

PENGARUH PUPUK NPK TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI SORGUM MANIS DI LAHAN SUBOPTIMAL

Bunyamin Z, Herawati

Balai Penelitian Tanaman Serealia
Jl. Dr. Ratulangi No. 274 Maros, Sulawesi Selatan

ABSTRAK

Tanaman sorghum merupakan tanaman alternatif yang populer sebagai bahan baku industri bioethanol. Penggunaan teknik budidaya yang tepat pada pertanaman sorghum dapat meningkatkan hasil batang dan biji sorghum. Penelitian ini disusun untuk memperoleh kombinasi jarak tanam dan varietas budidaya sorghum pada lahan kering. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Maros pada bulan Juni–Oktober 2015. Percobaan menggunakan Rancangan Split Plot dengan petak utama pemupukan N (100, 150, 200 kg/ha) dan anak petak Pemupukan P dan K (75, 100, 125 kg/ha). Pemupukan N₃P₂ (200 kg N/ha + 100 kg P/ha + 100 kg K/ha) memberikan kadar brix dan produksi biji tertinggi yaitu masing-masing 14% dan 1,97 t/ha.

Kata kunci : Sorgum Manis, Pupuk Optimum, Lahan Sub Optimal.

PENDAHULUAN

Luas lahan pertanian yang produktif semakin menurun setiap tahunnya. Hal ini disebabkan karena pada saat ini lahan pertanian digunakan untuk pemukiman penduduk dan industri. Selain itu, pengolahan lahan yang tidak efektif seperti penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan sifat fisik dan kimia tanah. Dengan demikian sebagian besar pertanaman komoditas pertanian dialihkan ke lahan suboptimal.

Lahan suboptimal merupakan lahan pertanian yang memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah, kemasaman tanah dan kejenuhan Al yang tinggi (Paiman dan Armando 2010; Yuwono 2009). Haryono (2013) melaporkan bahwa luas lahan suboptimal di Indonesia sekitar 91,9 juta hektar yang mencakup lahan kering masam, rawa pasang surut, rawa lebak, lahan dengan iklim kering, dan lahan gambut. Oleh karena itu, diperlukan komoditas pertanian yang memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap karakteristik lahan suboptimal.

Salah satu komoditas pertanian yang dikembangkan di lahan suboptimal adalah sorgum manis. Sorgum manis umumnya terdapat di negara-negara tropis dan subtropis seperti di Afrika, Asia, dan Amerika Latin (Dicko, 2006). Tanaman ini memiliki toleransi yang cukup tinggi terhadap berbagai cekaman lingkungan seperti kekeringan dan salinitas (Almodares and Hadi 2009). Hal ini disebabkan karena tanaman sorgum memiliki lapisan kutikula yang tebal sehingga dapat menekan laju transpirasi yang tinggi serta memiliki sistem perakaran yang dalam (Efendi et al., 2013; Tigabu et al., 2013).

Sorgum manis memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Sorgum manis dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan karena mengandung karbohidrat, lemak, dan protein (Suarni 2012). Selain itu, sorgum manis dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol dan pakan ternak serta menghasilkan gula brix dengan kisaran 7,67-12,67 tergantung pada varietasnya (Efendi et al., 2013; Ariyajaroenwong et al., 2012; Pabendon 2012).

Pertumbuhan dan produksi sorgum manis di lahan suboptimal memerlukan pengaturan sistem budidaya yang tepat dan efektif guna memperoleh produksi biji, nira, dan biomassa yang maksimum (Safitri et al., 2010). Salah satu cara untuk mencapai hal tersebut adalah dengan pemberian pupuk NPK dengan takaran yang tepat. Nitrogen, posfor, dan kalium merupakan unsur hara esensial untuk pertumbuhan tanaman dimana nitrogen berperan dalam memacu aktifitas klorofil daun dan fotosintesis, posfor berperan dalam pembentukan bunga dan pengisian biji, serta kalium berperan dalam transfer energi dan

