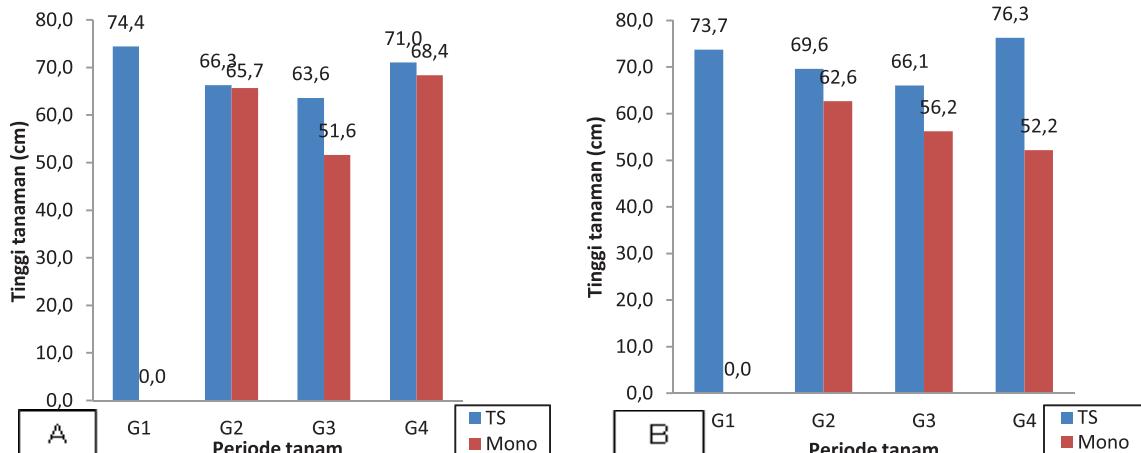
Untuk menanggulangi cekaman kekeringan yang terjadi pada tanaman kedelai dan jagung, dilakukan pengairan sekali hingga dua kali dengan cara memompa air sungai yang ada di sekitar lokasi penelitian. Namun, tidak semua lahan dapat diairi karena keterbatasan sumber air irigasi. Pengairan yang dilakukan juga agak terlambat karena harus dilakukan secara bergiliran.

Kondisi kekeringan menyebabkan tanah menjadi kering, lengas tanah sangat rendah, dan pemupukan NPK tidak dapat dilakukan tepat waktu karena menunggu turunnya hujan. Agar jadwal pemupukan tidak terlalu terlambat, sebagian pemupukan dilakukan dengan cara melarutkan pupuk ke dalam air sesuai dosis per baris tanaman, kemudian larutan disiramkan pada barisan tanaman. Pertumbuhan tanaman kedelai mulai fase berbunga hingga pembentukan polong cukup baik meskipun curah hujan rendah. Pada saat pengisian polong, tanaman yang mengalami cekaman kekeringan diberi tambahan air irigasi.

3.4. Tinggi Tanaman dan Indeks Klorofil Daun

Secara umum, tinggi tanaman kedelai monokultur lebih rendah 1–32 persen daripada kedelai tumpang sari, baik pada umur 45 HST maupun 60 HST (Gambar 2). Hal tersebut diduga disebabkan oleh pengaruh naungan tanaman jagung terhadap tanaman kedelai yang mengakibatkan tanaman kedelai mengalami etiolasi.

Naungan jagung yang diterima oleh tajuk tanaman kedelai pada umur 30 HST mencapai 30–40 persen, sedangkan pada umur 60 HST mencapai 40–60 persen bergantung pada tingkat kesuburan tanaman jagung. Kedelai yang ditanam pada periode tanam ketiga (G3) mengalami pertumbuhan yang lebih buruk daripada tiga periode tanam lainnya. Hal ini terlihat pada rata-rata tinggi tanaman kedelai G3 yang paling rendah pada umur 45 HST. Pada umur 60 HST, laju pertumbuhan tanaman kedelai G3 per lahan membaik yang ditunjukkan dengan rata-rata tinggi tanaman yang tidak berbeda jauh dengan tinggi tanaman yang ditanam pada tiga periode tanam lainnya.



