

EFISIENSI PENGGUNAAN PUPUK ANORGANIK AKIBAT PENGGUNAAN PUPUK ORGANIK TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L) DI TANAH ULTISOL

Roswita Oesman

Departemen Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, USU, Medan- 20155

Corresponding Author : roswitaoesman@gmail.com

ABSTRACT

Roswita Oesman, 2017. "Inorganic Fertilizer Efficiency to Use Organic Fertilizer on Maize (*Zea mays* L) Growth and Production in the Land Ultisol". The research effects to obtain inorganic fertilizer use efficiency to the use of organic fertilizer on the growth and yield of maize (*Zea mays* L) in Ultisol. This research was conducted at experimental field, the Laboratory for Research and Technology Faculty of Agriculture, University of North Sumatra, Medan in August to November 2016. The design used in this study is a randomized block design factorial using two factors: organic fertilizers (O) with treatment as follows : O0 = Without organic fertilizers, O1 = 100% of doses of organic fertilizer, O2 = 75% of doses of organic fertilizer, O3 = 50% of doses of organic fertilizer, O4 = 25% of doses of organic fertilizer. inorganic fertilizer application (A) with treatment as follows : A0 = Without inorganic fertilizers, A1 = 100% of doses of inorganic fertilizer recommendations, A2 = 75% of doses of inorganic fertilizer recommendations, A3 = 50% of doses of inorganic fertilizer recommendations, A4 = 25% of doses of inorganic fertilizer recommendations. The variables measured were: plant height, shoot dry weight, root dry weight, dry seed weight. Results showed that 100% Organic fertilizer can increase growth and yield of corn were higher in soil ultisol. This is indicated by their real influence on the growth of plant height ages 8 and 12 WAP, the weight of dry seed, uptake of N and P, but no significant effect on shoot dry weight, root dry weight and uptake K. Inorganic fertilizer application of 100% can increase growth and yield of corn was higher in soil ultisol. This is indicated by their real influence on the growth of plant height age 8 WAP, root dry weight and the weight of dry seed, but did not significantly affect plant height age of 12 WAP, shoot dry weight, uptake of N, P and K. The interaction of the two combination treatments showed significant effect on the weight of dry seed.

Key Word : Soil Ultisol, Organic Fertilizer, Inorganic Fertilizer

PENDAHULUAN

Ultisol adalah tanah-tanah berwarna merah kuning sudah mengalami proses hancuran iklim lanjut, sehingga merupakan tanah yang berpenampang dalam sampai

sangat dalam (>2 m), dicirikan oleh adanya akumulasi liat pada horizon bawah permukaan tanah yang disebut horizon argilik. Sehingga mengurangi daya resap air dan meningkatkan aliran permukaan dan erosi tanah. Erosi merupakan salah satu kendala

fisik pada tanah ultisol dan sangat merugikan karena dapat mengurangi kesuburan tanah, dengan tererosinya bahan organik dan hara (Soil Survey Staff, 2014).

Tanah Ultisol memiliki sifat-sifat kimia antara lain kemasaman tanah tinggi, pH rata-rata $< 4,5$, kejenuhan Al tinggi, miskin kandungan hara makro terutama P, K, Ca dan Mg, serta kandungan bahan organik rendah. Sehingga pemanfaatan tanah ini terkendala oleh sifat fisik dan kimia yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman terutama tanaman pangan bila tidak dikelola dengan baik. Untuk mengatasi kendala tersebut dapat diterapkan teknologi pegapuran, pemupukan dan pemberian bahan organik (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Untuk memperbaiki kualitas tanah, dapat ditempuh dengan beberapa cara seperti mengurangi penggunaan pupuk kimia dan menggunakan pupuk organik seperti pupuk hijau, pupuk kompos ataupun pupuk kandang. Beberapa diantara kotoran hewan yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yaitu kotoran sapi, kotoran kambing dan kotoran ayam (Hartatik dan Setyorini, 2011).

Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Permentan No.70/Permentan/SR.140/10/2011).