memperkuat batang (Fanindi et al., 2005). Menurut Sucipto (2010) takaran pemupukan 130 kg N/ha, 30 kg P/ha, dan 100 kg K/ha dapat menghasilkan 3 ton biji sorgum manis/ha dan 6,5 ton batang kering/ha. Uchino et al., (2013) melaporkan bahwa produktivitas optimum sorgum manis dapat dicapai dengan pemberian pupuk N dengan takaran 90-120 kg/ha.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk nitrogen, kalium, dan posfor terhadap pertumbuhan dan produksi sorgum manis di lahan suboptimal.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Balitsereal Maros pada bulan Mei sampai September 2015. Penelitian disusun dalam Rancangan Petak Terpisah dengan tiga ulangan. Petak utama adalah takaran pupuk nitrogen yang terdiri dari tiga taraf 100 kg N/ha (N₁), 150 kg N/ha (N₂), dan 200 kg N/ha (N₃). Sedangkan anak petak adalah takaran pupukposfor dan kalium yang terdiri dari tiga taraf dimana P dan K memiliki takaran yang sama 75 kg P dan K/ha (P₁), 100 P dan K/ha (P₂), dan 125 P dan K/ha (P₃). Varietas digunakan yaitu Super- 1.

Setiap perlakuan ditanam pada petakan dengan ukuran 6 m x 4 m dengan jarak tanam 75 cm x 25 cm sehingga terdapat delapan baris tanaman per petak. Penanaman dilakukan dengan menanam lima benih per lubang tanam kemudian pada umur 2 mst (minggu setelah tanam) dijarangkan menjadi satu tanaman per lubang tanam. Pemeliharaan meliputi penyiangan, pengairan, dan pembumbunan. Pemupukan pertama dilaksanakan pada saat tanaman berumur 7 hst (hari setelah tanam) dengan setengah takaran N serta semua takaran P dan K sesuai perlakuan. Setengah takaran N diberikan pada saat tanaman berumur 35 hst.

Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm), diameter batang (cm), jumlah ruas, kandungan klorofil daun, indeks luas daun, PAR (J/m²/s), biomass batang (t/ha), biomas daun (t/ha), kadar brix (%), volume nira (ml), dan produksi biji pada kadar air 15%.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (Anova) dan diuji lanjut dengan menggunakan uji DMRT_{0,05}.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Tanah

Hasil analisis tanah pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tanah lokasi penelitian tergolong dalam tekstur liat dengan pH yang agak asam (6,25). Kandungan N rendah serta kandungan posfor dan kalium yang tinggi.

Tabel 1. Hasil analisis tanah sebelum penelitian, kebun percobaan Balitsereal, Maros

Jenis penetapan	Nilai penetapan	Harkat
ekstur		Debu
Liat (%)	30	
Debu (%)	45	
Pasir (%)	25	
pH : Air	6,25	Agak masam
KCl	5,56	Sedang
N-total (%)	0,14	Rendah
C (%)	2,30	Sedang
C/N	16	Tinggi
P ₂ O ₅ mg/100g	43	Tinggi
P ₂ O ₅ Bry-l (ppm)	127	Sangat tinggi
K ₂ O	45	Tinggi
K	0,13	Rendah
Ca	18,86	Tinggi
Mg	1,86	Sedang
Na	0,53	Sedang
KTK (me/100 g)	11,17	Rendah
Kejenuhan Basa (%)	100+	Sangat tinggi

Sumber : Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2015.

Pengaruh Pemupukan Nitrogen, Posfor, dan Kalium Pada Komponen Vegetatif

Pupuk N, P, dan K merupakan tiga unsur hara yang esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Nurdin, 2008). Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian kombinasi pupuk N, P, dan K pada tanaman sorgum varietas Super-1 menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 20 hst dan 40 hst. Selain itu juga menunjukkan pengaruh nyata terhadap diameter batang pada umur 20 hst. Pemerian nitrogen dan kalium ke dalam tanah dapat memacu pertumbuhan tanaman, memacu pembelahan sel, serta dapat memperkuat batang sehingga tidak mudah rebah (Armaini et al. 2011).

