

Kelayakan Finansial Penerapan Teknologi Budi Daya Jagung pada Lahan Sawah Tadah Hujan

Financial Feasibility of Maize Production Technology Applied on Rainfed Area

Syuryawati dan Faesal

Balai Penelitian Tanaman Serealia
Jl. Dr. Ratulangi 274 Maros, Sulawesi Selatan, Indonesia
Email: syurya_wati@yahoo.co.id

Naskah diterima 20 Agustus 2014, direvisi 4 November 2015, disetujui 2 Desember 2015

ABSTRACT

Cultivation of maize applying integrated crop management approach (ICM) is an attempt to obtain higher productivity and better income for farmers, through an optimum production efficiency. Research was conducted to study the feasibility of the recommended maize production technology by verifying its selected components on the rainfed area. The components included: plant population, planting method, and rates of fertilizers. The research was conducted in Pangkep and Barru on rainfed areas, involving farmers' groups as participants, each site from May to September 2012, and July to October 2012, respectively. Results indicated that the optimum rate of N fertilizer on the rainfed was 202.5-225 kg N/ha to increase farmer's income. Plant population of 66,666 plants/ha was considered optimum on plant spacing of 75 cm x 20 cm or paired rows of (100-50) cm x 20 cm, each giving yield and benefit of relatively similar. Hybrid varieties evaluation indicated that Bima-3 Bantimurung produced higher yield than did Bisi-2, the highest yield was 12.07 t/ha with the benefit of Rp 22,457,625/ha. The MBCR in Pangkep was 8.31 and in Barru was 7.50. The cost of production per kg of grain of Bima-3 Bantimurung was lower, at Rp 640-750/kg. Integration technology components comprise of fertilizers, planting method, and superior variety is recommended for an efficient and profitable maize farming on the rainfed areas.

Keywords: technology feasibility, income, maize, rainfed.

ABSTRAK

Budi daya jagung dengan pendekatan pengelolaan tanaman secara terpadu (PTT) merupakan suatu upaya yang mampu memberikan produktivitas dan pendapatan petani yang optimal karena terjadinya efisiensi produksi. Sehubungan dengan hal ini dilakukan penelitian tentang kelayakan teknologi jagung pada verifikasi komponen teknologi terpilih di lahan sawah tadah hujan yang dapat meningkatkan produksi dan pendapatan petani. Perlakuan yang diverifikasi yaitu komponen teknologi yang diterapkan petani dengan pendekatan PTT, komponen teknologi berdasarkan modifikasi dari komponen dasar PTT: populasi tanaman, cara tanam, penentuan takaran pupuk, dan varietas. Penelitian dilakukan pada dua kabupaten, Kabupaten Pangkep di Desa Mandalle Kecamatan

Mandalle Mei-September 2012, dan di Barru di Kelurahan Tanete Kecamatan Tanete Rilau Juli -Oktober 2012, dimana petani berperan aktif. Hasil penelitian menunjukkan takaran pupuk 202,5-225 kg N/ha layak dan efisien digunakan pada lahan sawah tadah hujan untuk meningkatkan pendapatan (NPTK 6,45-9,04; NPSP 6,67-7,17; R/C 3,39-3,96; BEP lahan 0,19-0,27 ha dan MBCR 8,25-8,28). Cara tanam biasa 75 cm x 20 cm dan legowo (100-50) cm x 20 cm memberikan hasil dan keuntungan yang relatif sama, masing-masing di Pangkep NPTK 8,90 dan 8,60; NPSP 6,85 dan 6,81; R/C 3,86 dan 3,80; BEP lahan sama 0,20 ha. Sedang di Barru NPTK 6,05 dan 5,98; NPSP 6,15 dan 6,14; R/C 3,21 dan 3,19; dan BEP lahan sama 0,29 ha. Varietas Bima-3 Bantimurung memperoleh hasil dan keuntungan yang lebih tinggi dari Bisi-2. Hasil tertinggi Bima-3 Bantimurung adalah 12,07 t/ha keuntungan Rp 22.457.625/ha dengan NPTK 8,99; NPSP 7,03; R/C ratio 3,91 dan BEP lahan 0,20 ha. Demikian pula nilai MBCR > 1, di Pangkep 8,31 dan di Barru 7,50. Untuk ratio biaya/kg biji pada Bima-3 Bantimurung lebih rendah sekitar Rp 640-750/kg biji. Berdasarkan hasil verifikasi teknologi jagung ini maka komponen pemupukan, cara tanam, dan varietas unggul yang memberikan hasil yang lebih tinggi dan pendapatan yang lebih besar sangat layak diterapkan pada lahan sawah tadah hujan.

Kata kunci: kelayakan teknologi, pendapatan, jagung, sawah tadah hujan.

PENDAHULUAN

Selama tiga dekade terakhir, sentra produksi jagung utama di Indonesia adalah Jawa Timur, Jawa Tengah, Lampung, Sumatera Utara, Sulawesi Selatan, dan Nusa Tenggara Timur dengan pangsa areal tanam dan produksi masing-masing > 80% (Pasandaran dan Kasryno 2005). Saat ini diperkirakan areal sawah yang ditanami jagung mencapai 30-40% dengan kecenderungan meningkat (Zubachtirodin *et al.* 2012).

Pengembangan jagung pada lahan sawah, terutama pada musim kemarau, merupakan langkah strategis karena dapat mengisi pasokan produksi yang defisit, biji yang dihasilkan memiliki kualitas lebih baik, dan harga

jagung lebih tinggi. Di Sulawesi Selatan, pola tanam padi-jagung pada lahan sawah irigasi dikembangkan dalam upaya meningkatkan produksi jagung 1,5 juta ton pada tahun 2009 melalui Gerakan Surplus Jagung.

Upaya peningkatan produksi jagung dilakukan melalui peningkatan produktivitas dan perluasan areal tanam pada berbagai lingkungan yang beragam, mulai dari lingkungan berproduktivitas tinggi (lahan subur) sampai berproduktivitas rendah (lahan suboptimal). Rata-rata tingkat produktivitas jagung nasional dari areal panen sekitar 3,97 juta ha baru mencapai 4,78 t/ha (Kementerian Pertanian 2012). Penelitian jagung di berbagai institusi pemerintah maupun swasta telah menghasilkan varietas unggul dengan produktivitas 7,0-14,0 t/ha (Puslitbangtan 2009), bergantung pada potensi lahan dan teknologi produksinya.