Pada penelitian ini tanaman jagung digunakan sebagai tanaman

indikator berdasarkan sifat tanaman tersebut yang banyak menyerap unsur hara dan dapat menunjukkan respon secara visual akibat kekurangan dan/atau keracunan unsur hara.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik akibat penggunaan pupuk organik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*Zea mays L*) di tanah Ultisol.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan, Laboratorium Riset dan Teknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara Medan, yang akan dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan November 2016. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah Ultisol dari Perkebunan Tambunan-A Langkat, pupuk Urea, pupuk TSP, pupuk KCl, pupuk kandang ayam, benih jagung varietas Pioneer-23, polybag sebagai wadah media tanam, insektisida regent (pembasmi semut) dan decis (pembasmi ulat) serta bahan-bahan kimia yang digunakan untuk keperluan analisis di Laboratorium.

Alat yang digunakan adalah cangkul yang digunakan dalam pengambilan tanah dan penyiapan lahan, timbangan untuk menimbang tanah, gembor untuk menyiram tanaman, ayakan untuk mengayak tanah, dan alat-alat laboratorium lain yang mendukung untuk analisis.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan 2 faktor yaitu pupuk organik (O) dan pupuk anorganik (A) masing-masing 5 taraf dan 2 ulangan sehingga diperoleh unit percobaan sebanyak $5 \times 5 \times 2 = 50$ unit percobaan. Masing-masing perlakuan percobaannya adalah sebagai berikut :

Adapun faktor pertama yaitu pupuk organik (O) dengan perlakuan sebagai berikut; 0 = Tanpa pupuk Organik, O1 = 100% dari dosis pupuk organik, O2= 75% dari dosis pupuk organik, O3 = 50% dari dosis pupuk organik, O4 = 25% dari dosis pupuk organik. Dosis pupuk organik dihitung setelah analisis awal tanah.

Adapun faktor kedua yaitu pupuk anorganik (A) dengan perlakuan sebagai berikut; A0 = Tanpa pupuk anorganik, A1 = 100% dari dosis rekomendasi pupuk anorganik, A2 = 75% dari dosis rekomendasi pupuk anorganik, A3 = 50% dari dosis rekomendasi pupuk anorganik, A4 = 25% dari dosis rekomendasi pupuk anorganik,

Dosis rekomendasi pupuk anorganik sesuai yang tertera pada deskripsi varietas tanaman jagung yaitu 300 kg/ha Urea, 100 kg/ha TSP dan 100 kg/ha KCl.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil sidik ragam tersebut dapat dilihat bahwa perlakuan pemberian pupuk organik (O) berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 8 dan 12

MST. Pada perlakuan pemberian pupuk anorganik (A) berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 8 MST, tetapi tidak berpengaruh nyata pada umur 12 MST. Sedang kombinasi perlakuan pemberian pupuk organik dengan pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 8 dan 12 MST.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa tinggi tanaman jagung tertinggi adalah pemberian pupuk organik 100% (O₁) yaitu 114,40 cm dan terendah pada perlakuan tanpa pupuk (O₀). Demikian juga dengan pemberian pupuk anorganik yang tertinggi pada dosis 50% (A₃) yaitu 107,40 cm dan terendah pada perlakuan tanpa pupuk (A₀). Kondisi ini menunjukkan bahwa masing-masing pupuk memberikan respon terhadap pertumbuhan tinggi tanaman. Kombinasi pupuk organik dan anorganik berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman. Kombinasi tertinggi diperoleh pada pupuk organik 100% dan anorganik 50% (O₁A₃). Pada perlakuan pupuk organik 100% dan anorganik 50% (O₁A₃) menunjukkan kedua kombinasi pupuk tersebut lebih efisien meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman jagung.

Tabel 1. Tinggi Tanaman Jagung (cm) pada Perlakuan Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik pada Umur 8 MST

Perlakuan	Pupuk Anorganik					Rataan
	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	
	(tanpa pupuk)	(100%)	(75%)	(50%)	(25%)	
Pupuk Organik						
O ₀ (tanpa pupuk)	68,00	93,50	84,50	107,50	85,50	87,80 c
O ₁ (100%)	103,00	115,50	122,00	124,50	107,00	114,40 a
O ₂ (75%)	89,00	106,50	116,50	90,00	100,50	100,50 b
O ₃ (50%)	92,00	111,50	98,50	109,50	85,00	99,30 b
O ₄ (25%)	87,50	110,00	24,52	22,63	18,58	100,60 b
Rataan	87.90 b	107.40 a	104.50 a	107.40 a	95.40 b	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan 5%.