Keterangan : Pada periode tanam G1 tidak ada petani yang menanam kedelai monokultur

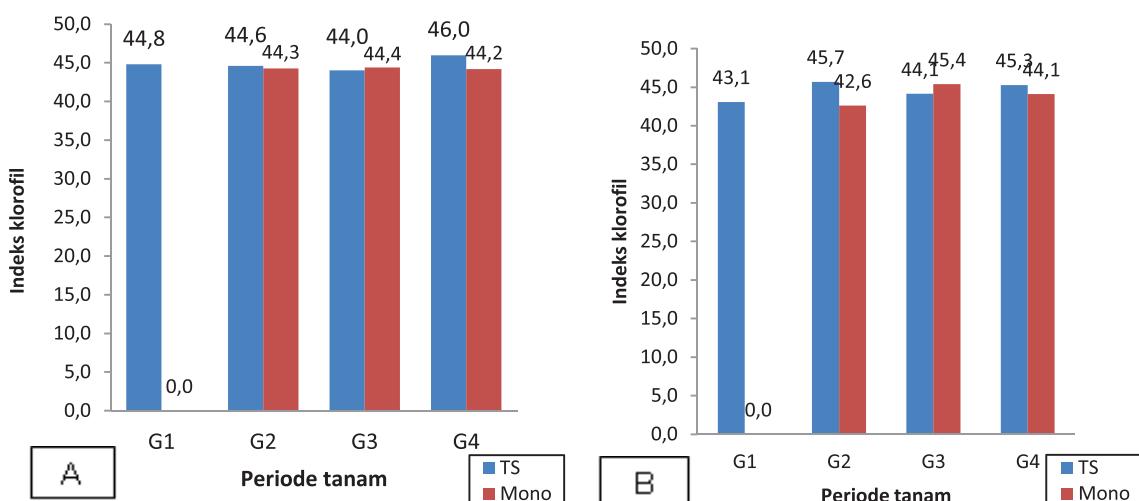
Gambar 2. Rata-rata Tinggi Tanaman Kedelai pada Umur 45 HST (A) dan 60 HST (B) pada Pertanaman Monokultur (Mono) dan Tumpang Sari (TS) dengan Jagung, di Tegaldlimo, Banyuwangi, MH 2017/2018

(Gambar 2). Hal ini disebabkan tanaman kedelai G3 mengalami cekaman kekeringan selama fase vegetatif awal.

Periode tanam tidak berpengaruh terhadap kandungan klorofil daun. Kondisi ini terlihat dari indeks klorofil daun yang tidak berbeda jauh pada semua periode tanam G1 sampai G4, baik pada umur 45 HST maupun 60 HST (Gambar 3).

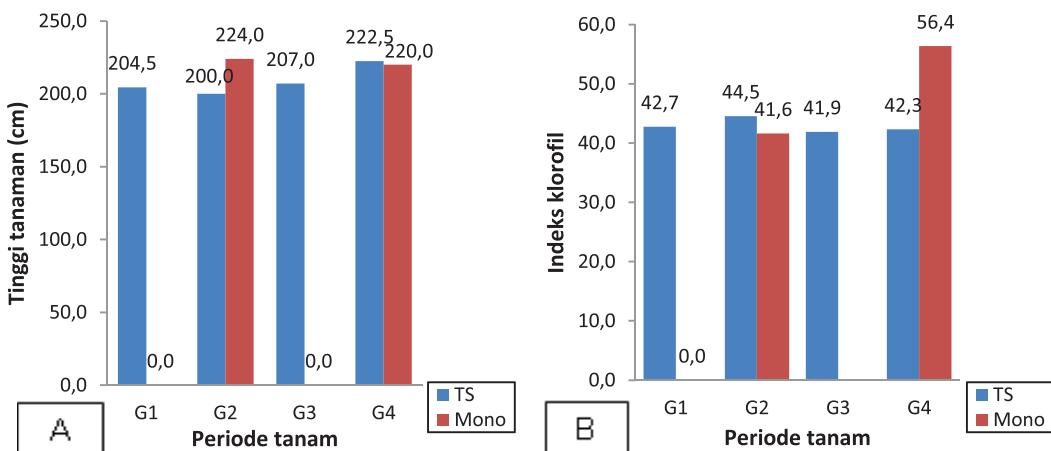
Secara umum pada umur 60 HST, tinggi tanaman jagung yang ditanam secara tumpang sari pada periode tanam G1 sampai G3 hampir sama, yaitu berkisar antara 200 hingga 207 cm.