Budi daya jagung dengan pendekatan pengelolaan tanaman secara terpadu (PTT) merupakan upaya yang mampu meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani karena terjadinya efisiensi produksi. PTT adalah pendekatan dalam budi daya yang mengutamakan pengelolaan tanaman, lahan, air, dan organisme pengganggu tanaman (OPT) secara terpadu dan bersifat spesifik lokasi. PTT jagung bertujuan meningkatkan dan mempertahankan produktivitas jagung secara berkelanjutan dan meningkatkan efisiensi produksi yang pengembangannya memperhatikan kondisi sumber daya setempat (Balitbangtan 2007; Balitbangtan 2008). Untuk meningkatkan produksi jagung, maka komponen teknologi yang telah dihasilkan dari penelitian selama ini dirakit dalam satu paket teknologi yang dapat memberikan pengaruh sinergistik, dan diterapkan dengan pendekatan PTT. Teknologi produksi yang dimaksud meliputi varietas unggul, benih bermutu, populasi tanaman yang optimal, dan pemupukan yang efisien, sesuai dengan kondisi lahan dan sosial-ekonomi masyarakat setempat (Zubachtirodin *et al.* 2012).

Pengembangan jagung untuk memanfaatkan lahan yang tersedia akan cepat jika petani memperoleh keuntungan sesuai harapan. Untuk itu diperlukan teknologi budi daya yang memberikan: (a) produktivitas tinggi/satuan luas lahan, (b) biaya produksi efisien, dan (c) kualitas produksi tinggi.

Sosialisasi teknologi produksi jagung yang dikembangkan dengan pendekatan PTT pada lahan sawah tadah hujan sudah dilakukan sejak tahun 2005 pada beberapa wilayah di Sulawesi Selatan, termasuk Kabupaten Pangkep dan Barru. Hal ini dilatari oleh cukup luasnya hamparan lahan sawah tadah hujan yang belum dimanfaatkan petani dengan tanaman palawija setelah panen padi, karena keterbatasan sumber daya air pada musim kemarau. Pembuatan sumur gali (pompa) di lahan-lahan petani sebagai sumber air

merupakan cara yang dianjurkan kepada petani setempat agar lahan yang ada dapat ditanami jagung dengan pendekatan PTT. Hasil penelitian Margaretha dan Zubachtirodin (2010) menunjukkan penerapan komponen teknologi PTT jagung di Kabupaten Pangkep dengan pola tanam padi-jagung berdampak pada peningkatan penerimaan usahatani sebesar 213% dari pola tanam padi-padi.

Perkembangan teknologi yang semakin maju menuntut perbaikan atau modifikasi terhadap komponen teknologi yang sudah ada dan diterapkan petani untuk meningkatkan pendapatan. Kariyasa dan Sinaga (2004) menyarankan agar upaya peningkatan produksi jagung sebaiknya diprioritaskan pada perbaikan teknologi produksi dibanding instrumen lainnya.

Sebagai komponen teknologi dasar PTT jagung, pemupukan nitrogen didasarkan pada pemantauan warna daun jagung dengan Bagan Warna Daun (BWD). Kekurangan hara N pada fase V12-VT satu skala di bawah titik kritis dapat mengurangi hasil jagung sebesar 30% (Syafuddin *et al.* 2008). Hal ini sesuai yang dilaporkan Ma *et al.* (2005) bahwa tanaman jagung menyerap lebih dari 15% N pada fase V6 dari total akumulasi N. Pada fase V8, kebutuhan N tanaman meningkat secara eksponensial dan mencapai maksimum sebelum *silking* (keluar rambut). Hasil jagung hibrida yang tinggi dapat diperoleh pada lahan suboptimal apabila pemberian pupuk N lebih dari 180 kg/ha (Zubachtirodin dan Subandi 2008, Faesal dan Syafuddin 2008). Alkaisy dan Yin (2003) melaporkan bahwa hasil jagung optimum pada pemupukan 140-250 kg N/ha. Fedotkin dan Kravtsov (2001) menemukan bahwa pemupukan 240 kg N/ha memberikan pertumbuhan terbaik dan hasil tertinggi. Oleh karena itu, untuk merekomendasikan teknologi produksi jagung yang mampu meningkatkan produksi dan pendapatan perlu dilakukan penelitian.

Penelitian ini bertujuan mengetahui kelayakan finansial penerapan teknologi budi daya jagung yang dapat diterapkan di lahan sawah tadah hujan dalam upaya meningkatkan pendapatan petani.

BAHAN DAN METODE

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bersamaan dengan penelitian teknis “verifikasi komponen-komponen teknologi terpilih pendukung PTT” di lahan sawah tadah hujan. Untuk mengetahui kelayakan komponen teknologi yang dievaluasi dilakukan pendekatan dengan mengikuti kegiatan penelitian teknis di lapangan agar diketahui penggunaan sarana produksi dan tenaga kerja, mulai

dari persiapan lahan sampai panen. Perlakuan yang diverifikasi di lokasi penelitian yaitu komponen-komponen teknologi yang diterapkan oleh petani dalam usahatani jagung. Komponen teknologi dasar PTT yang dimodifikasi meliputi varietas, jarak tanam, dan takaran pupuk terutama N. Perlakuan pupuk yang dimodifikasi hanya N, sedangkan P dan K tetap (Tabel 1). Percobaan menggunakan rancangan kelompok sederhana pada dua lokasi (Kabupaten Pangkep dan Barru). Lokasi penelitian diperlakukan sebagai ulangan. Luas pertanaman masing-masing perlakuan adalah 100 m². Varietas jagung yang ditanam adalah hibrida Bima-3 Bantimurung dan Bisi-2.

Penentuan responden atau petani kooperator berkoordinasi dengan Dinas Pertanian Kabupaten, termasuk kepala dan petugas lapangan BPP masing-masing lokasi penelitian.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Pangkep dan Barru, Sulawesi Selatan. Kedua kabupaten ini merupakan wilayah kegiatan PTT jagung pada tahun 2005-2009.

Di Kabupaten Pangkep, penelitian dilaksanakan di Desa Mandalle, Kecamatan Mandalle, sedangkan di Kabupaten Barru dilaksanakan di Kelurahan Tanete Kecamatan Tanete Rilau.

Penelitian di Kabupaten Pangkep dilaksanakan pada bulan Mei-September 2012, dan di Kabupaten Barru pada bulan Juli-Oktobre 2012.

Data dan Metode Analisis

Data penelitian diperoleh melalui wawancara dengan petani untuk mengetahui budi daya jagung, mulai dari persiapan lahan, penanaman, pemeliharaan sampai panen dan prosesing hasil. Data mencakup informasi kunci usahatani jagung sesuai kebiasaan petani maupun hasil pengujian komponen teknologi terpilih. Wawancara dan pengamatan langsung pada kegiatan teknis bertujuan memperoleh data dan informasi yang relevan dengan kegiatan usahatani. Kajian dititik-beratkan pada aspek finansial usahatani jagung, sedangkan hasil pengamatan aspek teknis dimasukkan sebagai pendukung dalam pembahasan seperti komponen hasil, BWD, klorofil, dan efisiensi N.