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman dan diameter batang sorgum manis varietas Super-1 pada beberapa takaran pupuk N, P, dan K di kebun percobaan Maros, 2015.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			Diameter batang (cm)		
	20 HST	40 HST	60 HST	20 HST	40 HST	60 HST
N ₁ P ₁	6,68b	31,45b	179,96a	0,55e	0,92a	2,01a
N ₁ P ₂	8,69ab	43,31ab	211,42a	0,58ecd	1,2a	1,95a
N ₁ P ₃	10,88a	45,12ab	207,17a	0,66a	1,10a	2,04a
N ₂ P ₁	7,23b	39,07ab	191,58a	0,57ed	1,01a	2,05a
N ₂ P ₂	7,11b	40,14ab	206,50a	0,65ab	1,13a	1,84a
N ₂ P ₃	8,25ab	50,567a	228,29a	0,63abc	1,21a	2,10a
N ₃ P ₁	6,85b	34,58ab	192,67a	0,62abc	1,04a	2,11a
N ₃ P ₂	8,59ab	46,01ab	219,83a	0,61bcd	1,13a	2,14a
N ₃ P ₃	8,38ab	42,72ab	217,20a	0,61bcd	1,14a	2,02a

Keterangan: angka-angka yang masih diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada DMRT=0,05.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pemupukan N, P dan K pada umur 40 hst tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah ruas batang. Namun pada saat tanaman berumur 60 hst, pemupukan N, P dan K telah memberikan perbedaan yang nyata terhadap jumlah ruas batang. Perlakuan pemupukan N₂P₃ (150 kg N/ha + 125 kg P/ha + 125 kg K/ha) memberikan jumlah ruas terbanyak yaitu 11,04 ruas yang berbeda nyata dengan takaran

pupuk N₁P₁ (100 kg N/ha + 75 kg P/ha + 75 kg K/ha). Jumlah ruas bertambah seiring dengan pertambahan tinggi tanaman.

Tabel 3. Rata-rata jumlah ruas, klorofil daun, indeks luas daun sorgum Super-1 pada berbagai takaran pupuk N, P dan K, di kebun percobaan Maros, 2015.

Perlakuan	Jumlah ruas batang		Klorofil daun			Indeks luas daun		
	40 HST	60 HST	20 HST	40 HST	60 HST	20 HST	40 HST	60 HST
N ₁ P ₁	5,58a	8,88b	27,00b	35,02b	40,44a	0,16ab	1,01a	3,73ab
N ₁ P ₂	5,83a	9,83ab	28,98ab	35,42b	40,69a	0,18ab	1,03a	3,76ab
N ₁ P ₃	5,63a	9,88ab	31,25a	35,80ab	40,43a	0,19ab	1,23a	4,07ab
N ₂ P ₁	5,67a	9,75ab	29,48ab	42,96a	41,97a	0,16ab	0,93a	3,93ab
N ₂ P ₂	5,54a	9,58ab	29,71ab	35,17b	40,02a	0,17ab	0,84a	3,57b
N ₂ P ₃	5,79a	11,04a	29,69ab	40,83ab	43,66a	0,18ab	1,31a	4,72a
N ₃ P ₁	5,17a	9,92ab	28,04ab	39,16ab	44,17a	0,12b	0,84a	4,36ab
N ₃ P ₂	5,67a	10,38ab	28,68ab	38,94ab	43,64a	0,20a	1,22a	4,16ab
N ₃ P ₃	5,88a	10,46ab	27,51b	37,02ab	44,03a	0,22a	1,23a	4,41ab

Keterangan: angka-angka yang masih diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada DMRT=0,05.

Rata-rata klorofil daun mengalami peningkatan dari umur 20 hst sampai dengan umur 60 hst. Rata-rata klorofil daun pada umur 60 hst berkisar antara 40,02–44,17 unit. Tabel 3 menunjukkan bahwa tanaman yang diberikan pupuk nitrogen sebanyak 200 kg/ha memiliki kandungan klorofil lebih tinggi dibanding yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa nitrogen berperan dalam pembentukan klorofil daun. Abbasi et al. (2013) menemukan bahwa terdapat pengaruh signifikan pemberian pupuk nitrogen terhadap klorofil daun.

Terdapat beberapa gejala yang menunjukkan bahwa tanaman mengalami defisiensi kalium dimana pada tepi daun berwarna kuning menyerupai huruf V. Sedangkan gejala defisiensi nitrogen dan posfor ditunjukkan dengan tanaman kerdil dan daun menguning.

