

PRODUKTIVITAS LAHAN PADA POLA TUMPANG SARI JAGUNG KEDELAI

¹Marthen Pasang Sirappa*, ²Religius Heryanto, ³Iven Patu Sirappa

¹) Penyuluh pada Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian (BPSIP) Sulawesi Barat
Kompleks Perkantoran Pemerintah Provinsi Sulawesi Barat
Jln Abdul Malik Pattana Endeng, Mamuju 91511

²) Staf Pengajar pada Fakultas Sains dan Teknologi, Unkriswina Sumba, Nusa Tenggara Timur,
Jl. R.Soeprapto No. 35 Prailiu, Waingapu Sumba Timur, Indonesia
Corresponding email: mpsirappa@gmail.com; WA: 081242077288

ABSTRACT

This assessment was carried out in the upland drylands in East Balla and Sasakan village, Mamasa Regency in 2018 with the aims of knowing land productivity and yield of corn-soybean on intercropping pattern. The area of land used is 2 ha with sloped topography. The method used in writing this paper is a combination of literature studies and field assessment results. Corn used are NK 99 and soybean Dena-1 varieties. The results of the assessment of literature studies and the results of the field research indicate that the type of soil contained at the study site is Ultisols at East Balla village, Balla subdistrict and Inceptisols at Sasakan village, Sumarorong subdistrict. The potential land for the development of food crops which is quite extensive, with soil classes of S2 and S3, with the limiting factors of temperature, nutrient retention, root media, and erosion hazards. The average productivity of corn-soybean in the intercropping are 7.21 t and 1.06 t/ha or equivalent with 9.10 t/ha, while in monokultur pattern each 8.24 t/ha for corn and 2.26 t/ha for soybean. The land productivity indicated by the land equity ratio (LER) is greater than 1, so that the corn-soybean intercropping pattern is feasible to develop.

Keywords: land productivity, intercropping, corn, soybean, LER.

ABSTRAK

Kajian ini dilaksanakan di lahan kering dataran tinggi di Desa Balla Timur, Kecamatan Balla dan Desa Sasakan, Kecamatan Sumarorong, Kabupaten Mamasa tahun 2018 dengan tujuan mengetahui produktivitas lahan dan hasil jagung dan kedelai pada pola tumpang sari. Luas lahan yang digunakan seluas 2 ha dengan topografi berlereng. Metode yang digunakan dalam penulisan makalah ini adalah kombinasi studi literatur dan hasil kajian lapangan. Varietas jagung yang digunakan adalah NK 99 dan kedelai varietas Dena-1. Hasil kajian studi literatur dan hasil penelitian lapangan menunjukkan bahwa jenis tanah dominan pada lokasi kajian di Desa Balla Timur adalah Ultisol sedangkan di Desa Sasakan adalah Inceptisols. Potensi lahan untuk pengembangan tanaman pangan cukup luas, dengan kelas kesesuaian tergolong agak sesuai (S2) dan sesuai marginal (S3) dengan beberapa faktor pembatas, seperti temperatur, retensi hara, media perakaran, dan bahaya erosi. Rata-rata produktivitas jagung-kedelai pada pola tumpang sari adalah 7,21 t/ha dan 1,06 t/ha atau setara dengan 9,10 t/ha pipilan jagung, sedangkan pada pola monokultur masing-masing sebesar 8,24 t/ha untuk jagung dan 2,26 t/ha untuk kedelai. Produktivitas lahan yang ditunjukkan Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL) lebih besar dari 1, sehingga pola tumpang sari jagung kedelai layak dikembangkan.

Kata Kunci : Produktivitas lahan, pola tumpang sari, jagung, kedelai, NKL.

PENDAHULUAN

Jagung menempati posisi penting dalam perekonomian nasional karena merupakan sumber karbohidrat dan bahan baku industri, pangan dan pakan ternak. Menurut Tohari *et al.* (2007) dan Nurdin (2008), jagung merupakan tanaman pokok kedua yang

penting setelah tanaman padi. Kabupaten Sulawesi Barat, pengusahaan jagung pada lahan kering menempati areal tanam terluas pertama, sedangkan kedelai pada urutan keempat setelah jagung, padi ladang, dan ubi kayu (Dinas Pertanian Provinsi Sulawesi Barat, 2017; BPS Provinsi Sulawesi Barat, 2019).

Pemanfaatan lahan kering yang potensinya cukup luas dalam upaya mendukung pemenuhan kebutuhan pangan penduduk yang jumlahnya semakin meningkat dan juga untuk mewujudkan kedaulatan pangan menjadi salah satu alternatif. Namun, lahan kering umumnya memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah, terutama pada lahan-lahan yang tererosi sehingga lapisan olah tanah menjadi tipis dan kadar bahan organik rendah (Wahyunto dan Shofiyati, 2011; Anonim, 2017). Kondisi ini makin diperburuk dengan terbatasnya penggunaan bahan organik, terutama pada tanaman pangan semusim.

Potensi lahan kering Sulawesi Barat untuk pengembangan jagung dan kedelai masih terbuka luas. Berdasarkan data dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian (BBPPSLP), luas lahan yang sesuai untuk tanaman jagung dan kedelai di Kabupaten Mamasa seluas 19.594 ha. Lahan ini terdiri atas kelas cukup sesuai (S2) seluas 271 ha dan sesuai marginal (S3) seluas 19.323 ha untuk jagung. Sementara itu untuk kedelai, semuanya termasuk sesuai marginal dengan faktor pembatas berupa bahaya erosi, retensi hara, ketersediaan hara, media perakaran, dan temperatur. Luas lahan yang tidak sesuai untuk jagung dan kedelai seluas 277.187 ha dengan faktor pembatas bahaya erosi (Badan Litbang Pertanian, 2016).

Rata-rata produktivitas jagung di Sulawesi Barat dan Mamasa berdasarkan data statistik 2017, masing-masing sebesar 4,70 t dan 3,73 t/ha, sedangkan untuk kedelai di Sulawesi Barat, rata-rata sebesar 1,56 t/ha (BPS Provinsi Sulawesi Barat, 2018). Produktivitas jagung tersebut masih rendah jika dibandingkan dengan rata-rata hasil penelitian/kajian dan potensi hasil dari beberapa varietas unggul yang dapat mencapai lebih dari 7 t/ha (Sirappa *et al.*, 2017; Mejaya *et al.*, 2014). Rata-rata produktivitas kedelai di Sulawesi Barat cukup bagus, meskipun di Kabupaten Mamasa pertanaman kedelai sangat jarang dijumpai.