Pengamatan nilai Bagan Warna Daun (BWD) dilakukan pada saat tanaman berbunga > 50% (VT), diamati 10 sampel tanaman yang dipilih secara acak setiap petak percobaan pada daun yang terbuka sempurna (daun ketiga dari atas). Nilai BWD diukur menggunakan skala BWD (2-5). Penentuan takaran pupuk N susulan yang diberikan pada saat tanaman berumur 40 hari setelah tanam (HST) berdasarkan nilai BWD yaitu: a) jika nilai pengamatan BWD < 4, ditambahkan 150 kg urea/ha; b) jika nilai BWD > 4,0-4,4 ditambahkan 100 kg urea/ha, dan c) jika nilai BWD > 4,5-5,0 ditambahkan 50 kg urea/ha. Pengamatan klorofil dilakukan pada daun dekat tongkol dari masing-masing petak percobaan pada 10 sampel tanaman dengan menggunakan Klorofilmeter Minolta 502. Hasil jagung (t/ha) dihitung dari ubinan 10 baris x 10 m yang

Tabel 1. Perlakuan modifikasi komponen PTT jagung di Kabupaten Pangkep dan Barru, Sulawesi Selatan, 2012.

Perlakuan	Varietas	Populasi tanaman/ha	Jarak tanam	Pemupukan	No. perlakuan
Pertanaman jagung petani dengan penerapan pendekatan PTT	Hibrida pilihan petani (Bisi 2)	66.666	75 x 20 cm	Takaran kebiasaan petani (157,5 N + 36 P ₂ O ₅ + 60 K ₂ O di Barru dan 180 N + 36 P ₂ O ₅ + 60 K ₂ O di Pangkep)	1
Verifikasi komponen teknologi terpilih pendukung PTT	Hibrida pilihan petani (Bisi 2)	66.666	Legowo (100-50) x 20 cm	Takaran kebiasaan petani	2
				Takaran kebiasaan petani dan diikuti BWD: 22,5 dan 45 N*	3
	Bima 3 Bantimurung	66.666	75 x 20 cm	(202,5 N + 36 P ₂ O ₅ + 60 K ₂ O)	4
				225 N + 36 P ₂ O ₅ + 60 K ₂ O	5
				225 N + 36 P ₂ O ₅ + 60 K ₂ O dan diikuti BWD: 22,5 N**	6
			Legowo (100-50) x 20 cm	225 N + 36 P ₂ O ₅ + 60 K ₂ O	7
				225 N + 36 P ₂ O ₅ + 60 K ₂ O dan diikuti BWD: 22,5 N**	

Keterangan: Nilai pengamatan BWD > 4,0-4,4 ditambahkan 100 kg urea/ha dan > 4,5-5,0 ditambahkan 50 kg urea/ha.

* Di tingkat petani hasil pengamatan BWD di Pangkep ditambahkan 50 kg urea/ha (22,5 N) dan di Barru 100 kg urea/ha (45 N).

**Verifikasi hasil pengamatan BWD pada kedua lokasi ditambahkan 50 kg urea/ha (22,5 N).

dikonversi ke dalam kadar air 15%. Data panjang dan diameter tongkol serta bobot 1.000 biji diambil dari 10 sampel setiap petakan. Efisiensi penggunaan pupuk N diketahui dari hasil panen pada setiap petak percobaan dibagi dengan jumlah pupuk N yang ditambahkan.

Kelayakan finansial komponen teknologi yang dievaluasi diketahui dari data primer dari hasil wawancara dengan petani kooperator dan pengamatan langsung di lapangan. Data primer yang dikumpulkan mencakup penggunaan dan harga sarana produksi (benih, pupuk, herbisida, pestisida, pengairan), penggunaan dan upah tenaga kerja, data hasil jagung dan nilainya. Penghitungan hari orang kerja (HOK) menggunakan *timewatch*, hasil penghitungan menit dan detik per luasan perlakuan dikonversi ke jam/ha. Satu HOK adalah 8 jam/hari.

Data yang terkumpul ditabulasi, kemudian dianalisis atas dasar biaya, penerimaan, keuntungan setiap komponen teknologi pada perlakuan yang diterapkan petani dan yang diuji. Analisis keuntungan diukur melalui pengurangan dari total penerimaan produksi yang dicapai dengan total biaya produksi (Soekartawi 1995; Hanafie 2010).

Efisiensi komponen teknologi yang dievaluasi terhadap setiap penggunaan input digambarkan oleh nilai imbalan antara penerimaan usahatani dengan jumlah biaya yang dikeluarkan (Soekartawi 1995; Kadariah 1998):

$$R/C = \frac{\text{Penerimaan}}{\text{Biaya}}$$

jika nilai $R/C > 1$ berarti komponen teknologi secara finansial efisien, karena jumlah penerimaan yang diperoleh lebih besar dari jumlah biaya yang dikeluarkan.

$R/C = 1$ berarti impas (jumlah penerimaan sama dengan jumlah pengeluaran).

$R/C < 1$ berarti tidak efisien karena jumlah biaya yang dikeluarkan lebih besar dari jumlah penerimaan yang diperoleh.

Pengukuran efisiensi teknis terhadap tenaga kerja (NPTK), sarana produksi (NPSP), dan luas lahan garapan (BEP) adalah sebagai berikut (Heriyanto dan Rozi 1994):

$$NPTK = \frac{\text{Penerimaan} - \text{Biaya sarana produksi}}{\text{Biaya tenaga kerja}}$$

$$NPSP = \frac{\text{Penerimaan} - \text{Biaya tenaga kerja}}{\text{Biaya sarana produksi}}$$

NPTK : Nilai Pengembalian Tenaga Kerja

NPSP : Nilai Pengembalian Sarana Produksi

Analisis Titik Impas/Break Event Point (BEP) lahan yaitu:

$$BEP = (\text{Produktivitas lokasi penelitian/produktivitas penelitian}) \times 1 \text{ ha}$$

Untuk mengukur kelayakan teknologi introduksi (teknologi perbaikan) menggunakan analisis MBCR (*Marginal Benefit Cost Ratio*) dengan rumus:

$$MBCR = \frac{\text{Keuntungan teknologi perbaikan} - \text{keuntungan teknologi petani}}{\text{Biaya teknologi perbaikan} - \text{biaya teknologi petani}}$$

Jika nilai perbandingan tersebut > 1 maka teknologi perbaikan layak digunakan karena mampu menggantikan teknologi kebiasaan petani, ada tambahan atau kenaikan pendapatan (keuntungan) yang diperoleh dari teknologi perbaikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemupukan

Hara N merupakan salah satu hara yang nyata mempengaruhi pertumbuhan dan produksi jagung. Pada perlakuan komponen pemupukan, penggunaan pupuk N berbeda sesuai perlakuan, sedangkan pupuk P dan K tetap.