Tabel 2. Tinggi Tanaman Jagung (cm) pada Perlakuan Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik pada Umur 12 MST

Perlakuan	Pupuk Anorganik					Rataan
	A ₀ (tanpa pupuk)	A ₁ (100%)	A ₂ (75%)	A ₃ (50%)	A ₄ (25%)	
Pupuk Organik						
O ₀ (tanpa pupuk)	103,50	99,00	83,00	129,50	124,50	107,90 b
O ₁ (100%)	130,00	133,50	120,00	140,50	117,50	128,30 a
O ₂ (75%)	124,50	120,50	132,00	112,00	126,00	123,00 ab
O ₃ (50%)	125,50	112,00	124,00	119,00	118,00	119,70 ab
O ₄ (25%)	101,50	127,50	103,50	115,50	108,00	111,20 b
Rataan	117,00	118,50	112,50	123,30	118,80	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan 5%.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa tinggi tanaman jagung tertinggi adalah pemberian pupuk organik 100% (O₁) yaitu 128,30 cm dan terendah pada perlakuan tanpa pupuk (O₀). Demikian juga dengan pemberian pupuk anorganik yang tertinggi pada dosis 50% (A₃) yaitu 123,30 cm dan terendah pada perlakuan 75% (A₂). Kombinasi pupuk organik dan anorganik berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman. Kombinasi tertinggi diperoleh pada pupuk organik 100% dan anorganik 50% (O₁A₃). Pada perlakuan pupuk organik 100% dan anorganik 50% (O₁A₃) menunjukkan kedua kombinasi pupuk tersebut lebih efisien meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman jagung.

2. Bobot Kering Tajuk (g)

Pada perlakuan pemberian pupuk anorganik (A) tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk jagung. Sedangkan kombinasi perlakuan pemberian pupuk organik dengan pupuk anorganik tidak

berpengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk jagung.

Bobot kering tajuk jagung pada perlakuan pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik terdapat pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa bobot kering tajuk jagung tertinggi adalah pemberian pupuk organik 100% (O₁) yaitu 28,31 g dan terendah pada perlakuan tanpa pupuk (O₀). Demikian juga dengan pemberian pupuk anorganik yang tertinggi pada dosis 100% (A₁) yaitu 27,84 g dan terendah pada perlakuan tanpa pupuk (A₀). Kombinasi pupuk organik dan anorganik berpengaruh tidak nyata terhadap bobot kering tajuk. Kombinasi tertinggi diperoleh pada pupuk organik 100% dan anorganik 0% (O₁A₀). Bobot kering tajuk terendah terdapat pada O₀A₀. Perlakuan pupuk organik 100% dan anorganik 0% (O₁A₀) menunjukkan kedua kombinasi pupuk tersebut lebih efisien meningkatkan bobot kering tajuk.

Tabel 3. Bobot Kering Tajuk Jagung (g) pada Perlakuan Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik

Perlakuan	Pupuk Anorganik					Rataan
	A ₀ (tanpa pupuk)	A ₁ (100%)	A ₂ (75%)	A ₃ (50%)	A ₄ (25%)	
Pupuk Organik						
O ₀ (tanpa pupuk)	9,59	21,77	15,61	25,23	22,77	18,99
O ₁ (100%)	32,57	29,47	25,29	28,43	25,80	28,31
O ₂ (75%)	17,77	31,51	25,54	26,02	22,48	24,66
O ₃ (50%)	17,71	32,04	24,06	21,91	13,99	21,94
O ₄ (25%)	15,21	24,40	24,52	22,63	18,58	21,07
Rataan	18,57	27,84	23,00	24,84	20,72	

Keterangan : Angka-angka yang tidak diikuti huruf pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan 5%.

3. Bobot Kering Akar (g)

Dari hasil sidik ragam tersebut dapat dilihat bahwa perlakuan pemberian pupuk organik (O) tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar jagung. Pada perlakuan pemberian pupuk anorganik (A) berpengaruh sangat nyata terhadap bobot kering akar jagung. Sedang kombinasi perlakuan pemberian pupuk organik dengan pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar jagung.