Usaha tani jagung di Kabupaten Mamasa dilakukan secara monokultur dan

ditanam searah dengan lereng, sehingga sangat berpotensi terjadinya erosi, terutama karena topografinya sebagian besar berlereng dan dilakukan pembersihan lahan. Penerapan model pertanian konservasi dengan pengaturan pola tumpang sari dan penanaman searah garis kontur adalah suatu pendekatan peningkatan produktivitas pertanian di daerah-daerah yang berlereng, disertai dengan upaya peningkatan kualitas sumber daya lahan dan air, serta lingkungan biotik lainnya sehingga dapat menjaga kelestarian lingkungan (Anonim, 2017 a).

Kajian ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas jagung dan pengembangannya pada agroekosistem lahan kering dalam upaya mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Kajian

Kajian dilaksanakan di Desa Balla Timur, Kecamatan Balla dan di Desa Sasakan, Kecamatan Sumarorong, Kabupaten Mamasa, Sulawesi Barat, dengan pertimbangan daerah tersebut masih jarang ditempatkan kegiatan pengkajian dan petani respons dengan teknologi. Luas lahan kajian untuk pola tumpang sari jagung dan kedelai sekitar 2 ha.

Metode Penelitian

Kegiatan kajian usaha tani jagung-kedelai pada agroekosistem lahan kering dilakukan di lahan petani dengan tujuan untuk mengetahui potensi lahan dan produktivitas jagung dan kedelai pada pola tumpang sari. Inovasi teknologi yang dilakukan adalah penerapan model PTT jagung dan kedelai dengan pengaturan pertanaman pola tumpang sari pada agroekosistem lahan kering. Komponen teknologi usaha tani tanaman yang dilakukan berdasarkan teknologi PTT jagung dan kedelai pada lahan kering, meliputi penggunaan varietas unggul baru, pengaturan jarak tanam/sistem tanam, pemupukan berimbang (anorganik dan organik), dan pengendalian OPT.

Penyiapan lahan di lokasi kajian (Balla dan Sumarorong), Kabupaten Mamasa yang

memiliki topografi berlereng, dilakukan tanpa olah tanah, dimana gulma/tanaman dibabat dan selanjutnya dibakar. Untuk mencegah pertumbuhan gulma sebelum penanaman, lahan disemprot dengan herbisida.

Sistem tanam yang digunakan pada pola tumpang sari jagung-kedelai adalah sebagai berikut: jagung ditanam dengan sistem *double row* dengan jarak tanam (100 - 40 cm) x 20 cm (1 biji/lubang) sedangkan kedelai (dua baris) ditanam dalam barisan jagung dengan jarak tanam 40 cm x 15 cm (2 biji/lubang). Jarak antara jagung dengan kedelai 30 cm.

Dosis pupuk yang digunakan adalah urea 200 kg dan NPK Phonska 250 kg/ha (untuk jagung), serta untuk kedelai, dosis pupuknya urea adalah sebanyak 50 kg dan NPK Phonska 100 kg/ha. Pupuk diberikan dua kali, yaitu setengah dosis urea pada umur 7-10 hari setelah tanam (hst), bersamaan seluruh pupuk NPK Phoska, dan sisa urea diberikan pada umur 35 hst. Selain pupuk anorganik, juga digunakan pupuk organik cair yang disemprotkan pada tanaman kedelai mulai umur 1 minggu setelah tanam dengan interval 2 - 3 minggu.

Data yang diamati meliputi: data biofisik lahan; data agronomis tanaman; data produktivitas tanaman; dan data pendukung lainnya.

Untuk mengetahui efisiensi pemanfaatan lahan sistem tumpang sari dapat dievaluasi dengan analisis Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL). Jika nilai NKL > 1 berarti sistem tumpang sari menguntungkan. Persamaan NKL adalah (Beets, 1982):

$$NKL = \frac{HA_T}{HA_M} + \frac{HB_T}{HB_M}$$

Dimana :

HA_T = Hasil tanaman A sistem tumpang sari

HB_T = Hasil tanaman B sistem tumpang sari

HA_M = Hasil tanaman A sistem monokultur

HB_M = Hasil tanaman B sistem monokultur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Wilayah

Iklm dan Hidrologi

Sumber daya iklim dan air merupakan faktor determinan dalam menentukan tingkat kesesuaian lahan, produktivitas, mutu hasil pertanian, dan pemilihan teknologi yang sesuai dengan karakteristik setiap wilayah. Kondisi iklim di wilayah Kabupaten Mamasa bervariasi sesuai dengan geografisnya. Berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt & Ferguson (1951), zona agroklimat pada lokasi kajian di Kecamatan Balla termasuk zona D1, yaitu curah hujan rata-rata sekitar 2.140 mm/tahun dan bulan basah sebanyak 11 bulan, sedangkan di Kecamatan Sumarorong termasuk zona A1 dengan curah hujan rata-rata sekitar 3.155 mm/tahun dan bukan basah 12 bulan.

Secara umum wilayah Kabupaten Mamasa tergolong iklim tropis basah dengan suhu udara minimum 19,0°C dan suhu maksimum berkisar 28,1°C. Kecepatan angin rata-rata setiap tahunnya 77 – 85 Km/jam. Tabel 1 memperlihatkan kondisi iklim Kabupaten Mamasa secara umum.

Tabel 1. Kondisi Iklim Kabupaten Mamasa

No.	Parameter Kondisi Iklim	Kondisi Iklim
1.	Rerata curah Hujan/Tahun	25,7 mm
2.	Curah Hujan Maksimal	158,6 mm
3.	Curah Hujan Minimal	0,4 mm
4.	Suhu Maksimal	28,1 Celsius
5.	Suhu Minimal	19,0 Celsius
6.	Rerata Kecepatan Angin	0,225 Km/jam
7.	Kecepatan Angin Maksimal	0,4 Km/jam

Sumber: Badan Litbang Pertanian (2016 a)