Pengaruh beberapa takaran pupuk N yang dievaluasi disertai dengan 36 kg P_2O_5 dan 60 kg K_2O /ha terhadap hasil dan komponen lainnya dapat dilihat pada Tabel 2. Pada pemupukan 180 kg N (400 kg urea/ha) yang umum digunakan petani menunjukkan bahwa di Pangkep diperoleh hasil biji rata-rata 10,79 t/ha dan di Barru dengan pemupukan 157,5 kg N (350 kg urea/ha) diperoleh hasil biji 8,81 t/ha, namun efisiensi penggunaan N tinggi (55,94). Hasil yang diperoleh masih lebih tinggi dari produktivitas jagung di lokasi penelitian pada tahun 2012, di Kabupaten Pangkep 2,36 t/ha dan di Kabupaten Barru 2,93 t/ha (BPS Sulsel 2013). Jika pemberian pupuk dinaikkan seperti perlakuan pupuk 202,5 kg N maka hasil bertambah rata-rata 6,49% di Pangkep dan 13,62% di Barru. Pada pemupukan 225 kg N (500 kg urea/ha), hasil biji bertambah dan merupakan hasil tertinggi, rata-rata 12,16 t/ha di Pangkep dan 10,94 t/ha di Barru (Tabel 2). Apabila takaran N dinaikkan menjadi 247,5 kg N (550 kg urea/ha), hasil biji menurun 1,59% (11,97 t/ha) di Pangkep dan 2,82% di Barru (10,64 t/ha). Ini berarti takaran pupuk 225 kg N/ha sudah optimal bagi tanaman jagung pada lahan sawah tadah hujan di kedua lokasi penelitian. Hasil penelitian Nemati dan Syarifi (2012) mengemukakan bahwa jagung memerlukan pupuk 225 kg N/ha untuk

Tabel 2. Rata-rata nilai BWD, klorofil, komponen hasil, hasil biji dan efisiensi penggunaan N pada verifikasi komponen pemupukan jagung hibrida, Kabupaten Pangkep dan Barru, 2012.

Pengamatan	Takaran N (kg/ha)*			
	157,5-180 N**	202,5 N***	225 N***	247,5 N***
Kabupaten Pangkep				
BWD VT	4,43	4,60	4,73	4,55
Klorofil VT	51,78	51,78	50,00	49,50
Panjang tongkol (cm)	18,43	19,14	18,33	18,75
Diameter tongkol (cm)	5,92	5,80	6,26	6,16
Bobot 1.000 biji (g)	331,9	329,70	343,30	326,7
Hasil biji (t/ha)	10,79	11,49	12,16	11,97
Efisiensi N	59,94	56,74	54,04	48,36
Kabupaten Barru				
BWD VT	3,80	4,01	4,28	4,05
Klorofil VT	43,05	43,52	47,50	49,50
Panjang tongkol (cm)	17,88	17,71	18,31	18,33
Diameter tongkol (cm)	4,50	4,60	4,83	4,87
Bobot 1.000 biji (g)	294,9	310,10	310,20	304,40
Hasil biji (t/ha)	8,81	10,01	10,94	10,64
Efisiensi N	55,94	49,43	48,62	42,99

*Disertai pemupukan 36 kg P₂O₅ + 60 kg K₂O/ha

** Cara petani: Pangkep 180 kg N/ha dan Barru 157,5 kg N/ha

***Pengujian pemupukan

BWD = Bagan Warna Daun

VT = Fase berbunga > 50%

meningkatkan hasil, baik kuantitas maupun kualitas, serta karakter agronomi seperti tinggi tanaman, panjang tongkol, dan diameter tongkol. Amin dan Namazari (2013) juga menjelaskan bahwa pemupukan 240 N kg/ha berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan bobot biji/tanaman.

Hasil jagung dengan penggunaan pupuk 225 kg N/ha lebih tinggi dari 247,5 kg N/ha. Hasil ini didukung oleh komponen hasil seperti diameter tongkol, bobot 1.000 biji, BWD VT, dan efisiensi penggunaan N juga lebih tinggi. Penghematan pupuk N perlu dilakukan untuk menekan biaya usahatani dan meningkatkan pendapatan. Pemberian pupuk N secara berlebihan mengakibatkan inefisiensi. Aplikasi pupuk N pada saat diperlukan dan penyerapan maksimum tanaman jagung meningkatkan efisiensi pemupukan (Walsh *et al.* 2012). Keselarasan antara pertumbuhan tanaman dan akar, serta dinamika ketersediaan hara di dalam tanah berpengaruh terhadap efisiensi pemupukan (Makarim *et al.* 1991). Pada umumnya lahan pertanian jagung di Indonesia memerlukan pupuk N, P, K untuk mendukung pertumbuhan dengan pertimbangan tepat hasil, status hara di lapangan, dan estimasi hara yang hilang (Arafah dan Sirappa 2003, Fauzi *et al.* 2011). Total serapan N tanaman jagung meningkat setelah N ditambahkan dan air tanah mendekati kapasitas lapang (Quaye *et al.* 2009). Kebutuhan N tanaman jagung dapat diestimasi dengan menggunakan bagan warna daun (BWD),

terutama pada fase V12-VT dengan titik kritis 4,6 pada jagung hibrida dan 4,5 pada jagung bersari bebas (Syafuddin *et al.* 2006). Pemberian pupuk N beberapa sentimeter ke dalam tanah dapat menekan kehilangan N 25-75% (Brady and Weil 1996).

Biaya produksi setiap perlakuan bervariasi karena ditentukan oleh beberapa faktor, seperti harga benih, jumlah pupuk yang digunakan, tenaga kerja (HOK), terutama untuk panen, pemipilan, dan persiapan lahan. Di Kabupaten Barru, pengolahan tanah dilakukan secara sempurna (Rp 800.000/ha) dan di Pangkep secara TOT. Hal ini berpengaruh terhadap keuntungan usahatani jagung. Pemupukan cara petani memberi keuntungan lebih rendah dibanding perlakuan pengujian pemupukan. Di Pangkep, pemupukan 180 kg N + 36 kg P₂O₅ + 60 kg K₂O/ha memberikan keuntungan Rp 19.663.250/ha dengan nilai R/C 3,69. Di Kabupaten Barru, aplikasi pupuk 157,5 kg N + 36 kg P₂O₅ + 60 kg K₂O/ha memberikan keuntungan terendah, Rp 14.529.625/ha dengan nilai R/C 2,94 (Tabel 3).

Pemupukan 202,5 kg N meningkatkan keuntungan dan pemupukan 225 kg N memberikan keuntungan tertinggi, baik di Pangkep maupun di Barru, masing-masing Rp 22.718.000/ha (R/C 3,96) dan Rp 19.292.000/ha (R/C 3,39). Nilai pengembalian masukan/input juga lebih tinggi di Pangkep masing-masing 9,04 dan 7,17 dan di Barru 6,45 dan 6,67. Setiap penambahan biaya

Tabel 3. Analisis finansial komponen pemupukan pada verifikasi komponen teknologi PTT, Kabupaten Pangkep dan Barru, 2012.