Bobot kering akar jagung pada perlakuan pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik terdapat pada Tabel 4.

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa bobot kering akar jagung tertinggi adalah pemberian pupuk organik 100% (O₁) yaitu 11,34 g dan terendah pada perlakuan tanpa pupuk (O₀). Demikian juga dengan pemberian pupuk anorganik yang tertinggi pada dosis 100% (A₁) yaitu 13,23 g yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan tanpa pupuk (A₀) diperoleh bobot kering akar terendah. Kombinasi pupuk organik dan anorganik berpengaruh tidak nyata terhadap bobot kering akar. Kombinasi tertinggi diperoleh pada pupuk organik 50% dan anorganik 100% (O₃A₁).

Tabel 4. Bobot Kering Akar Jagung (g) pada Perlakuan Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik

Perlakuan	Pupuk Anorganik					Rataan
	A ₀ (tanpa pupuk)	A ₁ (100%)	A ₂ (75%)	A ₃ (50%)	A ₄ (25%)	
Pupuk Organik						
O ₀ (tanpa pupuk)	2,49	7,29	5,63	9,28	9,18	6,77
O ₁ (100%)	11,67	14,75	10,87	10,40	9,02	11,34
O ₂ (75%)	7,02	13,48	12,21	9,34	8,08	10,02
O ₃ (50%)	5,49	18,22	10,76	14,56	4,40	10,68
O ₄ (25%)	4,42	12,40	9,55	9,12	5,92	8,28
Rataan	6.22 c	13.23 a	9.80 b	10.54 b	7.32 c	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan 5%.

Bobot kering akar terendah terdapat pada O_0A_0 . Perlakuan pupuk organik 50% dan anorganik 100% (O_3A_1) menunjukkan kedua kombinasi pupuk tersebut lebih efisien meningkatkan bobot kering akar.

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pemberian pupuk organik yang terbaik untuk parameter bobot pipilan kering adalah 75% (O_2) yaitu 15,02 g yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, namun tidak berbeda nyata pada perlakuan 50% (O_3). Demikian juga dengan pemberian pupuk anorganik pada dosis 100% (A_1) yaitu 15,06 g yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, namun tidak berbeda nyata pada perlakuan 50% (A_3). Dari kombinasi pupuk organik dan pupuk anorganik ($O \times A$), rata-rata tertinggi diperoleh pada kombinasi 50% pupuk organik dengan 100% pupuk anorganik O_3A_1 (17,41 g), yang tidak berbeda nyata dengan O_2A_1 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Bobot pipilan kering terendah terdapat pada O_0A_0 . Perlakuan pupuk organik 50% dan anorganik 100% (O_3A_1) menunjukkan kedua kombinasi pupuk tersebut lebih efisien meningkatkan bobot pipilan kering.

4. Bobot Pipilan Kering (g)

Dari hasil sidik ragam tersebut dapat dilihat bahwa perlakuan pemberian pupuk organik (O) berpengaruh sangat nyata terhadap bobot pipilan kering jagung. Pada perlakuan pemberian pupuk anorganik (A) berpengaruh sangat nyata terhadap bobot pipilan kering jagung. Sedang kombinasi perlakuan pemberian pupuk organik dengan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap bobot pipilan kering jagung.

Bobot pipilan kering jagung pada perlakuan pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik terdapat pada Tabel 5.

5. Serapan N

Dari hasil sidik ragam tersebut dapat dilihat bahwa perlakuan pemberian pupuk organik (O) berpengaruh nyata terhadap serapan N tanaman jagung. Pada perlakuan pemberian pupuk anorganik (A) tidak berpengaruh nyata terhadap serapan N tanaman jagung. Sedang kombinasi perlakuan pemberian pupuk organik dengan pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap serapan N tanaman jagung.

Serapan N tanaman jagung pada perlakuan pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik terdapat pada Tabel 6.