Indeks luas menunjukkan perbandingan luas kanopi dengan bidang tanah yang tertutupi oleh kanopi tersebut. Peranan nitrogen, kalium, posfor sangat penting sebab ketiga unsur ini berperan dalam proses pembentukan dan pembelahan sel daun. Hasil uji lanjut Duncan (Tabel 3) terdapat perbedaan indeks luas pada umur 20 hst antara perlakuan pemupukan N₃P₃ (200 kg N/ha + 125 kg P/ha + 125 kg K/ha) dengan N₃P₁ (pupuk 200 kg N/ha + 75 kg P/ha + 75 kg K/ha). Hal ini diduga disebabkan karena proses kerja unsur nitrogen, kalium, dan posfor saling mempengaruhi sehingga apabila salah satu unsur tersedia secara minimum maka akan mempengaruhi kinerja unsur lainnya. Pada umur 60 hst, rata-rata indeks luas daun berkisar antara 3,57-4,72.

Tabel 4. Rata-rata PAR (Photosynthetically Active Radiance) sorgum Super-1 pada berbagai takaran pupuk N, P, dan K, di kebun percobaan Maros, 2015.

Perlakuan	PAR (J/m ² /s)		
	60 HST	80 HST	100 HST
N ₁ P ₁	466,87a	457,59c	597,04a
N ₁ P ₂	347,46a	546,80bc	666,83a
N ₁ P ₃	334,89a	615,73abc	731,91a
N ₂ P ₁	546,30a	746,99a	718,27a
N ₂ P ₂	410,86a	616,96abc	623,80a
N ₂ P ₃	408,34a	677,07ab	668,87a
N ₃ P ₁	555,81a	574,28bc	742,62a
N ₃ P ₂	349,06a	570,95bc	815,52a
N ₃ P ₃	816,75a	498,57c	536,54a

Keterangan: angka-angka yang masih diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada DMRT=0,05.

Rata-rata nilai PAR (Photosynthetically Active Radiance) mengalami peningkatan pada umur 80 hst dan 100 hst. Pada umur 100 hst nilai PAR meningkat antara 536,54-815,52 J/m²/s. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya umur tanaman maka daun yang mengalami senescence dan gugur juga semakin bertambah akibat asimilat yang ada di daun ditranslokasikan untuk pengisian biji. Dengan semakin berkurangnya jumlah daun maka radiasi yang masuk ke dalam areal pertanaman akan semakin besar.

Pengaruh Pemupukan Nitrogen, Posfor, dan Kalium Pada Komponen Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biomas batang segar tertinggi terdapat pada perlakuan pemupukan N₃P₂ (200 kg N/ha + 100 kg P/ha + 100 kg K/ha) yaitu 37,52 yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sedangkan biomas daun tertinggi terdapat pada perlakuan N₁P₃ (100 kg N/ha + 125 kg P/ha + 125 kg K/ha) dan juga tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata kadar brix pada umur 60 hst berkisar antara 6,30-7,30%. Namun pada umur 80 hst mengalami peningkatan menjadi 13,67-14,33% kemudian pada umur 105 hst mengalami penurunan 10,67-14,67%. Kalium berperan dalam pembentukan gula brix sorgum (Sitepu, 2007).

Tabel 5. Rata-rata kadar biomas batang dan biomas daun sorgum Super-1 pada berbagai takaran pupuk N, P, dan K, di kebun percobaan Maros, 2015.

Perlakuan	Biomas batang (t/ha)	Biomas daun (t/ha)	Kadar Brix (%)		
			60 HST	80 HST	105 HST
N ₁ P ₁	26,43a	4,07a	6,53ab	14,17a	13,77a
N ₁ P ₂	33,46a	4,59a	6,30b	13,83a	13,00a
N ₁ P ₃	32,18a	6,07a	6,77ab	13,67a	13,67a
N ₂ P ₁	30,17a	4,71a	7,13ab	14,17a	14,67a
N ₂ P ₂	34,92a	4,58a	6,83ab	13,83a	10,67a
N ₂ P ₃	36,08a	4,57a	7,30a	13,67a	12,00a
N ₃ P ₁	34,38a	5,60a	6,67ab	14,00a	13,50a
N ₃ P ₂	37,52a	5,08a	7,10ab	13,67a	14,00a
N ₃ P ₃	37,04a	5,36a	6,57ab	14,33a	12,87a

Keterangan: angka-angka yang masih diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada DMRT= 0,05.