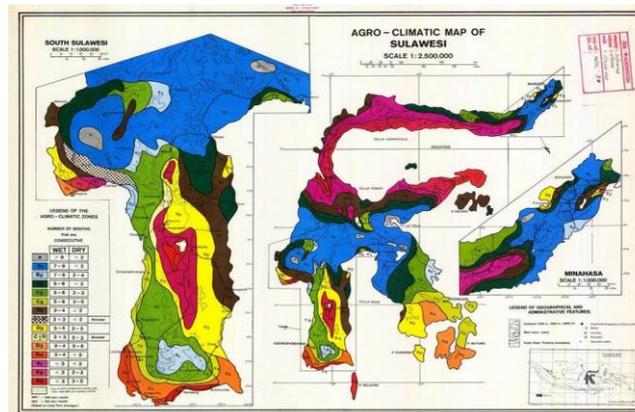
Berdasarkan peta sumber daya iklim Indonesia (Balai Penelitian Agroklimat dan

Hidrologi, 2003) lokasi kajian di Kecamatan Balla termasuk dalam iklim kering dengan

pola II-B, yaitu wilayah yang mempunyai curah hujan 1.000–2.000 mm/thn dengan bulan kering (≤ 100 mm/bln) ≤ 4 bulan, dan bulan basah (> 200 mm/bln) ≤ 4 bulan. Sedangkan di Kecamatan Sumarorong termasuk dalam iklim basah dengan pola III-C yaitu wilayah yang mempunyai curah hujan 2.000 – 3.000 mm/thn dengan bulan kering (\leq

100 mm/bln) ≤ 4 bulan dan bulan basah (> 200 mm/bln) 6-8 bulan (Gambar 1).

Berdasarkan kriteria Oldeman (1975), wilayah kajian di Kabupaten Mamasa termasuk dalam zone Agroklimat B1 dengan bulan basah (> 200 mm/bulan) berturut-turut selama 7-9 bulan dan bulan kering (< 100 mm/bulan) berturut-turut < 2 bulan (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Zona Agroklimat Sulawesi

Topografi

Keadaan topografi Kabupaten Mamasa bervariasi mulai dari datar, berbukit, sampai bergunung-gunung dengan tingkat kemiringan yang sangat terjal. Bagian wilayah dengan kemiringan di atas 40% menempati luasan terbesar, yaitu seluas 238.670 Ha (78,74%) dan terdapat pada hampir semua Kecamatan. Bagian wilayah yang memiliki tingkat kemiringan 0 – 8 % menempati areal yang terkecil, hanya sekitar 2.410 Ha atau 2,41% dari total luas wilayah Kabupaten Mamasa.

Karakteristik topografi usaha tani lahan kering di desa Balla Timur, Kecamatan Balla, dan di desa Sasakan, Kecamatan Sumarorong, tergolong berbukit dan hampir tidak ditemukan daerah yang datar. Oleh karena itu, teknologi pengelolaan lahan kering, antara lain, adalah menerapkan teknik konservasi tanah dan air, pengelolaan kesuburan tanah, dan pemilihan jenis tanaman pangan. Pengelolaan lahan dan air dalam upaya peningkatan produktivitas lahan kering, terutama yang mempunyai kelerengan 15-25%, adalah olah tanah konservasi menanam

searah dengan kontur tanpa olah tanah atau olah tanam minimum untuk mencegah erosi. Pertanian konservasi adalah pendekatan peningkatan produktivitas pertanian, khususnya di daerah-daerah berlereng, disertai upaya peningkatan kualitas sumber daya lahan dan air, serta lingkungan biotik lainnya sehingga dapat menjaga kelestarian lingkungan (Anonim, 2017a).

Jenis dan Karakteristik Tanah

Dari hasil hasil penelitian AEZ dan penelitian terdahulu, jenis tanah yang terdapat di Kabupaten Mamasa berkembang dari bahan induk batuan granit, granodiorit, batu sabak, batu pasir malihan, serpih, batu pasir kuarsa, konglomerat, batu pasir tufan batu pasir, batu pasir berkapur, batu gamping, napal, batuan vulkan andesit-basalt serta bahan endapan (aluvium dan marin). Jenis tanah tersebut terdiri dari 2 Ordo dan menurunkan 8 Sub grup tanah, seperti pada Tabel 2.

Berdasarkan laporan AEZ BPTP Sulawesi Barat (2014), jenis tanah yang terdapat di lokasi kegiatan di Kecamatan Balla

adalah Ordo Ultisols, Subordo Udults, Grup Hapludults, dan Subgrup *Typic Hapludults*. Sedangkan di Kecamatan Sumarorong adalah Ordo Inceptisols, Subordo Udepts, Grup

Dystrudepts, dan subgrup *Typic Dystrudepts*. Uraian dari kedua jenis tanah tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Klasifikasi Tanah di Kabupaten Mamasa, Provinsi Sulawesi Barat.

Ordo	Subordo	Grup	Subgrup
Inceptisols	Aquepts	Endoaquepts	Fluvaquentic Endoaquepts Typic Endoaquepts
		Udepts	Aquic Dystrudepts Typic Dystrudepts Lithic Dystrudepts
	Udults	Udults	Eutrudepts
Hapludults			Typic Hapludults
Paleudults			Typic Paleudults

Sumber : Laporan AEZ BPTP Sulawesi Barat (2014)

Typic Hapludults

Kedalaman tanah sangat dalam (>100 cm). Tanah telah berkembang lanjut dicirikan oleh adanya horizon penciri, yaitu argilik dengan kejenuhan basa < 35 %. Warna tanah lapisan atas (0-20 cm) Coklat (7,5 YR 4/4), sedangkan warna tanah pada lapisan bawah (20-70 cm) Merah kekuningan (5 YR 5/6-6/8) dan lapisan di bawahnya merah (2,5 YR 5/8). Tekstur lapisan atas lempung liat berpasir, sementara tekstur lapisan bagian bawah adalah lempung berliat sampai liat berdebu. Konsistensi lapisan atas agak lekat dan agak plastis, sedangkan lapisan bawah lekat dan plastis. Drainase tanah ini baik dan reaksi tanah masam (pH 4,5 - 5,0). Penggunaan lahan umumnya hutan dan belukar. Tanah ini umumnya terdapat pada landform perbukitan dan pegunungan volkan serta intrusi volkan dengan bentuk wilayah umumnya berbukit sampai bergunung.

Typic Dystrudepts

Kedalaman tanah sangat dalam (> 100 cm). Tanah telah mengalami perkembangan dicirikan adanya horizon penciri kambik dengan kejenuhan basa < 35 %. Warna tanah lapisan atas berwarna coklat gelap keabuan (10 YR 3/2) sampai coklat (10 YR 4/3), warna tanah lapisan bawah coklat kuat (7,5 YR 5/6 – 5/8). Tekstur tanah lapisan atas lempung liat berpasir sementara tekstur tanah lapisan bawah lempung liat berpasir sampai lempung

berliat. Konsistensi tanah lapisan atas dan bawah agak lekat dan agak plastis. Drainase tanah ini sedang-baik dan reaksi tanah masam (pH 5,0).