Uraian	Takaran N (kg/ha)*			
	157,5-180 N**	202,5 N***	225 N***	247,5 N***
Kabupaten Pangkep				
Biaya tenaga kerja (Rp/ha)	3.591.750	3.836.750	3.852.000	3.802.750
Biaya sarana produksi (Rp/ha)	3.720.000	3.815.000	3.830.000	3.925.000
Total biaya produksi (Rp/ha)	7.311.750	7.651.750	7.682.000	7.727.750
Penerimaan (Rp/ha)	26.975.000	28.725.000	30.400.000	29.925.000
Keuntungan (Rp/ha)	19.663.250	21.073.250	22.718.000	22.197.250
NPTK	8,36	8,37	9,04	8,95
NPSP	6,50	6,75	7,17	6,88
R/C rasio	3,69	3,75	3,96	3,87
BEP (ha)	0,22	0,21	0,19	0,20
MBCR	-	4,15	8,25	6,09
Kabupaten Barru				
Biaya tenaga kerja (Rp/ha)	4.137.875	4.385.750	4.508.000	4.485.500
Biaya sarana produksi (Rp/ha)	3.345.000	3.535.000	3.550.000	3.645.000
Total biaya produksi (Rp/ha)	7.482.875	7.920.750	8.058.000	8.130.500
Penerimaan (Rp/ha)	22.012.500	25.025.000	27.350.000	26.600.000
Keuntungan (Rp/ha)	14.529.625	17.104.250	19.292.000	18.469.500
NPTK	5,37	5,91	6,45	6,23
NPSP	5,54	6,05	6,67	6,29
R/C rasio	2,94	3,16	3,39	3,27
BEP (ha)	0,33	0,29	0,27	0,28
MBCR	-	5,88	8,28	6,08

* Disertai pemupukan 36 kg P₂O₅ + 60 kg K₂O/ha.

** Cara petani: Pangkep 180 kg N/ha, Barru 157,5 kg N/ha.

*** Pengujian pemupukan.

Rp 1 pada tenaga kerja dan sarana produksi akan memperoleh penerimaan sebesar Rp 7,17-9,04 di Pangkep dan Rp 6,45-6,67 di Barru. Perlakuan pupuk 247,5 kg N menurunkan keuntungan rata-rata 2,35% di Pangkep (Rp 22.197.250/ha) dengan nilai R/C 3,87 dan di Barru 4,45% (Rp 18.469.500/ha) dengan nilai R/C 3,27. Nilai pengembalian biaya tenaga kerja dan sarana produksi juga menurun di Pangkep maupun Barru (Tabel 3).

Hasil analisis menunjukkan nilai MBCR pemupukan 202,5 kg N adalah 4,15-5,88 dan pemupukan 225 kg N mencapai 8,25-8,28. Nilai R/C pemupukan 225 kg N + 36 kg P₂O₅ + 60 kg K₂O/ha juga tertinggi, yaitu 3,96 di Pangkep dan 3,39 di Barru, yang berarti lebih efisien menggunakan biaya produksi karena setiap penambahan biaya Rp 1 akan memperoleh penerimaan sebesar Rp 3,96 di Pangkep dan Rp 3,39 di Barru. NPTK dan NPSP juga lebih tinggi sehingga lebih efisien. Titik impas lahan garapan (BEP) dengan luas lahan minimal 0,19 ha di Pangkep dan 0,27 ha di Barru. Dengan demikian, pemupukan 202,5-225 kg N + 36 kg P₂O₅ + 60 kg K₂O/ha lebih layak diterapkan, baik dari segi teknis maupun ekonomis.

Cara Tanam

Pengaturan populasi dan jarak tanam merupakan upaya memodifikasi kondisi lingkungan pertanaman dan mengoptimalkan pemanfaatan lahan sehingga mendukung pertumbuhan dan hasil.

Pengaturan populasi dan jarak tanam mempengaruhi lingkungan fisik secara langsung maupun tidak langsung melalui kompetisi tanaman dalam memanfaatkan air, cahaya, dan unsur hara dalam tanah. Soleh *et al.* (2009) menyatakan bahwa jarak tanam yang optimum akan memberikan pertumbuhan bagian atas tanaman yang lebih baik karena dapat memanfaatkan lebih banyak cahaya matahari dan pertumbuhan bagian akar juga baik sehingga dapat memanfaatkan lebih banyak unsur hara. Dalam verifikasi komponen teknologi yang dilakukan, populasi dan jarak tanam yang dipakai adalah cara tanam biasa (75 cm x 20 cm) dan cara tanam legowo (100-50 cm x 20 cm) dengan populasi yang sama, 66.666 tanaman/ha.

Cara tanam jagung di Pangkep dan Barru relatif tidak mempengaruhi hasil biji (Tabel 4). Hasil biji yang diperoleh di Pangkep dari cara tanam biasa rata-rata 11,63 t/ha dan cara legowo 11,61 t/ha. Demikian pula rata-rata nilai BWD, panjang tongkol, dan bobot 1.000

Tabel 4. Rata-rata nilai BWD, klorofil, komponen hasil dan hasil biji pada verifikasi komponen cara tanam, Kabupaten Pangkep dan Barru, 2012.

Pengamatan	Pangkep		Barru	
	75 cm x 20 cm (Biasa)	(100-50) cm x 20 cm (Legowo)	75 cm x 20 cm (Biasa)	(100-50) cm x 20 cm (Legowo)
BWD VT	4,62	4,64	4,20	4,10
Klorofil VT	55,41	56,20	42,13	43,52
Panjang tongkol (cm)	18,33	18,77	18,34	17,94
Diameter tongkol (cm)	6,18	5,97	4,80	4,68
Bobot 1.000 biji (g)	323,80	333,80	301,50	306,10
Hasil biji (t/ha)	11,63	11,61	10,10	10,12

BWD = Bagan Warna Daun.
VT = Fase berbunga > 50%.

Tabel 5. Analisis finansial komponen cara tanam pada verifikasi komponen teknologi PTT, Kabupaten Pangkep dan Barru, 2012.

Uraian	Pangkep		Barru	
	75 cm x 20 cm (Biasa)	(100-50) cm x 20 cm (Legowo)	75 cm x 20 cm (Biasa)	(100-50) cm x 20 cm (Legowo)
Biaya tenaga kerja (Rp/ha)	3.707.000	3.802.188	4.345.583	4.402.938
Biaya sarana produksi (Rp/ha)	3.831.667	3.832.500	3.520.000	3.528.750
Total biaya produksi (Rp/ha)	7.538.667	7.634.688	7.865.583	7.931.688
Penerimaan (Rp/ha)	29.066.667	29.031.250	25.241.667	25.306.250
Keuntungan (Rp/ha)	21.528.000	21.396.563	17.376.084	17.374.562
NPTK	8,90	8,60	6,05	5,98
NPSP	6,85	6,81	6,15	6,14
R/C rasio	3,86	3,80	3,21	3,19
BEP (ha)	0,20	0,20	0,29	0,29
MBCR	-	-1,37	-	-0,02

biji yang menunjukkan relatif sama. Hal yang sama juga terjadi di Barru, bahwa cara tanam biasa dan cara tanam legowo memberikan hasil biji relatif sama, masing-masing 10,10 t/ha dan 10,12 t/ha, demikian juga diameter tongkol dan bobot 1.000 biji.