Volume nira tertinggi terdapat pada umur 60 hst kemudian mengalami penurunan pada umur 105 hst. Volume nira tertinggi pada umur 105 hst terdapat pada perlakuan pemupukan N₃P₂ (200 kg N/ha + 100 kg P/ha + 100 kg K/ha) yaitu 228,75 ml yang berbeda nyata dengan pemupukan N₂P₃ (150 kg N/ha + 125 kg P/ha + 125 kg K/ha) yaitu 178,54 ml.

Tabel 6. Rata-rata kadar brix, volume nira per 1 kg batang, dan produksi biji pada kadar air 15% sorgum Super-1 pada berbagai takaran pupuk N, P, dan K, di kebun percobaan Maros, 2015.

Perlakuan	Volume nira per 1 kg batang (ml)			Produksi biji pada kadar air 15% (t/ha)
	60 HST	80 HST	105 HST	
N ₁ P ₁	306,92a	255,97a	201,09ab	1,38b
N ₁ P ₂	477,90a	303,43a	218,89a	1,59ab
N ₁ P ₃	324,50a	245,92a	222,12a	1,72ab
N ₂ P ₁	298,80a	277,96a	225,29a	1,71ab
N ₂ P ₂	532,20a	347,12a	178,54b	1,71ab
N ₂ P ₃	348,47a	302,75a	212,04ab	1,89ab
N ₃ P ₁	362,41a	277,36a	228,75a	1,97a
N ₃ P ₂	584,73a	296,73a	227,40a	1,81ab
N ₃ P ₃	598,52a	278,47a		

Keterangan: angka-angka yang masih diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada DMRT= 0,05.

Hasil uji lanjut Duncan (Tabel 6) menunjukkan bahwa produksi biji tertinggi terdapat pada perlakuan pemupukan N₃P₂ (200 kg N/ha + 100 kg P/ha + 100 kg K/ha) yaitu 1,97 t/ha dan berbeda nyata dengan perlakuan pemupukan N₁P₁ (100 kg N/ha + 75 kg P/ha + 75 kg K/ha) yaitu 1,38 t/ha. Hal ini disebabkan karena dengan adanya nitrogen, posfor, dan kalium yang berperan dalam proses fotosintesis, pembentukan biji, dan translokasi asimilat (Patola, 2008).

Tabel 7. Hasil analisis jaringan daun pada umur 80 hst (hari setelah tanam)

Perlakuan	Hasil analisis jaringan daun		
	N (%)	P(%)	K (%)
N1P1	2,22	0,21	1,84
N1P2	2,21	0,20	1,44
N1P3	2,22	0,28	1,66
N2P1	2,24	0,23	1,54
N2P2	2,22	0,24	1,43
N2P3	2,24	0,23	1,68
N3P1	2,22	0,25	1,67
N3P2	2,20	0,30	1,5
N3P3	2,23	0,29	1,67

Sumber : Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2015.

Analisis jaringan diperlukan untuk mengetahui kadar serapan suatu unsur hara oleh tanaman (Patti, 2013). Hasil analisis jaringan daun pada tabel 7 menunjukkan bahwa unsur nitrogen yang diserap oleh tanaman lebih banyak tersimpan di daun dibandingkan kalium dan posfor. Nitrogen pada daun pada umur 80 hst masih dibutuhkan tanaman untuk proses sintesis klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis. Sedangkan posfor dan kalium sebagian besar ditranslokasikan untuk pembentukan biji sehingga kadar kedua unsur ini di dalam daun rendah.