Kesesuaian Lahan Jagung dan Kedelai

Kesesuaian lahan untuk tanaman jagung dan kedelai pada lahan kering di Kabupaten Mamasa disajikan pada Tabel 3 dan 4. Lahan yang tergolong cukup sesuai (S2) untuk jagung seluas ± 271 ha (0,09%) dengan faktor pembatas temperatur, media perakaran, dan ketersediaan hara rendah-sedang. Sedangkan yang tergolong sesuai marginal (S3) terdiri dari: S3-eh seluas 4.849 ha (1,63%) dengan pembatas bahaya erosi (lereng), dan S3-na seluas 194 ha (0,07%) dengan pembatas ketersediaan hara, S3-nr/eh seluas 1.815 dengan faktor pembatas retensi hara dan bahaya erosi, S3-rc seluas 9.629 ha dengan faktor pembatas media perakaran, dan S3-rc/eh seluas 2.396 (0,81 %). Sedangkan sisanya seluas 277.187 ha (93,39%) dari luas Kabupaten tergolong tidak sesuai dengan faktor pembatas bahaya erosi.

Pengetahuan petani tentang inovasi teknologi tanaman pangan, baik jagung maupun kedelai masih minim. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan sebuah kajian dalam upaya memperkenalkan teknologi kepada masyarakat tani yang ada di daerah tersebut, yang mendukung pelaksanaan UPSUS Pajale.

Tabel 3. Kesesuaian Lahan untuk Jagung di Kabupaten Mamasa

Simbol	Faktor Pembatas	Luas	
		Ha	%
<i>Lahan Sesuai</i>			
S2-tc/rc/na	Temperatur/media perakaran/ketersediaan hara	271	0,09
S3-eh	Bahaya erosi	4.849	1,63
S3-na	Ketersediaan hara	193	0,07
S3-nr	Retensi hara	441	0,15
S3-nr/eh	Retensi hara/bahaya erosi	1.814	0,61
S3-rc	Media perakaran	9.627	3,24
S3-rc/eh	Media perakaran/bahaya erosi	2.395	0,81
<i>Lahan Tidak Sesuai</i>			
N-eh	Bahaya erosi	277.186	93,39
Total		296.777	100,00

Sumber : Badan Litbang Pertanian (2016)

Tabel 4. Kesesuaian Lahan untuk Kedelai di Kabupaten Mamasa

Simbol	Faktor Pembatas	Luas	
		Ha	%
<i>Lahan Sesuai</i>			
S3-tc/eh	Temperatur/bahaya erosi	414	0,14
S3-tc/na	Temperatur/ketersediaan hara	271	0,09
S3-tc/nr	Temperatur/retensi hara	634	0,21
S3-tc/nr/eh	Temperatur/retensi hara/bahaya erosi	6.250	2,11
S3-tc/rc	Temperatur/media perakaran	3.512	1,18
S3-tc/rc/eh	Temperatur/media perakaran/bahaya erosi	2.399	0,81
S3-tc/rc/na	Temperatur/media perakaran/ketersediaan hara	6.112	2,06
<i>Lahan Tidak Sesuai</i>			
N-eh	Bahaya erosi	277.187	93,61
Total		296.777	100,00

Sumber : Badan Litbang Pertanian (2016)

Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Pertumbuhan tanaman pada umur 50 hari setelah tanam menunjukkan bahwa pertanaman jagung dan kedelai yang ditanam secara monokultur lebih baik dibandingkan dengan yang ditanam secara tumpang sari (Tabel 5). Hal ini diduga karena pada pertanaman monokultur tidak terjadi

persaingan dengan tanaman lainnya dalam memanfaatkan sinar matahari dan hara tanaman, sehingga tanaman tumbuh lebih baik. Demikian pula rata-rata pertumbuhan tanaman jagung yang ditumpang sari dengan kedelai lebih baik dibandingkan dengan pertumbuhan jagung atau kedelai monokultur.

Tabel 5. Rata-Rata Komponen Pertumbuhan Tanaman Jagung Monokultur dan Tumpang Sari dengan Tanaman Kedelai (Umur 50 hst)

Uraian	Jagung			Kedelai	
	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun	Lebar Daun (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Cabang
	152,75	8,35	8,35	69,50	2,90
	140,55	8,30	8,65	49,55	2,45

Monokultur					
	152,75	8,35	8,35	69,50	2,90
(Jagung, Kedelai)					
Tumpang sari					
Jagung + Kedelai	140,55	8,30	8,65	49,55	2,45

Sumber : Data primer (2018)

Teknologi tanam tumpang sari dengan teknik budidaya yang tepat dapat memberikan hasil yang tinggi pada tanaman yang diuji (Basa *et al.*, 1984), serta mengurangi resiko kegagalan panen akibat pengaruh lingkungan. Menurut Tonglum *et al.* (2001), pola tumpang sari memiliki beberapa kekurangan dan kelebihan. Kekurangan pola tumpang sari adalah : (1) terjadinya kompetisi dalam pengambilan hara dan cahaya matahari, dan (2) curahan tenaga kerja yang lebih banyak. Sedangkan kelebihannya adalah : (1) efektif mengendalikan erosi, (2) efisiensi penggunaan lahan dan hara tanaman meningkat, (3) pendapatan bersih meningkat, (4) memenuhi kebutuhan pangan, dan (5) memperbaiki fisik dan kimia tanah.

Suatu terobosan peningkatan produksi tanaman yang sejalan dengan peningkatan pendapatan petani telah dirumuskan dalam bentuk strategi, yaitu penerapan semua komponen teknologi inovasi terbaik yang sesuai dengan kondisi spesifik wilayah. Peningkatan produksi dan produktivitas tanaman pangan dapat dilakukan dengan cara (1) introduksi varietas unggul bermutu, (2) perbaikan teknologi budidaya melalui penerapan model PTT (pengelolaan tanaman terpadu) secara berkelanjutan, dan (3) perbaikan pola usaha tani tanaman pangan.