Tabel 5. Bobot Pipilan Kering Jagung (g) pada Perlakuan Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik

Perlakuan	Pupuk Anorganik					Rataan
	A_0 (tanpa pupuk)	A_1 (100%)	A_2 (75%)	A_3 (50%)	A_4 (25%)	
Pupuk Organik						
O_0 (tanpa pupuk)	0,00 i	11,72 f	6,13 h	12,66 e	11,78 f	8,46 c
O_1 (100%)	13,03 d	14,50 c	13,64 d	14,11 c	14,69 c	13,99 b
O_2 (75%)	11,80 f	17,09 a	14,80 c	16,58 b	14,85 c	15,02 a
O_3 (50%)	13,81 d	17,41 a	16,10 b	13,19 d	12,36 e	14,57 ab
O_4 (25%)	11,98 f	14,60 b	15,08 c	13,79 d	10,63 g	13,22 b
Rataan	10,12 c	15,06 a	13,15 b	14,06 ab	12,86 b	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan 5%.

Tabel 6. Serapan N tanaman Jagung (%) pada Perlakuan Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik

Perlakuan	Pupuk Anorganik					Rataan
	A ₀ (tanpa pupuk)	A ₁ (100%)	A ₂ (75%)	A ₃ (50%)	A ₄ (25%)	
Pupuk Organik						
O ₀ (tanpa pupuk)	0,18	0,51	0,32	0,34	0,32	0,33 b
O ₁ (100%)	0,47	0,33	0,40	0,40	0,33	0,38 b
O ₂ (75%)	0,23	0,96	0,94	1,22	0,63	0,79 a
O ₃ (50%)	0,44	0,49	0,63	0,20	0,25	0,40 b
O ₄ (25%)	0,33	0,47	0,49	0,67	0,54	0,50 b
Rataan	0,33	0,55	0,55	0,56	0,41	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan 5%.

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa serapan N tanaman tertinggi adalah pemberian pupuk organik 75% (O₂) yaitu 0,79 % yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, dan terendah pada perlakuan tanpa pupuk (O₀). Demikian juga dengan pemberian pupuk anorganik yang tertinggi pada dosis 50% (A₃) yaitu 0,56 % dan terendah pada perlakuan tanpa pupuk (A₀). Kombinasi pupuk organik dan anorganik berpengaruh tidak nyata terhadap serapan N tanaman. Kombinasi tertinggi diperoleh pada pupuk organik 75% dan anorganik 50% (O₂A₃). Serapan N tanaman terendah terdapat pada O₀A₀.

6. Serapan P

Dari hasil sidik ragam tersebut dapat dilihat bahwa perlakuan pemberian pupuk organik (O) berpengaruh sangat nyata terhadap serapan P tanaman jagung. Pada perlakuan pemberian pupuk anorganik (A) tidak berpengaruh nyata terhadap

serapan P tanaman jagung. Sedang kombinasi perlakuan pemberian pupuk organik dengan pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap serapan P tanaman jagung.

Serapan P tanaman jagung pada perlakuan pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik terdapat pada Tabel 7.

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa serapan P tanaman tertinggi adalah pemberian pupuk organik 75% (O₂) yaitu 0,54 %, tidak berbeda nyata dengan 50% (O₃), dan terendah perlakuan tanpa pupuk (O₀). Demikian juga dengan pemberian pupuk anorganik yang tertinggi pada dosis 100% (A₁) yaitu 0,53 % dan terendah pada perlakuan tanpa pupuk (A₀). Kombinasi pupuk organik dan anorganik berpengaruh tidak nyata terhadap serapan P tanaman. Kombinasi tertinggi diperoleh pada pupuk organik 75% dan anorganik 100% (O₂A₁). Serapan P tanaman terendah terdapat pada O₀A₀.

Tabel 7. Serapan P tanaman Jagung (%) pada Perlakuan Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik

Perlakuan	Pupuk Anorganik					Rataan
	A ₀ (tanpa pupuk)	A ₁ (100%)	A ₂ (75%)	A ₃ (50%)	A ₄ (25%)	
Pupuk Organik						
O ₀ (tanpa pupuk)	0,12	0,29	0,23	0,31	0,28	0,24 c
O ₁ (100%)	0,39	0,48	0,38	0,51	0,47	0,45 b
O ₂ (75%)	0,33	0,72	0,47	0,72	0,49	0,54 a
O ₃ (50%)	0,39	0,68	0,60	0,38	0,34	0,48 ab
O ₄ (25%)	0,36	0,48	0,50	0,39	0,31	0,41 b
Rataan	0,32	0,53	0,43	0,46	0,38	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan 5%.