Tinggi tersebut sangat berbeda dengan tanaman jagung yang ditanam secara monokultur pada periode tanam kedua (G2), yaitu 224 cm. Sedangkan pada periode tanam keempat (G4), tinggi tanaman jagung yang ditanam secara monokultur maupun tumpang sari hampir sama. Di sisi lain, nilai indeks klorofil daun jagung yang ditanam secara tumpang sari hampir sama pada semua periode tanam, yaitu berkisar antara 41,9 hingga 44,5 ; sementara, indeks klorofil daun jagung yang ditanam secara monokultur pada periode tanam keempat (G4) mempunyai nilai indeks klorofil yang sangat tinggi, yaitu 56,4 (Gambar 4). Kondisi ini disebabkan oleh



Keterangan: Pada periode tanam G1 tidak ada petani yang menanam kedelai monokultur

Gambar 3. Indeks Klorofil Daun Tanaman Kedelai pada Umur 45 HST (A) dan 60 HST (B) pada Pertanaman Monokultur (Mono) dan Tumpang Sari (TS) dengan Jagung, di Tegaldlimo, Banyuwangi, MH 2017/2018.



Keterangan: Pada periode tanam G1 tidak ada petani yang menanam kedelai monokultur

Gambar 4. Rata-rata Tinggi Tanaman dan Indeks Klorofil Daun Jagung Umur 60 HST pada Pertanaman Monokultur (Mono) dan Tumpang Sri (TS) dengan Kedelai, di Tegaldlimo, Banyuwangi, MH 2017/2018.

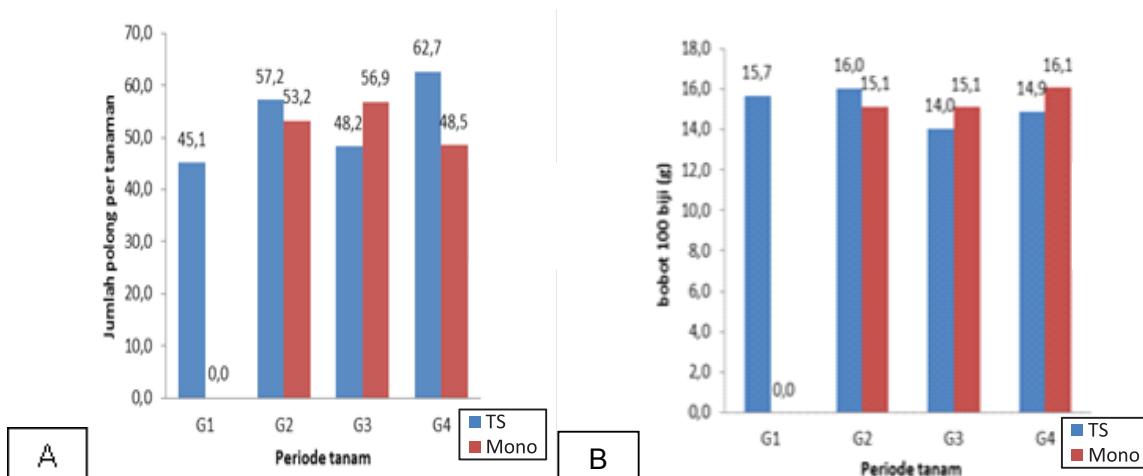
curah hujan yang berbeda dan kondisi tanah di lahan petani yang tidak seragam, baik dari segi ketinggian lahan maupun tekstur tanah yang berbeda.

3.5. Komponen Hasil Biji

Jumlah polong isi dari tanaman kedelai tumpang sari lebih banyak daripada kedelai monokultur (Gambar 5). Hal ini disebabkan oleh pengaruh etiolasi. Semakin tinggi tanaman, peluang terbentuknya polong semakin besar, sehingga jumlah polong isi yang dihasilkan pun lebih banyak. Namun, pada periode tanam G3 yang mengalami cekaman kekeringan, jumlah polong isi tanaman kedelai tumpang sari lebih

sedikit daripada kedelai monokultur. Hal ini mungkin disebabkan pada waktu bersamaan, air lebih banyak diserap oleh tanaman jagung, sehingga suplai air untuk tanaman kedelai semakin berkurang, sehingga berakibat jumlah polong isi yang dihasilkan lebih sedikit daripada kedelai monokultur.