Dalam pola sistem tanam tumpang sari, umumnya diperoleh salah satu hasil tanaman yang lebih rendah dibandingkan tanaman lainnya, namun secara keseluruhan hasilnya meningkat. Keuntungan dari sistem tumpang sari dibandingkan dengan pertanaman monokultur adalah memelihara kesuburan tanah karena adanya fiksasi nitrogen terutama jenis legum, dapat menekan pertumbuhan gulma, mengurangi resiko kegagalan panen akibat kekeringan, hama, dan penyakit, serta mengoptimalkan produksi pada lahan sempit.

Salah satu faktor yang mempengaruhi produksi adalah intensitas cahaya. Intensitas cahaya memberikan pengaruh pada jumlah polong dan bobot kering polong. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan air di dalam tanah, dimana cekaman kekurangan air dapat menyebabkan menurunnya bobot kering tajuk tanaman.

Upaya peningkatan produktivitas dilaksanakan melalui penerapan paket teknologi tepat guna spesifik lokasi. Pertumbuhan tanaman tumpang sari lebih optimal dibandingkan dengan pertanaman monokultur karena adanya simbiosis yang saling menguntungkan. Tanaman legum menghasilkan N yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk menghasilkan produksi. Hal ini sesuai pendapat Tim Sintesis Kebijakan tahun 2008 bahwa mikroba hidup bersimbiosis dengan tanaman membentuk bintil akar (*Rhizobium*), mengkoloni akar (*rhizobakteri*), atau hidup di dalam jaringan tanaman (*diazotrof endofitik*) dan di dalam tanah.

Hasil kajian jagung yang ditanam secara monokultur di dua lokasi menunjukkan bahwa rata-rata panjang tongkol 19,16 cm, diameter tongkol 4,76 cm, berat tongkol 200,44 gr, berat biji/tongkol 156,99 gr, berat 100 biji 36,41 gr, dan hasil biji pipilan kering 8,24 t/ha (Tabel 6). Usaha tani jagung di desa Sasakan, Kecamatan Sumarorong memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan di Balla. Hal ini tidak terlepas pengaruh dari jenis tanah dari masing-masing lokasi kegiatan, dimana di desa Sasakan, Kecamatan Sumarorong tergolong Inceptisols, sub grup Typic Dystrudepts, sedangkan di Balla Timur, Kecamatan Balla tergolong Ultisols, sub grup Typic Hapludults (Laporan AEZ BPTP Sulawesi Barat tahun 2014).

Hasil jagung yang diperoleh pada kegiatan kajian tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata hasil jagung Sulawesi Barat sebesar 5,54 t/ha, namun masih lebih rendah dibandingkan dengan potensi hasil jagung varietas unggul yang bisa mencapai sampai 10-12 t/ha.

Meningkatnya hasil jagung pada kajian tersebut diduga karena selain penggunaan varietas unggul bermutu, juga karena perbaikan komponen budidaya tanaman, di antaranya pengaturan jarak tanam, penggunaan pupuk yang seimbang, serta pengendalian OPT dan gulma. Penerapan inovasi teknologi PTT jagung secara simultan nyata memberikan dampak terhadap kenaikan hasil.

Tabel 6. Rata-Rata Komponen Hasil Tanaman Jagung Monokultur

Lokasi/ Desa	Panjang Tongkol (cm)	Diameter Tongkol (cm)	Berat Tongkol (gr)	Berat Biji/ Tongkol (gr)	Berat 100 Biji (gr)	Hasil Biji Kering/Ha (ton)
Balla Timur	16,72	4,51	188,44	153,93	34,28	8,08
Sasakan	21,59	5,00	212,43	160,06	38,54	8,40
Rata-rata	19,16	4,76	200,44	156,99	36,41	8,24

Sumber : Data primer (2018)

Selain hasil jagung meningkat, salah satu teknologi budidaya jagung yang diintroduksikan, terutama di lahan kering berlereng, adalah sistem tanam konservasi, yaitu penanaman dengan memotong arah lereng. Selama ini, petani umumnya menanam jagung searah lereng, sehingga sangat berpotensi terjadinya erosi terutama jika dilakukan pengolahan lahan.

Program nasional Upsus Pajale memanfaatkan lahan kering untuk penanaman jagung termasuk daerah berlereng yang jarang dimanfaatkan oleh petani. Sistem tanam konservasi dengan memotong arah lereng sangat potensial untuk dikembangkan, karena selain dapat mengurangi erosi lapisan atas yang sangat bermanfaat, petani tidak terlalu lelah mengelola usaha taninya, terutama penanaman, pengendalian OPT, dan gulma.

Pada kegiatan kajian sistem usaha tani jagung di lahan kering, selain jagung ditanam secara monokultur, juga dilakukan penanaman sistem tumpang sari dengan tanaman kedelai dan padi gogo. Tanaman kedelai dan padi gogo yang ditumpang sari dengan jagung memberikan pertumbuhan vegetatif yang cukup baik. Di desa Balla Timur, pertumbuhan tanaman padi gogo menjelang fase generatif mengalami gangguan fisiologis, dimana tanaman terbakar sehingga tidak berproduksi (diduga karena saat aplikasi pupuk organik cair menggunakan *hand sprayer* bekas penyemprotan herbisida). Sedangkan di desa Sasakan, Kecamatan Sumarorong, pertanaman padi gogo pada fase generatif mengalami kekeringan karena kemarau sehingga tidak berproduksi.

Tabel 7. Rata-rata komponen hasil dan hasil kedelai varietas Dena-1 yang ditanam secara monokultur

No.	Panjang polong (cm)	Jumlah polong/ rumpun	Berat/ polong (g)	Jumlah biji/ polong	Berat biji/ polong (g)	Berat biji/rumpun panen (g)	Berat 100 biji (g)	Hasil biji kering (t/ha) ^{*)}	Hasil biji kering 80% (t/ha) ^{**)}
1.	4,64	119	0,46	3,0	0,38	35,78	12,67	3,31	2,65
2.	4,62	109	0,44	2,8	0,36	32,09	12,86	2,97	2,37
3.	4,48	111	0,48	3,0	0,34	27,76	11,33	2,57	2,05
4.	4,42	117	0,54	3,0	0,38	31,85	12,67	2,95	2,36
5.	4,20	105	0,50	2,6	0,28	25,10	10,77	2,32	1,86
Rata-rata	4,47	112	0,48	2,88	0,35	30,52	12,06	2,82	2,26

Sumber : Data primer (2018) Diolah

Keterangan: ^{*)} Konversi dari hasil sampel panen ka.12%

^{**)} Konversi dari hasil biji kering 80%

Populasi tanaman/ha : 125.000 rumpun

Komponen hasil dan hasil kedelai varietas Dena-1 yang ditanam secara monokultur disajikan pada Tabel 7. Rata-rata panjang polong sebesar 4,47 cm, jumlah

polong/rumpun 112 polong, jumlah biji/polong 2,88 biji, berat biji/polong 0,35 g, berat biji/rumpun 30,52 g, dan berat 100 biji 12,06 g. Hasil biji kering kedelai pada kadar

air 12% dengan asumsi perkiraan hasil sebesar 80% sebesar 2,26 t/ha yang diperoleh dari konversi hasil sampel panen. Hasil kedelai varietas Dena-1 masih di bawah potensi hasilnya dengan penerapan inovasi teknologi yang sesuai dengan agroekosistem yang bisa mencapai 2,9 t biji kering/ha.