Sistem tanam legowo sudah menjadi salah satu komponen teknologi dalam pengelolaan tanaman terpadu (PTT) pada tanaman padi (Balitbangtan 2007). Sistem legowo belum masuk dalam komponen teknologi PTT jagung. Meski demikian hasil penelitian Zubactirodin *et al.* (2009) menunjukkan bahwa hasil jagung yang diperoleh dari populasi tanam yang sama dengan jarak tanam legowo lebih besar dibanding jarak tanam biasa dengan peningkatan hasil berkisar antara 2,5-20%. Di Kediri, Jawa Timur, hasil jagung yang ditanam dengan sistem legowo tidak berbeda dengan cara tanam biasa. Penelitian di Pangkep menunjukkan bahwa pada populasi 66.666 tanaman/ha, hasil varietas Bisi-2 dengan cara tanam biasa tidak berbeda dengan cara legowo, 10,75 dan 10,21 t/ha. Untuk varietas Bima-3 Bantimurung, hasilnya dengan cara tanam biasa dan legowo juga relatif sama, 8,04 t/ha dan 8,02 t/ha (Syuryawati *et al.* 2012).

Varietas Bima-3 Bantimurung memiliki bentuk daun yang terkulai dan Bisi-2 agak tegak yang dapat mempengaruhi hasil berkaitan dengan kepadatan pertanaman. Penelitian Efendi *et al.* (2013) menunjukkan bahwa varietas Bima-3 Bantimurung hanya dapat ditanam dengan populasi 66.666 tanaman/ha, karena panjang, lebar dan luas daun di atas tongkol lebih besar dibanding Bisi-16 dan NK-99. Tanaman dengan tajuk yang besar membutuhkan jarak tanam yang renggang untuk mencegah terjadinya *overlapping* yang mengakibatkan terjadinya kompetisi tanaman terhadap cahaya matahari (Syafuddin dan Saidah 2006). Populasi tanaman perlu menjadi perhatian karena populasi tinggi dapat menurunkan hasil jagung. Lawer dan Rankin (2004) melaporkan bahwa peningkatan populasi tanaman jagung hingga 74.000 tanaman/ha menurunkan hasil biji 18%. Lain halnya di Township Iran Utara, Moraditochae *et al.* (2012) melaporkan bahwa jarak tanam antarbaris berpengaruh nyata terhadap biomassa, indeks panen, dan jumlah tongkol/tanaman, hasil biji dan bobot 1.000 biji.

Hasil analisis finansial menunjukkan perlakuan cara tanam biasa 75 cm x 20 cm dan cara legowo (100-50) cm x 20 cm masing-masing dengan populasi 66.666

tanaman/ha relatif tidak mempengaruhi hasil jagung di Pangkep maupun Barru (Tabel 5). Keuntungan yang diterima di Pangkep dengan cara tanam biasa Rp 21.528.000/ha dan cara legowo Rp 21.396.563/ha dengan nilai R/C masing-masing 3,86 dan 3,80, NPTK dan NPSP juga relatif sama, di Pangkep NPTK masing-masing 8,90 dan 8,60 sedang NPSP masing-masing 6,85 dan 6,81. Di Barru, keuntungan yang diperoleh dari cara tanam biasa Rp 17.376.084/ha dan secara legowo Rp 17.374.562/ha dengan nilai R/C masing-masing 3,21 dan 3,19. NPTK dan NPSP juga relatif sama, NPTK masing-masing 6,05 dan 5,98 sedang NPSP 6,15 dan 6,14.

BEP lahan dengan kedua cara tanam menunjukkan hal yang sama dengan luas lahan garapan minimum 0,20 ha di Pangkep dan 0,29 ha di Barru (Tabel 5). Analisis kelayakan cara tanam legowo dibanding cara tanam biasa menunjukkan nilai MBCR < 1 di Pangkep (-1,37) dan Barru (-0,02). Berarti cara tanam legowo tidak memberikan tambahan keuntungan yang lebih besar dari cara tanam biasa yang umum dilakukan petani. Pada populasi 66.666 tanaman/ha, selisih keuntungan dari penggunaan varietas Bisi-2 antara cara tanam biasa dengan cara legowo adalah Rp 160.000 dengan nilai R/C relatif sama, yaitu 3,43 dan 3,27. Dari varietas Bima-3 Bantimurung, selisih keuntungan 0,01% (Rp 113.000) dengan nilai R/C relatif sama yaitu 2,68 dan 2,65 (Syuryawati *et al.* 2012). Lain halnya yang dijelaskan Dahlan dan Prayogi (2008) bahwa pada jarak tanam legowo (20 cm x (60-120) cm diperoleh nilai B/C 2,91, artinya layak dan menguntungkan apabila diterapkan petani. Rachman dan Saryoko (2008) menjelaskan bahwa keuntungan usahatani jagung dipengaruhi oleh teknik budi daya yang diterapkan, harga yang berlaku, dan hasil yang dicapai. Temuan ini menggambarkan kedua cara tanam jagung dengan populasi 66.666 tanaman/ha layak digunakan karena efisien dan menguntungkan, sehingga memungkinkan untuk diterapkan sebagai komponen teknologi produksi jagung.

Varietas

Varietas jagung yang digunakan petani di Pangkep maupun Barru umumnya hibrida Bisi-2, dengan pertimbangan hasil cukup tinggi dan mudah diperoleh karena benihnya selalu tersedia di pasaran.

Pada pengujian komponen teknologi, digunakan jagung hibrida varietas Bima-3 Bantimurung dan Bisi-2. Di Pangkep, hasil varietas Bima-3 Bantimurung rata-rata 12,07 t/ha, lebih tinggi dibanding Bisi-2 dengan hasil 11,02 t/ha. Di Barru, varietas Bima-3 Bantimurung juga memberikan hasil lebih tinggi rata-rata 10,79 t/ha dibandingkan dengan 9,21 t/ha dari Bisi-2. Hasil yang

lebih tinggi tersebut didukung oleh bobot 1.000 biji, panjang tongkol, dan diameter tongkol yang lebih baik (Tabel 6). Hasil yang dicapai varietas Bima-3 Bantimurung melebihi potensi hasilnya (10 t/ha), sedangkan Bisi-2 di bawah potensi hasilnya (13 t/ha) (Puslitbangtan 2009).

Biaya produksi jagung hibrida Bima-3 Bantimurung lebih tinggi dari Bisi-2, baik di Pangkep maupun Barru, karena pemakaian pupuk urea/ha, tenaga kerja panen, dan biaya pemipilan lebih banyak karena hasil yang dicapai lebih tinggi. Kecepatan kerja dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain umur tenaga kerja, pengalaman dan keterampilan berusahatani, kondisi pertanaman dan lahan, serta produksi. Pada waktu panen digunakan tenaga kerja cukup banyak, termasuk pengupasan tongkol dari kelobot. Kedua varietas yang digunakan mempunyai karakter menutup tongkol dengan baik, rapat, sehingga memerlukan pengalaman dan keterampilan tenaga kerja.