Ukuran biji yang dihasilkan dari kedelai tumpang sari pada periode tanam G3 adalah 6–13 persen lebih kecil daripada periode tanam lainnya, yaitu sebesar 14 g per 100 biji. Ukuran biji pada periode tanam lainnya mencapai 15–16 g per 100 biji (Gambar 5). Pada pertanaman kedelai monokultur pada periode tanam G4,



Keterangan : Pada periode tanam G1 tidak ada petani yang menanam kedelai monokultur

Gambar 5. Jumlah Polong Per Tanaman dan berat 100 Biji Kedelai pada Pertanaman Monokultur (Mono) dan Tumpang Sari (TS) dengan Kedelai, di Tegaldlimo, Banyuwangi, MH 2017/2018.

Tabel 4. Hasil Biji Kering Tumpang Sari antara Kedelai dan Jagung, di Tegaldlimo, Banyuwangi, MH 2017/2018

No	Nama Petani	Kedelai			Jagung		
		Luas (ha)	Hasil Biji (kg)	Produktivitas (ton/ha)	Berat Pipilan (g)	Kadar Air (persen)	Produktivitas (ton/ha)
D. Tumpang Sari Kedelai dengan Jagung							
1	Petani 1	0,2	276	1,5	5.200	22,4	1,7
2	Petani 2	0,2	228	1,2	4.200	17,9	1,5
3	Petani 3	0,2	275	1,5	4.800	20,1	1,6
4	Petani 4	0,2	296	1,6	4.100	23,2	1,3
5	Petani 5	0,2	221	1,2	6.450	18,1	2,2
6	Petani 6	0,2	325	1,7	5.700	18,9	1,9
7	Petani 7	0,2	221	1,2	5.300	18,9	1,8
8	Petani 8	0,2	230	1,2	12.900	19	4,4
9	Petani 9	0,2	455	2,4	6.050	23,1	2,0
10	Petani 10	0,2	293	1,5	9.200	19,3	3,1
11	Petani 11	0,2	350	1,9	4.400	22,9	1,4
12	Petani 12	0,2	201	1,1	4.500	23,8	1,4
Rata-rata				1,50±0,37			2,03±0,89
E. Kedelai Monokultur							
1	Petani 13	0,2	553	2,4	0	0	0
2	Petani 14	0,2	450	1,9	0	0	0
3	Petani 15	0,2	490	2,1	0	0	0
4	Petani 16	0,2	424	1,8	0	0	0
5	Petani 17	0,2	362	1,5	0	0	0
6	Petani 18	0,2	332	1,4	0	0	0
Rata-rata				1,85±0,37			0
F. Jagung Monokultur							
1	Petani 19	0	0	0	0,2	965	4,1
2	Petani 20	0	0	0	0,2	683	2,9
Rata-rata							3,50±0,85

meskipun jumlah polong isi sangat sedikit, tetapi tampaknya translokasi hasil asimilasi fotosintesis berlangsung optimal ke bagian biji, sehingga biji yang dihasilkan berukuran besar, bahkan lebih besar daripada biji pada periode tanam lainnya.

3.6. Hasil Biji Kering

Hasil biji kedelai pada monokultur rata-rata mencapai 1,85 ton/ha, dan lebih tinggi 23,33 persen daripada hasil biji kedelai tumpang sari dengan jagung yang rata-rata hanya mencapai 1,50 ton/ha, atau 81,08 persen dari hasil kedelai monokultur. Rata-rata hasil biji jagung monokultur mencapai 3,50 ton/ha. Hasil ini lebih tinggi daripada hasil jagung tumpang sari yang mencapai 2,03 ton/ha atau 58,00 persen dari hasil jagung monokultur. Hasil tanaman jagung, baik monokultur maupun tumpang sari, pada penelitian ini tergolong rendah, karena tanaman mengalami cekaman kekeringan. Kedelai dan

jagung yang ditanam secara tumpang sari menghasilkan biji kering yang bervariasi pada masing-masing petani. Hal ini disebabkan oleh kondisi lahan antar petani tidak seragam, baik dari segi ketinggian lahan maupun tekstur tanah yang berbeda.