Produktivitas lahan pertanian, terutama lahan kering dapat ditingkatkan dengan melakukan penanaman sistem tumpang sari. Pola tanam tumpang sari (*intercropping*) merupakan salah satu pola pertanaman ganda (*multiple cropping*) yang banyak dilakukan oleh petani, yaitu penanaman lebih dari satu jenis tanaman berumur genjah dalam barisan tanam yang teratur, dan penanamannya dilakukan bersamaan pada sebidang lahan. Sistem tumpang sari banyak digunakan karena lebih menguntungkan dibandingkan dengan sistem monokultur, produktivitas lahan lebih tinggi, jenis komoditas yang dihasilkan beragam, hemat dalam pemakaian saprodi, dan resiko kegagalan panen dapat diperkecil (Turmudi, 2002).

Menurut Vandermeer (1989), agar produktivitas lahan dapat meningkat, maka jenis tanaman yang dikombinasikan dalam

sistem tumpang sari sebaiknya yang membentuk interaksi yang saling menguntungkan. Gomez and Gomez (1983) menyatakan bahwa kombinasi yang paling sering digunakan adalah antara tanaman jagung dan kedelai terkait dengan kompatibilitas beberapa sifat yang dimiliki oleh kedua jenis tanaman tersebut. Jagung dan kedelai memungkinkan untuk ditanam secara tumpang sari karena jagung termasuk tanaman C4, sedangkan kedelai tergolong tanaman C3. Jenis kedelai yang digunakan dalam sistem tumpang sari sebaiknya dipilih yang memiliki kemampuan memfiksasi nitrogen lebih tinggi dan toleran naungan dengan hasil yang tinggi.

Hasil tumpang sari jagung-kedelai yang ditanam dengan sistem tanam legowo 2:1, dengan asumsi bahwa populasi kedelai sekitar 50% dari populasi sistem tanam monokultur ditunjukkan pada Tabel 8. Varietas kedelai yang digunakan adalah Dena-1, yang memiliki sifat toleran terhadap naungan. Tumpang sari jagung-padi gogo tidak dilakukan pengamatan karena tanaman padi gagal panen.

Tabel 8. Rata-rata hasil jagung-kedelai pada pola tumpang sari

Perlakuan	Lokasi	Hasil biji kering (t/ha)		Hasil setara Jagung*)
		Jagung	Kedelai	
▪ Tumpang sari jagung-kedelai (2 baris kedelai) sistem legowo (100-50) x 20 cm	Balla Timur	7,30	0,80	8,42
▪ Tumpang sari jagung-kedelai (2 baris kedelai) sistem legowo (100-50) x 20 cm	Sasakan	7,12	1,33	9,78
Rata-Rata		7,21	1,06	9,10

Sumber : Data primer (2018) Diolah

Hasil jagung dan kedelai pada pola pertanaman tumpang sari masing-masing sebesar 7,21 t pipil kering/ha dan 1,06 t biji kering/ha atau setara dengan hasil jagung sebesar 9,10 t pipil kering/ha. Pola tumpang sari dapat memberikan keuntungan ganda dimana selain hasil jagung juga diperoleh hasil kedelai.

Sistem tanam legowo yang diterapkan pada pola tumpang sari jagung-kedelai tidak mengurangi populasi jagung dibandingkan sistem tanam monokultur jagung, karena

hanya memperbaiki jarak tanam, sedangkan ruang kosong (legowo) dimanfaatkan untuk tanaman kedelai dalam 2 baris. Hasil setara jagung pada pola tumpang sari jagung-kedelai lebih tinggi dibandingkan dengan hasil jagung monokultur meskipun tidak berbeda nyata (Tabel 7 dan 9).

Menurut Gomez dan Gomez (1983) dan Palaniappan (1985), pemilihan tanaman penyusun dalam tumpang sari hendaknya didasarkan pada perbedaan karakter dan morfologi tanaman, seperti kedalaman dan

distribusi sistem perakaran, bentuk tajuk, lintasan fotosintesis, pola serapan unsur hara, agar diperoleh suatu karakteristik pertumbuhan, perkembangan, dan hasil tumpang sari yang bersifat sinergis. Odum (1983) menambahkan bahwa faktor lain yang perlu diperhatikan dalam pola tumpang sari adalah tanaman yang berasal dari *family* yang berbeda.

Pertumbuhan dan hasil kedelai varietas Dena-1 yang diperoleh pada pola tumpang sari jagung-kedelai cukup baik. Hal ini diduga disebabkan kedelai yang digunakan selain menjadi varietas unggul bermutu juga memiliki karakteristik toleran naungan dan produktivitas tinggi. Turmudi (2002) menambahkan bahwa selain faktor kompatibilitas karakteristik, fase pertumbuhan saat interaksi dari kedua jenis tanaman juga sangat menentukan.

Menurut Turmudi (2002), Permatasari, dan Kastono (2012), kedelai yang ditanam lebih awal daripada jagung pada pola tumpang sari cenderung memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang ditanam bersamaan, meskipun secara statistik tidak menunjukkan perbedaan hasil yang signifikan. Hal ini dimungkinkan karena kedelai yang ditanam lebih awal sudah mampu bersaing dengan jagung dalam memanfaatkan faktor pertumbuhan.