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa serapan P tanaman tertinggi adalah pemberian pupuk organik 75% (O₂) yaitu 0,54 %, tidak berbeda nyata dengan 50% (O₃), dan terendah perlakuan tanpa pupuk (O₀). Demikian juga dengan pemberian pupuk anorganik yang tertinggi pada dosis 100% (A₁) yaitu 0,53 % dan terendah pada perlakuan tanpa pupuk (A₀). Kombinasi pupuk organik dan anorganik berpengaruh tidak nyata terhadap serapan P tanaman. Kombinasi tertinggi diperoleh pada pupuk organik 75% dan anorganik 100% (O₂A₁). Serapan P tanaman terendah terdapat pada O₀A₀.

7. Serapan K

Dari hasil sidik ragam tersebut dapat dilihat bahwa perlakuan pemberian pupuk organik (O) tidak berpengaruh nyata terhadap serapan K tanaman jagung. Pada perlakuan pemberian pupuk anorganik (A) tidak berpengaruh nyata terhadap serapan K tanaman jagung. Sedang kombinasi perlakuan pemberian pupuk organik dengan pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap serapan K tanaman jagung.

Serapan K tanaman jagung pada perlakuan pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8. Serapan K tanaman Jagung (%) pada Perlakuan Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik

Perlakuan	Pupuk Anorganik					Rataan
	A ₀ (tanpa pupuk)	A ₁ (100%)	A ₂ (75%)	A ₃ (50%)	A ₄ (25%)	
Pupuk Organik						
O ₀ (tanpa pupuk)	0,08	0,22	0,17	0,16	0,23	0,17
O ₁ (100%)	0,13	0,22	0,23	0,36	0,27	0,24
O ₂ (75%)	0,13	0,35	0,16	0,34	0,23	0,24
O ₃ (50%)	0,15	0,19	0,13	0,18	0,13	0,16
O ₄ (25%)	0,16	0,21	0,19	0,16	0,15	0,17
Rataan	0,13	0,24	0,18	0,24	0,20	

Keterangan : Angka-angka yang tidak diikuti huruf pada baris atau kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji Duncan 5%.

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa serapan K tanaman tertinggi adalah pemberian pupuk organik 100% (O₁) yaitu 0,24 %, dan terendah perlakuan 50% (O₃). Demikian juga dengan pemberian pupuk anorganik yang tertinggi pada dosis 100% (A₁) yaitu 0,24 % dan terendah pada perlakuan tanpa pupuk (A₀). Kombinasi pupuk organik dan anorganik berpengaruh tidak nyata terhadap serapan P tanaman. Kombinasi tertinggi diperoleh pada pupuk organik 100% dan anorganik 50% (O₁A₃). Serapan K tanaman terendah terdapat pada O₀A₀.

8. Waktu Berbunga

Waktu berbunga tanaman jagung adalah 57 hari setelah tanam. Jagung di tanam pada tanggal 12

Agustus 2016, dan tanaman jagung mulai berbunga pada tanggal 7 Oktober 2016.

9. Efisiensi Pemupukan

Pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik dapat meningkatkan efisiensi pemupukan N, P dan K. Efisiensi pemupukan N tertinggi sebesar 1,221 pada perlakuan pupuk organik 75% dan pupuk anorganik 50% (O₂A₃). Efisiensi pemupukan P tertinggi sebesar 0,722 pada perlakuan pupuk organik 75% dan pupuk anorganik 100% (O₂A₁). Sedangkan efisiensi pemupukan K tertinggi sebesar 0,360 pada perlakuan pupuk organik 100% dan pupuk anorganik 50% (O₁A₃).