Semakin tinggi permukaan lahan, kedalaman lapisan untuk olah tanah semakin tipis, sehingga daya simpan air yang tersedia bagi tanaman semakin rendah. Dengan kadar air 15 persen, petani yang mampu menghasilkan biji kedelai 1,0–1,5 ton/ha sebanyak 8 orang (67 persen); 1,5–2,0 ton/ha sebanyak 3 orang (25 persen); dan lebih dari 2,0 ton/ha sebanyak 1 orang (8 persen). Sedangkan untuk jagung, dengan kadar air 15 persen, petani yang mampu menghasilkan biji jagung pipilan kering 1,0–1,5 ton/ha sebanyak 4 orang (33 persen); 1,5–2,0 ton/ha sebanyak 5 orang (42 persen); dan lebih dari 2 ton/ha sebanyak 3 orang (25 persen).

Tabel 5. Biaya Produksi dan Pendapatan Usahatani Monokultur dan Tumpang Sari Kedelai dengan Jagung di Lahan Kering Beriklim Kering, di Tegaldlimo, Banyuwangi, MH 2017/2018

No	Komponen	Tumpang Sari Kedelai dengan Jagung	Kedelai Monokultur	Jagung Monokultur
1	Biaya produksi (Rp/ha)			
a.	Saprodi	6.362.000	4.650.000	5.875.000
b.	Tenaga Kerja	2.575.000	2.450.000	1.700.000
	Total biaya produksi (Rp/ha)	8.937.000	7.100.000	7.575.000
2	Produktivitas (kg/ha)			
	Kedelai	1,496	1,851	0
	Jagung	2,031	0	3,504
3	Total (Rp/ha)			
	Kedelai	12.716.000	15.733.500	12.614.400
	Jagung	7.311.600	0	0
	Total penerimaan (Rp/ha)	20.027.600	15.733.500	12.614.400
4	Totak keuntungan (Rp/ha)	11.090.600	8.633.500	5.039.400
5	B/C ratio	1,24	1,22	0,67

Keterangan: Pada tahun 2018, harga hasil panen kedelai adalah Rp8.500/kg, dan jagung adalah Rp3.600/kg.

Persentase petani dengan hasil biji kedelai lebih dari 1,5 ton/ha pada pertanaman tumpang sari adalah 58,3 persen; sedangkan persentase petani dengan hasil biji jagung lebih dari 2,5 ton/ha adalah 16,7 persen (Tabel 3 dan 4, Gambar 6). Rendahnya produktivitas jagung disebabkan oleh cekaman kekeringan.

3.7. Kelayakan Ekonomi Usaha Tani

Keuntungan usaha tani pada penelitian ini adalah Rp8.633.500,00 untuk kedelai monokultur, Rp5.039.400,00 untuk jagung monokultur, dan Rp11.090.600,00 untuk tumpang sari kedelai dengan jagung (Tabel 5). Keuntungan cara tanam tumpang sari yang lebih tinggi daripada monokultur selaras dengan alasan mengapa tumpang sari saat ini banyak dilakukan oleh petani, yaitu sebagai alternatif untuk meningkatkan pendapatan dari kepemilikan lahan garapan petani yang semakin kecil dan sekaligus untuk meminimalkan kerugian yang harus diderita oleh petani apabila

ada satu jenis tanaman yang mengalami kegagalan (Effendi, dkk., 2007).

Keuntungan usaha tani merupakan faktor yang mempengaruhi adopsi petani terhadap suatu introduksi teknologi (Kadar, 2016 dan Harianta, 2011). Suatu teknologi baru akan terus diadopsi oleh petani apabila dirasakan dapat memberikan keuntungan (Prasetyaswati dan Radjit, 2012; Bahtiar, 2010). Oleh karena itu, selayaknya keuntungan yang dicapai oleh petani dengan cara tanam tumpang sari kedelai dengan jagung harus lebih tinggi daripada cara tanam monokultur.