Efisiensi Pemanfaatan Lahan

Salah satu pendekatan untuk mengukur efisiensi pemanfaatan lahan adalah dengan menggunakan Nisbah Kesetaraan Lahan/NKL (*Land Equivalent Ratio/LER*). NKL merupakan perbandingan jumlah nisbah tanaman yang ditanam secara tumpang sari dengan tanaman secara tunggal pada pengelolaan yang sama (Paulus, 2005). NKL merupakan salah satu cara menghitung produktivitas lahan yang ditanami dua atau lebih jenis tanaman yang ditumpang sarikan. Sistem tumpang sari akan lebih menguntungkan bila NKL lebih besar dari satu (Beets, 1982).

Penanaman tumpang sari antara jagung dengan legum lebih menguntungkan dari pada penanaman monokultur. Hal ini ditunjukkan

dengan NKL tumpang sari jagung dengan legum lebih tinggi (Catharina, 2009). NKL dipengaruhi oleh naungan dan kompetisi antar tanaman. Hasil penelitian Maskyadji (2007) tentang pertanaman jagung dan legum dengan perlakuan baris menunjukkan pertumbuhan tanaman jagung tumbuh normal dan laju pertumbuhan lebih cepat dibanding legum, sehingga menjadi kompetitor yang lebih kuat terutama dalam pemanfaatan cahaya matahari. Sistem tumpang sari secara umum memberikan nilai NKL lebih dari satu (Ghulamahdi *et al.*, 2007).

Nilai rata-rata NKL yang menunjukkan lebih dari satu menggambarkan bahwa pertanaman campuran tanaman jagung dan leguminosa lebih menguntungkan jika ditanam secara tumpang sari dibandingkan pertanaman secara tunggal pada luas lahan yang sama. Pada sistem pertanian monokultur, jarak tanam yang terlalu dekat akan mengakibatkan kompetisi akan air dan hara. Bila jarak tanamnya diperlebar, maka tingkat kompetisi tersebut semakin berkurang. Pada sistem tumpang sari, kompetisi antar tanaman yang ditanam berdampingan pada satu lahan yang sama sering terjadi, bila ketersediaan sumber kehidupan tanaman berada dalam jumlah terbatas. Kompetisi ini biasanya diwujudkan dalam bentuk hambatan pertumbuhan terhadap tanaman lain. Untuk dapat melaksanakan pola tanam tumpang sari secara baik perlu diperhatikan beberapa faktor lingkungan yang mempunyai pengaruh, di antaranya ketersediaan air, kesuburan tanah, sinar matahari, dan hama penyakit.

Nisbah kesetaraan lahan pada tanaman tumpang sari secara umum lebih tinggi dari pada tanaman monokultur. Hal ini sesuai pendapat Chatarina (2009) yang menyatakan bahwa penanaman tumpang sari antara jagung dengan legum lebih menguntungkan dibandingkan penanaman monokultur. Hal tersebut ditunjukkan dengan NKL tumpang sari jagung dengan legum lebih tinggi, seperti yang terlihat pada Tabel 11.

Tabel 11 menunjukkan bahwa Nilai Kesetaraan Lahan (NKL) untuk semua jenis tumpang sari lebih besar dari satu, yang berarti bahwa tumpang sari lebih

menguntungkan. Hasil penelitian Chatarina (2009) menunjukkan bahwa Nilai Kesetaraan Lahan tertinggi diperoleh pada tumpang sari jagung dengan kacang hijau atau jagung dengan kedelai sebesar 1,47. Nilai tersebut menunjukkan bahwa terdapat peningkatan

produktivitas lahan sebesar 47 persen apabila dilakukan tumpang sari jagung dengan kacang hijau atau dengan kedelai, selanjutnya diikuti oleh NKL jagung dengan kacang tanah sebesar 1,35.

Tabel 11. Rerata Nisbah Kesetaraan Lahan pada Sistem Pertanaman Tumpang Sari Jagung dengan Kacang-Kacangan

Komoditas	NKL	Komoditas	NKL
Jagung	1	Jagung/Kac.Tanah	1,35
Kacang Tanah	1	Jagung/Kac.Hijau	1,47
Kacang Hijau	1	Jagung/Kedelai	1,47
Kedelai	1		

Sumber: Chatarina (2009)

Kajian sistem usaha tani jagung yang dilakukan di Kabupaten Mamasa menunjukkan bahwa pola tumpang sari jagung-kedelai masih lebih menguntungkan dibandingkan dengan pola monokultur jagung atau kedelai yang ditunjukkan dengan nilai NKL sebesar 1,34 (Tabel 12). Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas lahan pola

tumpang sari jagung-kedelai lebih tinggi 34 persen dibandingkan produktivitas lahan sistem monokultur. Secara agronomis, pola tumpang sari jagung dan kedelai menguntungkan untuk dikembangkan, terutama pada lahan kering dengan topografi miring dengan menerapkan sistem tanam konservasi.

Tabel 12. Rata-rata hasil, NKL pada usaha tani monokultur dan pola tumpang sari jagung-kedelai

Perlakuan	Hasil (t/ha)	NKL
Monokultur:		
• Jagung sistem legowo 2:1 (80-60) x 20 cm	8,24	1
• Kedelai jarak tanam 40 cm x 15 cm	2,26	1
Tumpang sari Jagung-Kedelai (2 baris kedelai):	9,10 ^{*)}	1,34
• Jagung sistem legowo (100-50) x 20 cm	7,30	
• Kedelai jarak tanam 40 cm x 15 cm)	1,06	

Sumber : Data primer (2018)

Keterangan : ^{*)} Hasil setara jagung

KESIMPULAN

Penerapan inovasi teknologi, meliputi penggunaan varietas unggul bermutu, sistem tanam legowo, pemupukan berimbang, pengendalian OPT dan gulma, serta sistem tanam tumpang sari, mampu memberikan peningkatan hasil tanaman dibandingkan dengan rata-rata hasil yang dicapai di Sulawesi Barat. Produktivitas lahan pada pola tumpang sari jagung-kedelai lebih tinggi dibandingkan pola monokultur dengan Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL) lebih dari 1.

Sehingga secara agronomis layak untuk dikembangkan, terutama di lahan kering dengan topografi miring dengan menerapkan sistem tanam konservasi, dan teknologi pengelolaan tanaman terpadu.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2017. Teknologi Pemanfaatan Lahan Kering. <http://virohmat.blogspot.co.id/2009/10/teknologi-pemanfaatan-lahan-kering.html>. Diunduh pada tanggal 11 Juli 2017.