KESIMPULAN

Pemupukan N₃P₂ (200 kg N/ha + 100 kg P/ha + 100 kg K/ha) memberikan kadar brix dan produksi biji tertinggi yaitu masing-masing 14% dan 1,97 t/ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, M.K., M.M. Tahir, dan N. Rahim. 2013. Effect of N fertilizer source and timing on yield and N use efficiency of rainfed maize (*Zea mays* L.) in Kashmir–Pakistan. *Geoderma* 195-196(2013):87-93.
- Almodares, A. and M.R Hadi. 2009. Production of Bioethanol from Sweet Sorghum. *Journal of Agricultural Research* 4(9): 772–80.
- Ariyajaroenwong, P., P. Laopalboon, P. Jaisil, and L. Laopalboon. 2012. Repeated-Batch Ethanol Production from Sweet Sorghum Juice by *Saccharomyces Cerevisiae* Immobilized on Sweet Sorghum Stalks. *Energies* 5(4):1215-1228.
- Armaini, Wardati, dan Zulfatri. Serapan N, P, K dan produksi jagung (*Zea mays*) pada tanah gambut bekas bakar dan pemberian *Tithonia Diversifolia* sebagai bahan amelioran. *Jurnal Sagu* 10(1):8-13.
- Dicko, M.H., H. Gruppen, A.S.Traore, A.G.J. Voragen, and W.J.H.V. Berkel. 2006. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. *African Journal of Biotechnology* 5(5):384-395.
- Efendi, R., M. Aqil, dan M. Pabendon. Evaluasi genotipesorgum manis (*Sorghum bicolor* L.) produksi biomass dan daya ratun tinggi. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 32(2):116-125.
- Fanindi, A., S. Yuhaeni, dan Wahyu. 2005. Pertumbuhan dan produktivitas tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) dan sorgum sudanense (*piper*) yang mendapatkan kombinasi pemupukan N, P, K, dan Ca. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan Dan Veteriner*. p. 872-878.
- Haryono. 2013. Strategi kebijakan kementerian pertanian dan optimalisasi lahan suboptimal mendukung ketahanan pangan nasional. *Prosiding seminar nasional lahan suboptimal: intensifikasi pengelolaan lahan suboptimal dalam rangka mendukung kemandirian pangan nasional*. p. 5-14.
- Nurdin, P. Maspeke, Z. Ilahude, dan F. Zakari. 2008. Pertumbuhan dan hasil jagung yang dipupuk N, P, dan K pada tanah vertisol Isimu utara Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Tanah Trop*. Vol 14(1):49-56.
- Pabendon, M.B., R.S. Sarungallo, dan S. Mas'ud. 2012. Pemanfaatan nira batang, bagas, dan biji sorgum manis sebagai bahan baku bioetanol. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 31(3):180-187.

- Palman, A. dan Y.G. Armando. 2010. Potensi fisik dan kimia lahan marjinal untuk pengembangan pengusahaan tanaman melinjo dan karet di provinsi Jambi. *Akta Agrosia* 13(1):89-97.
- Patola, E. 2008. Analisis pengaruh dosis pupuk urea dan jarak tanam terhadap produktivitas jagung hibrida P-21 (*Zea mays* L.). *Jurnal Inovasi Pertanian*. Vol 7(1):51-65.
- Patti, P.S., E. Kaya, dan Ch. Silahooy. 2013. Analisis status nitrogen tanah dalam kaitannya dengan serapan N oleh tanaman padi sawah di desa Waimilat, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram bagan Barat. *Jurnal Agrologia* Vol 2(1):51-58.
- Sitepu, R. 2007. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) terhadap pupuk kalium dan paklobutrazol: Skripsi. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Suarni. 2012. Potensi sorgum sebagai bahan pangan fungsional. *IPTEK Tanaman Pangan* 7(1):58-66.
- Sucipto. 2010. Efektivitas cara pemupukan terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas sorgum manis (*Sorghum bicolor* L. Monch). *Embryo* 7(2):67-74.
- Tigabu E., M. Andargie, and K. Tesfaye. 2013. Genotypic variation for salinity tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) genotypes at early growth stages. *Journal of stress physiology and biochemistry* 9(2):253-262.
- Uchino, H., T. Watanabe, K. Ramu, K.L. Sahrawat, S. Marimuthu, S.P. Wani, and O. Ito. 2013. Effects of nitrogen application on sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Monch) in the Semi-Arid Tropical zone of India. *Japan International Research Center for Agriculture Sciences* 47(1):65-73.
- Yuwono, N.W. Membangun kesuburan tanah di lahan marginal. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 9(2):137-141.