Hasil analisis kelayakan ekonomi usaha tani dengan B/C ratio menunjukkan bahwa teknologi tumpang sari kedelai dengan jagung dan kedelai monokultur layak diadopsi/diterapkan oleh petani karena memiliki nilai B/C ratio lebih dari 1. Sementara itu, akibat kekurangan air karena curah hujan yang tidak mampu memenuhi kebutuhan air tanaman jagung, pertanaman

Tabel 6. Nilai Kesetaraan Lahan (NKL) dalam Pertanaman Tumpang Sari Kedelai dengan Jagung, di Tegaldlimo, Banyuwangi, MH 2017/2018

No	Cara Tanam	NKL Berdasarkan Hasil Biji Kering Kedelai (A)	NKL Berdasarkan Hasil Biji Kering Jagung (B)	Total (A+B)
1	Jagung monokultur	-	1,00	1,00
2	Kedelai monokultur	1,00	-	1,00
3	Tumpang sari kedelai dengan jagung	0,81	0,58	1,39

jagung monokultur dalam penelitian ini secara ekonomi tidak layak diterapkan oleh petani ($B/C < 1$).

3.8. Nilai Kesetaraan Lahan (NKL)

Nilai Kesetaraan Lahan (NKL) atau *Land Equivalent Ratio (LER)* merupakan parameter yang dapat menggambarkan tingkat pendayagunaan atau produktivitas lahan seperti disajikan pada Tabel 6. Teknologi tumpang sari kedelai dengan jagung menghasilkan NKL lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya tanaman masing-masing komoditas secara monokultur. Tumpang sari jagung dengan kedelai memiliki NKL 1,39 yang maknanya adalah terdapat tambahan produktivitas sebesar 39 persen ketika tanaman dalam satu lahan dikombinasikan dengan tanaman lain, sehingga pemanfaatan lahan akan lebih efektif bila dibandingkan dengan lahan yang ditanami secara monokultur.

NKL lebih dari 1 menunjukkan bahwa dari segi penggunaan lahan, cara tanam tumpang sari kedelai dengan jagung lebih efisien dan produktif daripada cara tanam jagung monokultur atau kedelai monokultur (Rifai, dkk., 2014) dan menjadi indikator bahwa pola tanam tumpang sari lebih menguntungkan (Yuwariah, 2011; Tsujimoto, dkk., 2015). Beberapa studi sebelumnya mengenai tumpang sari kedelai dengan jagung pada berbagai lokasi pertanaman menunjukkan $NKL > 1$ (Lv, dkk., 2014; Wijaya, dkk., 2015; Yuwariah, dkk., 2017; Sundari, dkk., 2019).

IV. KESIMPULAN

Produktivitas lahan kering beriklim kering tanah vertisol di Banyuwangi dapat ditingkatkan dengan penerapan pola tanam padi gogo – kedelai tumpang sari dengan jagung. Tumpang sari kedelai dengan jagung baris ganda setelah padi gogo dipanen, mampu memberikan hasil biji jagung kering 2,03 ton/ha dan kedelai 1,50 ton/ha. Sementara itu, hasil biji kering kedelai monokultur dan jagung monokultur berturut-turut adalah 1,85 ton/ha dan 3,50 ton/ha. Hasil kedelai dan jagung pada penelitian ini tidak maksimal karena selama pertumbuhan tanaman hanya tersedia curah hujan sebanyak 194 mm. Keuntungan usaha tani kedelai monokultur, jagung monokultur, dan tumpangsari kedelai dengan jagung berturut-turut adalah