- Anonim. 2017 a. Pertanian Konservasi, Meningkatkan Produksi Jagung. <http://cybex.pertanian.go.id/materipenyuluhan/detail/10322/pertanian-konservasi-meningkatkan-produksi-jagung>. Diunduh pada tanggal 11 Juli 2017.
- Badan Litbang Pertanian. 2016. Atlas Peta Kesesuaian Lahan dan Arah Komoditas Pertanian Kabupaten Mamasa Tengah Provinsi Sulawesi Barat Skala 1:50.000. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Badan Litbang Pertanian. 2016 a. Atlas Peta Tanah Semi Detail Skala 1:50.000 Kabupaten Mamasa Provinsi Sulawesi Barat. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. 2003. Peta Sumberdaya Iklim Indonesia. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Basa, I., Yoyo Sulaeman dan Herman S. 1984. Hasil Penelitian Pola Tanam di Daerah Transmigrasi Pasir Pangaraian. Hal. 105-121. *Dalam* Pros. Pertemuan Teknis Penelitian Pola Usaha tani Menunjang Transmigrasi, Cisarua, Bogor 27-29 Februari 1984. Badan Litbang Pertanian.
- Beets, W.C. 1982. Multiple Cropping and Tropical Farming System. Gower Publ. Co., Chicago. 304 p.
- BPS Provinsi Sulawesi Barat. 2018. Sulawesi Barat Dalam Angka 2018. BPS Provinsi Sulawesi Barat.
- BPS Provinsi Sulawesi Barat. 2019. Sulawesi Barat Dalam Angka 2019. BPS Provinsi Sulawesi Barat.
- Catharina, T. S. 2009. Respon Tanaman Jagung pada Sistem Monokultur dengan Tumpang sari Kacang-Kacangan terhadap Ketersediaan Unsur Hara N dan Nilai Kesetaraan Lahan di Lahan Kering. Fakultas Pertanian Universitas Maraswati, Mataram. Ganec Swara Edisi Khusus (3) : 17-21.
- Dinas Pertanian Provinsi Sulawesi Barat. 2017. Capaian 2016 dan Progres 2017 Upsus Swasembada Pangan Provinsi Sulawesi Barat. Bahan Presentasi Rakor Upsus Sulawesi Barat.
- Ghulamahdi, M., S. A. Aziz., M. Melati., N. Dewi., dan S. A. Rais. 2007. Pengembangan Budidaya Jenuh Air Tanaman Kedelai dengan Sistem Tumpang sari Padi Kedelai Lahan Sawah. *Dalam* Jajah Koswara (Ed.) Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian yang Dibiayai Oleh Hibah Kompetitif, Peningkatan Perolehan HKI dari Hasil Penelitian yang Dibiayai Oleh Hibah Kompetitif. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Hal : 331-336.
- Gomez, A.A. and A.K. Gomez. 1983. Multiple Cropping in the Humid Tropic of Asia. IDRC., Canada. 248 p.
- Maskyadji, A. S. Z. Z. 2007. Peningkatan Produktivitas Hijauan Tanaman Kacang Komak (*Dolichos lablab* L.) dalam Berbagai Pola Tumpang Sari Berbasis Tanaman Jagung (*Zea mays*) di Lahan Kering. Jurusan Budidaya Tanaman Fakultas Pertanian Unijoyo. Embryo (1) : 72-84.
- Mejaya, M.J., R. H. Praptana, N.A. Subekti, M. Aqil, A. Musaddad, dan F. Putri. 2014. Deskripsi Varietas Unggul Tanaman Pangan 2009-2014. Puslitbangtan, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian. 149 Hal.

- Nurdin. 2008. Optimalisasi Produktivitas Lahan Kering melalui Pengembangan Sistem Usaha tani Konservasi Tanaman Jagung di Provinsi Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Agropolitan* Volume 1 Nomor 1, April 2008.15 hal.
- Odum, E.P. 1983. *Basic ecology*. CBS College Publishing, Japan. 611 pp.
- Oldeman, L. R. 1975. An Agroclimatic Map of Java. No. 17 C.R.I.A., Bogor, Indonesia. 22 pp.
- Palaniappan, S.P. 1985. *Cropping System in the Tropics. Principles and Management*. Wiley Eastern Limited and Tamil Nadul Agricultural University Combatore, India.
- Paulus, J. M. 2005. Produktifitas Lahan, Kompetensi, dan Toleransi Dari Tiga Klon Ubi Jalar Pada Sistem Tumpang sari Dengan Jagung. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Manado. *Eugenia* (1) :1-7.
- Permatasari, I. dan D. Kastono. 2002. Pertumbuhan Tumpang sari Jagung dan Kedelai pada Perbedaan Waktu Tanam dan Pemangkasan Jagung. *Jurnal Agroteknologi* Vol. 3 (1), Agustus 2012: 13-20.
- Sirappa, M.P., Nurdiah Husnah, K. Indrayana, Muhtar, Syamsuddin, R. Heryanto, Abd. Harris, Tatong, Abdullah dan Djaja Sanusi. 2017. *Kajian Pengembangan Sistem Usaha tani Tanaman Ubi Kayu dan Jagung Di Sulawesi Barat. Laporan Hasil Penelitian TA. 2017*. BPTP Sulawesi Barat, Badan Litbang Pertanian.
- Schmidt, F.H. and J.H.A. Ferguson. 1951. Rainfall Type Based on Wet and Dry Period Ratios for Indonesia with Western New Guinea. *Verh.No. 42*. Jawatan Met. dan Geofisik, Jakarta.
- Tohari, E. Martono dan S. Somowiyarjo. 2007. *Budidaya Tanaman Pangan Utama*. Penerbit Universitas Terbuka, Jakarta.
- Tonglum, A.P. Suriyapan, and R.H. Howeler.2001. *Cassava Agronomy Research and Adoption of Improved Practices in Thailand-Major Achievement During the Past 30 Years. In Cassava's Potential in Asia in the 21th Century. Proc. the Sixth Regional Workshop held in Ho Chi Minch City, Vietnam. Feb. 21-25, 2000. P. 228-258.*
- Turmudi, E. 2002. *Kajian Pertumbuhan dan Hasil Tanaman dalam Sistem Tumpang sari Jagung dengan Empat Kultivar Kedelai pada Berbagai Waktu Tanam. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. Vol. 4 (2):89-96.*
- Vandermeer, J. 1989. *The Ecology on Intercropping*. Cambridge University. Press. New York.
- Wahyunto dan R. Shofiyati. 2011. *Wilayah Potensial Lahan Kering untuk Mendukung Pemenuhan Kebutuhan Pangan di Indonesia. Hal. 297-315.*