Hasil yang tinggi berpengaruh terhadap biaya prosesing hasil. Keuntungan dari penggunaan varietas Bima-3 Bantimurung berkisar antara Rp 18.800.000-22.500.000/ha, sedangkan dari Bisi-2 berkisar antara Rp 15.300.000-20.150.000/ha. Besarnya penerimaan dan keuntungan mempengaruhi NPTK, NPSP, R/C dan MBCR yang akan menentukan efisiensi ekonomi usaha atau kelayakan teknologi. Varietas Bima-3 Bantimurung memiliki NPTK, NPSP dan R/C lebih tinggi dari Bisi-2, masing-masing 6,34-8,99 (NPTK), 6,47-7,03 (NPSP), dan 3,33-3,91 (R/C), sedangkan pada Bisi-2 masing-masing 5,55-8,36 (NPTK), 5,72-6,59 (NPSP), dan 3,02-3,71 (R/C). Sementara nilai MBCR Bima-3 Bantimurung di Pangkep 8,31 dan di Barru 7,50. Titik impas/BEP lahan garapan minimum layak diusahakan untuk Bima-3 Bantimurung sekitar 0,20-0,27 ha dan lebih efisien dalam pemanfaatan lahan daripada Bisi-2 (0,21-0,32 ha). Berarti varietas Bima-3 Bantimurung lebih layak digunakan karena lebih efisien dan dapat memberikan kenaikan pendapatan daripada

Tabel 6. Rata-rata nilai BWD, klorofil, komponen hasil dan hasil biji pada verifikasi komponen varietas, Kabupaten Pangkep dan Barru, 2012.

Uraian	Pangkep		Barru	
	Bisi-2	Bima-3 Bantimurung	Bisi-2	Bima-3 Bantimurung
BWD VT	4,60	4,70	4,20	4,25
Klorofil VT	58,80	56,40	49,24	48,08
Panjang tongkol (cm)	18,66	18,18	17,71	18,08
Diameter tongkol (cm)	5,86	6,18	4,45	4,59
Bobot 1000 biji (g)	323,80	315,00	297,30	310,40
Hasil biji (t/ha)	11,02	12,07	9,21	10,79

BWD = Bagan Warna Daun.
VT = Fase berbunga >50%.

Tabel 7. Analisis finansial komponen varietas jagung hibrida pada verifikasi komponen teknologi PTT, Kabupaten Pangkep dan Barru, 2012.

Uraian	Varietas			
	Pangkep		Barru	
	Bisi-2	Bima-3 Bantimurung	Bisi-2	Bima-3 Bantimurung
Biaya tenaga kerja (Rp/ha)	3.673.417	3.827.375	4.220.500	4.496.750
Biaya sarana produksi (Rp/ha)	3.751.667	3.877.500	3.408.333	3.597.500
Total Biaya produksi (Rp/ha)	7.425.084	7.704.875	7.628.833	8.094.250
Penerimaan (Rp/ha)	27.558.333	30.162.500	23.016.667	26.975.000
Keuntungan (Rp/ha)	20.133.249	22.457.625	15.387.834	18.880.750
NPTK	8,36	8,99	5,55	6,34
NPSP	6,59	7,03	5,72	6,47
R/C rasio	3,71	3,91	3,02	3,33
BEP (ha)	0,21	0,20	0,32	0,27
MBCR	-	8,31	-	7,50
Rasio biaya/kg biji (Rp/kg biji)	674	639	829	750

varietas Bisi-2. Menurut Horton (1982) *dalam* Endrizal dan Jumakir (2007), apabila nilai B/C lebih dari 1 berarti varietas tersebut memberikan nilai tambah dan dalam skala luas menguntungkan.

Rasio biaya/kg biji jagung varietas Bima-3 Bantimurung lebih rendah, berkisar antara Rp 640-750/kg biji, sedangkan pada varietas Bisi-2 berkisar antara Rp 675-830/kg biji (Tabel 7). Berarti untuk menghasilkan 1 kg jagung pipil Bima-3 Bantimurung hanya membutuhkan biaya Rp 640-750, sedang pada varietas Bisi-2 berkisar antara Rp 675-830.

Biaya produksi jagung bervariasi, bergantung kepada kondisi lahan, penerapan teknologi produksi, dan upah tenaga kerja. Untuk menghemat biaya prosesing dapat menggunakan alat pengering berbahan bakar sekam sebagaimana dilaporkan Swastika (2013) bahwa pengalihan drayer tenaga surya ke drayer sekam lebih baik dengan nilai MBCR 1,49. Dengan demikian peluang untuk menghemat biaya produksi jagung di Indonesia masih terbuka menggunakan teknologi yang tepat.

KESIMPULAN

Dalam budi daya jagung di lahan sawah tadah hujan, penggunaan pupuk dengan takaran 202,5-225 kg N + 36 kg P_2O_5 + 60 kg K_2O /ha dan varietas unggul seperti Bima-3 Bantimurung layak digunakan (MBCR > 1) karena dapat meningkatkan produktivitas dan pendapatan. Hasil jagung di Pangkep dan Barru rata-rata 11-12 t/ha, penerimaan Rp 27,4-30,4 juta/ha dengan keuntungan Rp 22,7 juta/ha atau meningkat 13% dari keuntungan cara petani (Rp 20,1 juta/ha).

Cara tanam biasa 75 cm x 20 cm dan cara legowo (100-50) cm x 20 cm dengan populasi sama (66.666 tanaman/ha) dapat diterapkan dalam budi daya

jagung. Kedua cara tanam ini memberikan hasil relatif sama, 11,6 t/ha di Pangkep dengan penerimaan Rp 29 juta, dan keuntungan Rp 21,5 juta/ha, dan di Barru 10 t/ha, penerimaan Rp 25,3 juta, dan keuntungan Rp 17,4 juta/ha.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Ir. Zubachtirodin, MS selaku penanggung jawab kegiatan atas segala fasilitas yang diberikan, dan kepada Bapak Syapri, ketua kelompok tani di Pangkep, dan Bapak Haerias, ketua kelompok tani di Barru, atas partisipasinya sehingga penelitian terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkaisi, M.M. and X. Yin. 2003. Effect of nitrogen rate and plant population on corn yield and water use efficiency. *Agron. J.* 95:1475-1482.
- Amin, Z.H. and M.R. Namazari. 2013. Effect of different amount of mineral nitrogen and biological fertilizer on yield and yield components of corn. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science* 8(6):487-492.
- Arafah dan M.P. Sirappa 2003. Kajian penggunaan jerami dan pupuk N, P, K pada lahan sawah irigasi. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 3(1):15-24.
- Balitbangtan. 2007. Petunjuk teknis lapang pengelolaan panaman terpadu (PTT) padi sawah irigasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 27p.
- Balitbangtan. 2008. Panduan umum pengelolaan tanaman terpadu jagung. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 27p.
- BPS Sulawesi Selatan. 2013. Sulawesi Selatan Dalam Angka 2013. Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan. 251p.
- Brady, N.C. and R.R. Weil. 1996. *The Nature and Properties of Soils*. Eleventh edition. Prentice Hall, inc. New Jersey. 741p.