Rp 8.633.500,00; Rp 5.039.400,00; dan Rp 11.090.600,00 per ha. Usaha tani tumpang sari layak diterapkan oleh petani dengan nilai B/C ratio 1,24. Pertanaman tumpang sari kedelai dengan jagung ini juga mampu memanfaatkan lahan lebih efisien dibandingkan pertanaman monokultur dengan NKL 1,39.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Sugiyono, teknisi Balitkabi untuk mengawal teknis kegiatan penelitian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Mulyani, dan Irawan. 2013. Sumber daya lahan untuk kedelai di Indonesia, *Di dalam Kedelai Teknik Produksi dan Pengembangan*, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan: 168–184.
- Aminah, I. S., D. Budianta, Munandar, Y. Perto, dan E. Sodikin. 2014. Tumpang Sari Jagung (*Zea mays L.*) dan Kedelai (*Glycine max L. Merrill*) untuk Efisiensi Penggunaan dan Peningkatan Produksi Lahan Pasang Surut. *Jurnal Tanah dan Iklim*, Vol. 38, No. 2: 119–128.
- Arifin, Z. dan C. Tafakresnanto. 2019. Pengelolaan Pola Tanam Berbasis Kedelai dan Jagung di Lahan Kering. *Buletin Palawija*. Vol. 17. No. 2 :83–93.
- Bahtiar, W. R. dan Tenrirawe. 2010. Prospek produksi benih jagung komposit di Provinsi Sulawesi Utara. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Effendi, S. D., S. Taher, dan W. Rumini. 2007. Pengaruh tumpang sari dan jarak tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas L.*):232–238. *Prosiding Lokakarya Nasional Jarak Pagar III*, Balittas, Balitbangtan, Kementan.
- Fagi, A. M., dan F. Tangkuman. 1985. Pengelolaan air untuk kedelai: 135–157. *Di dalam Somaatmadja S. dkk. (eds). Kedelai*. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Harianta, Y. W. 2011. Adopsi Inovasi Pertanian di Kalangan Petani di Kecamatan Gatak Kabupaten Sukoharjo Agrin, Vol. 15, No. 2: 164–174.
- Harsono, A. 2017. Langkah Merengkuh Swasembada Kedelai, pp. 43–48. *Di dalam Forum Komunikasi Profesor Riset. Ragam Pemikiran Pengembangan Pertanian 2015–2016*. IAARD Press, Jakarta. Kadar, L., H. Siregar, dan E. I. K. Putri. 2016. Faktor-faktor yang Berpengaruh terhadap Adopsi Varietas Jagung Putih di Kabupaten Grobogan Jawa Tengah. *Informatika*

- Pertanian*, Vol. 25, No. 2: 215–210.
- Kurnia, U. 2004. Prospek Pengairan Pertanian Tanaman Semusim Lahan Kering. *Jurnal Litbang Pertanian*, Vol. 23, No. 4:130–138.
- Lv, Y., C. Francis, P. Wu, X. Chen, X. Zhao. 2014. Maize-soybean Intercropping Interactions Above and Below Ground. *Crop Science*, Vol. 54:914–922.
- Mulyani, A. dan M. Sarwani. 2013. Karakteristik dan Potensi Lahan Suboptimal untuk Pengembangan Pertanian. *Sumberdaya Lahan*, Vol. 7, No. 1: 47–55.
- Mulyani, A., D. Nursyamsi, dan D. Harnowo 2017. Potensi dan tantangan pemanfaatan lahan suboptimal untuk tanaman aneka kacang dan umbi:16–30. *Di dalam Rahmianna dkk. (eds). Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2017. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.*
- Prasetyaswati, N. dan B. S. Radit. 2012. Kelayakan Usaha Tani Ubijalar dengan Penerapan Teknologi Penggulungan di Lahan Kering Masam di Lampung. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, Vol. 31, No. 3: 188–194.
- Rifai, A., S. Basuki, dan B. Utomo. 2014. Nilai Kesetaraan Lahan Budidaya Tumpang Sari Tanaman Tebu dengan Kedelai: Studi Kasus di Desa Karangharjo, Kecamatan Sulang, Kabupaten Rembang. *Widyariset*, Vol. 17, No. 1: 59–70.
- Shutsirung, A., P. Sutigoolabud, C. Santasup, K. Seno, S. Tajima, M. Hisamatsu, dan A. Bhromsiri. 2002. Symbiotic efficiency and compatibility of native rhizobia in northern Thailand with different soybean cultivars. *Soil Sci. Plant Nutr.* Vol. 48: 491–499.
- Subandi, Anwari, dan R. Iswanto. 2007. Peluang pengembangan varietas unggul kacang hijau asal galur MMC157d-Kp-1 di Nusa Tenggara Timur, pp. 229–238. *Di dalam Jacob Nulik dkk. (eds). Prosiding Seminar Nasional, Kupang, 7–8 Desember 2007. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.*
- Subandi, I. K. Lidjang, J. Ngongo, dan M. Akil. 1991. Penelitian Sistem Usaha Tani Lahan Ladang pada Zona Karang di Desa Camplong II, Kupang. *Publikasi Wilayah Kering*, No. 1: 1–11.
- Subandi. 2013. Perbaikan Komponen Teknologi Budidaya untuk Meningkatkan Produktivitas Kedelai. *Di dalam Laporan Akhir RPTP/RDHP Tahun Anggaran 2013. Buku I. Balai Penelitian Tanaman Kacang dan Umbi.*
- Subandi, Afandi, dan A. Harsono. 2016. Laporan Perbaikan Teknologi Budidaya Kedelai Mendukung Pertanian Bioindustri pada Lahan Kering Beriklim Kering, 23 halaman. Laporan Hasil Penelitian Balitkabi Tahun 2015. Sulistyono, B., Suyamto, dan Indrawati. 1995. Teknologi produksi jagung di Sumbawa, pp. 233–242. *Di dalam Suyamto H dkk.(eds). Risalah Seminar Perbaikan Teknologi Tanaman Pangan di Propinsi Nusa Tenggara Barat. Edisi khusus Balittan Malang No. 5 -1995. Balai Penelitian Tanaman Pangan, Malang.*
- Sundari, T., S. Mutmaida, dan Y. Baliadi. 2019. Keunggulan Kompetitif Agronomis dan Ekonomis Lima Belas Genotipe Kedelai pada Tumpang Sari dengan Jagung. *Buletin Palawija*. Vol. 17, No. 1: 46–56.
- Supadmo, H., Subandi, dan E. O. Momuat. 1995. Optimalisasi usaha tani palawija di Timor Timur, pp. 91–105. *Di dalam Tastra, I. K. dan A. Winarto (eds.). Teknologi untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Pangan di Propinsi Timor Timur. Edisi Khusus Balitkabi No. 2 - 1995. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.*
- Susanti, A. A. dan T. Heni. 2019. Statistik Pertanian. Pusat Data dan Sistim Informasi Pertanian. Kementerian Pertanian Republik Indonesia:119–128.
- Tsujimoto, Y., J. A. Pedro, G. Boina, M. V. Muraccama, M. Ito, S. Tobita, T. Oya, C. E. Cuambe, C. Martinho. 2015. Performance of Maize-Soybean Intercropping under Various N Application Rates and Soil Moisture Conditions in Northern Mozambique. *Plant Production Science*, Vol. 18, No. 3: 365–376.
- Wijaya, A. A., H. D. Rahayu, A. R. H. Oksifa, M. Rachmadi, A. Karuniawan. 2015. Penampilan Karakter Agronomi 16 Genotip Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada Pertanaman Tumpang Sari dengan Jagung (*Zea mays* L.) Pola 3:1. *Jurnal Agro*, Vol. 2, No. 2: 30–40.
- Yuwariah, Y. 2011. *Peran Tanam Sela dan Tumpang Sari Bersisian Berbasis Padi Gogo Toleran Naungan*. Giratuna, Bandung.
- Yuwariah, Y., D. Ruswandi, dan A. W. Irwan. 2017. Pengaruh Pola Tanam Tumpang Sari Jagung dan Kedelai terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Hibrida dan Evaluasi Tumpang Sari di Arjasari Kabupaten Bandung. *Jurnal Kultivasi*, Vol. 16, No. 3: 514–520.

BIODATA PENULIS:

Afandi Kristiono dilahirkan di Banyuwangi, 31 Mei 1979. Penulis menyelesaikan S1 di Jurusan Biologi, Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang pada tahun 2003

Siti Muzaianah dilahirkan di Jember, 3 Februari 1982. Penulis menyelesaikan S1 di Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya pada tahun 2005. Pendidikan S2 ditempuh di Universitas Jember dan mendapatkan gelar Magister Pertanian (MP) pada tahun 2010.

Dian Adi Anggraeni Elisabeth dilahirkan di Malang, 21 Februari 1981. Penulis, menyelesaikan S1 di Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor pada tahun 2003 dan program S2 *double degree* di Universitas Brawijaya dan *Graduate School of Agricultural Sciences, Tohoku University*, Jepang tahun 2012.

Arief Harsono dilahirkan di Malang, 9 Oktober 1958. Penulis menyelesaikan S1 di Fakultas Pertanian, Jurusan Agronomi di Universitas Brawijaya pada tahun 1981, Master (S2) dan Doktor (S3) Agronomi di Universitas Gajah Mada, masing-masing pada tahun 1989 dan 2005. Pada tahun 2012, dikukuhkan sebagai Profesor Riset ke-100 pada Badan Litbang Pertanian.