- Dahlan dan A.Z. Prayogi. 2008. Pengaruh jarak tanam pagar berganda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. *Jurnal Agrosistem* 4(2):101-108.
- Efendi, R., Z. Benyamin, dan A. Andriyani. 2013. Karakter fenotipik jagung hibrida Bima-3. *Dalam: Prosiding Seminar Nasional Serealia: Meningkatkan Peran Penelitian Serealia Menuju Pertanian Bioindustri*. Maros, 18 Juni. Badan Litbang Pertanian. Puslitbangtan. Balai Penelitian Tanaman Serealia. p.116-123.
- Endrizal dan Jumakir. 2007. Keragaan beberapa varietas padi unggul baru dan kelayakan usahatani padi pada lahan sawah irigasi di Provinsi Jambi. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 10(3):
- Faesar and Syafruddin. 2008. Nutrient management in rainfed lowland rice-maize cropping system of Indonesia. *Proceedings of the 10th Asian Regional Maize Workshop*. Makassar, Indonesia. p.557-560.
- Fauzi, A.I., F. Agus, Sukarman, and K. Nugroho. 2011. Characterizing the soil for improve nutrient management in selected maize growing area of Indonesia. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 12(1):17-32.
- Fedotkin, I.V. and I.A. Karavtsov. 2001. Production of grain maize under irrigated condition. *Kukuruza I Sorgo* 3:(5-8).
- Hanafie, R. 2010. Pengantar ekonomi pertanian. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Heriyanto dan F. Rozi. 1994. Ekonomi produksi usahatani jagung hibrida. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang.
- Kadariah. 1998. Evaluasi proyek analisa ekonomi. LPFE-UI. Jakarta.
- Kariyasa, I.K. dan B.M. Sinaga. 2004. Faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku pasar jagung di Indonesia. *Jurnal Agroekonomi* 22(2):167-193. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Kementerian Pertanian. 2012. Statistik pertanian 2012. Penerbit Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Kementerian Pertanian. Republik Indonesia. 348p.
- Lawer, J.G. and M. Rankin. 2004. Corn respon to within row plant spacing variation. *Agron J.* 96(5):1459-1463.
- Ma, B.L., K.D. Subedi, and C. Costa. 2005. Comparison of crop base indicator with soil nitrate test for corn nitrogen requirement. *Agron. J.* 97:462-471.
- Makarim, A.K., A. Hidayat, and H.T. Berge. 1991. Dynamics of soil ammonium, crop nitrogen uptake, and dry matter production in lowland rice. *In: F.W.T. Penning de Vries, H.H. van Laar and M.J. Kropff (eds). Simulation and Systems Analysis for Rice Production (SARP)*. Pudoc, Wageningen, The Netherlands. p.214-238.
- Margaretha, S.L. dan Zubachtirodin. 2010. Evaluasi penerapan sistem pengelolaan tanaman jagung secara terpadu pada lahan sawah tadah hujan. *Iptek Tanaman Pangan* 5(2):159-168. Puslitbangtan. Badan Litbang Pertanian.
- Moraditochae, M., M.K. Mohamed, E. Azarbour, and R.K. Doresh. 2012. Effect of nitrogen fertilizer and plant density management in corn farming. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science* 7(2):133-137.
- Nemati, A.R. and R.F. Syarifi. 2012. Effect of rate and nitrogen application timing on yield agronomic characteristics and nitrogen efficiency in corn. *Int. J. Agri. Crop. Sci.* 4(9):534-539.
- Pasandaran, E. dan F. Kasryno. 2005. Sekilas ekonomi jagung Indonesia: Suatu Studi di Sentra Utama Produksi Jagung. *Dalam: F. Kasryno, E. Pasandaran, A.M. Fagi (Ed). Ekonomi Jagung Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. p. 1-14.
- Puslitbangtan. 2009. Deskripsi varietas unggul palawija 1918-2009. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Quaye, A.K., K.B. Layeyae, and A.S. Mickson. 2009. Soil water and nitrogen interaction effect on maize (*Zea Mays* L.) grown on vertisol. *Journal of Forestry, Horticulture, and Soil Science* 3(1):1-11.
- Rachman, B. dan A. Saryoko. 2008. Analisis titik impas dan laba usahatani melalui pendekatan dan pengelolaan padi terpadu di Kabupaten Lebak, Banten. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 11(1):54-60.
- Soekartawi. 1995. Analisis usahatani. Penerbit Universitas Indonesia Jakarta.
- Soleh, M.A.T., M.A.B. Siddique, M. Asaduzzaman, M.N. Alam, and M.M. Karim. 2009. Varietal performance of transplant aman rice under different hill densities. *Bangladesh J. Agril. Res.* 34(1):33-39.
- Swastika, D.K.S. 2012. The financial feasibility of rice dryer: A case study in Subang District West Java. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 13(1):35-42.
- Syafruddin, M. Rauf, R.Y. Arvan, dan M. Akil. 2006. Kebutuhan N, P, K tanaman jagung pada tanah Inceptisol Haplusteps. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 25(1):1-9.
- Syafruddin dan Saidah. 2006. Produktivitas jagung dengan pengaturan jarak tanam dan penjarangan tanaman pada lahan kering di lembah Palu. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 25(2):129-134.
- Syafruddin, S. Saenong, dan Subandi. 2008. Penggunaan bagan warna daun untuk efisiensi pemupukan N pada tanaman jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 27(1):24-31.
- Syuryawati, R. Efendi, and Faesar. 2012. Evaluation of maize production technology component to increase farmer's income in rainfed low land. *In: International Maize Conference: Agribusiness of Maize-Livestock Integration*. Ministry of Agriculture in collaboration with Provincial Government of Gorontalo. p. 273-277.
- Walsh, O., W. Raun, A. Klatt, and J. Sohe. 2012. Effect of delayed nitrogen fertilization on maize (*Zea Mays*) grain yield and nitrogen use efficiency. *Journal of Plant Nutrition* (35):538-555.
- Zubachtirodin dan Subandi. 2008. Peningkatan efisiensi pupuk N, P, K, dan produktivitas jagung pada lahan kering ultisol Kalimantan Selatan. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 27(1):32-36.
- Zubachtirodin, N. Riany, dan R. Amir. 2009. Perbaikan cara tanam dan pengaturan tanaman dalam sistem tanam legowo mendukung peningkatan intensitas tanam (IP400). *Laporan Tahunan Hasil Penelitian*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Puslitbangtan. Badan Litbang Pertanian.
- Zubachtirodin, R. Nany, R.A. Fahdiana, T.M. Akil, A.F. Fadhy, Syafruddin, Faesar, dan Suwanti. 2012. Laporan akhir peningkatan hasil jagung melalui pendekatan PTT dalam konsep IP-400 pada lahan sawah dan lahan kering (Tingkat Hasil > 32 t/ha/tahun). Balai Penelitian Tanaman Serealia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.