Tabel 9. Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik terhadap Efisiensi Pemupukan N, P dan K

		O0	O1	O2	O3	O4
		0	100%	75%	50%	25%
Serapan N						
A0	0	0,175	0,464	0,224	0,443	0,330
A1	100%	0,510	0,327	0,957	0,486	0,460
A2	75%	0,313	0,398	0,935	0,628	0,488
A3	50%	0,336	0,398	1,221	0,199	0,665
A4	25%	0,319	0,324	0,633	0,249	0,537
Serapan P						
A0	0	0,118	0,385	0,322	0,387	0,359
A1	100%	0,282	0,481	0,722	0,682	0,482
A2	75%	0,232	0,380	0,464	0,602	0,493
A3	50%	0,311	0,514	0,715	0,379	0,386
A4	25%	0,279	0,468	0,487	0,335	0,313
Serapan K						
A0	0	0,076	0,134	0,131	0,149	0,160
A1	100%	0,218	0,216	0,348	0,187	0,206
A2	75%	0,170	0,226	0,164	0,131	0,185
A3	50%	0,155	0,360	0,342	0,180	0,159
A4	25%	0,226	0,265	0,229	0,133	0,145

Pada Tabel 9 menunjukkan efisiensi pemupukan N, P dan K sangat rendah (<20%). Efisiensi pemupukan N tertinggi (1,221), P (0,722) dan K (0,360). Rendahnya efisiensi pemupukan N, P dan K tanaman, yang antara lain disebabkan oleh rendahnya pH tanah pada perlakuan tersebut, dengan pH tanah yang lebih masam (5,24) mengakibatkan ion P difiksasi oleh Fe (Fe-P) sehingga P tidak tersedia bagi tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik akibat penggunaan pupuk organik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*Zea mays* L) di tanah Ultisol. Ultisol adalah tanah dengan horizon argilik bersifat masam dengan kejenuhan basa lebih kecil dari 35 % pada kedalaman 1,8 m dari permukaan tanah. Tanah ini berkembang dari bahan induk tua, di Indonesia banyak ditemukan pada daerah-daerah dengan bahan induk batuan liat (Hardjowigeno, 1993). Kendala utama yang dijumpai pada tanah Ultisol disebabkan karena tingkat pelapukan yang relatif cepat pada daerah-daerah beriklim humid dengan suhu tinggi dan curah hujan tinggi, sehingga Ultisol akan mengalami tingkat pencucian basa-basa yang intensif. Hal ini didukung dari data hasil analisis tanah yang dilakukan di Laboratorium Riset dan Teknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara yang dapat dilihat pada tabel 10.

Masalah utama tanah ultisol adalah memiliki produktivitas yang rendah, karena rendahnya kandungan bahan organik, unsur P yang kurang tersedia, tingginya kadar Al-dd dan memiliki struktur gumpal, agregat berselaput liat dan sebagainya. Kendala dan permasalahan utama tersebut dapat membatasi pertumbuhan dan penetrasi akar tanaman pada tanah Ultisol (Notohadiprawiro, 2006).

Maka untuk mencukupi kebutuhan unsur hara dan bahan organik yang dibutuhkan oleh tanaman, maka dilakukan pemberian pupuk organik dan pupuk Anorganik. Dalam penelitian ini terlihat bahwa dengan pemberian pupuk organik dan pupuk Anorganik dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman pada tanah ultisol. Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) menyatakan bahwa aplikasi pupuk organik yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik dapat menghemat biaya pemupukan dan pengujian lapang terhadap tanaman pangan (kentang, jagung dan padi). Selain itu menunjukkan hasil yang menggembirakan karena dapat menghemat biaya pupuk dan dapat meningkatkan produksi khususnya untuk dosis 75% pupuk kimia ditambah 25% pupuk organik.

Tabel 10. Hasil Analisis Tanah

No	Unsur yang dianalisis	Nilai	Kriteria
1.	pH H ₂ O	5,24	
2.	C-organik	1,11%	
3.	N-Total	0,04%	
4.	P-tersedia	12,19 ppm	
5.	K-dd	0,629 me/100 g	
6.	Na-dd	0,241 me/100 g	
7.	Ca-dd	1,585 me/100 g	
8.	Mg-dd	0,427 me/100 g	
9.	KTK	14 me/100 g	
10.	Al-dd	1,27 me/100 g	

Pada dosis tersebut, produksi untuk tanaman jagung dapat meningkat hingga 10,98% (Goenadi *et.al.*, 1998).

1. Pengaruh Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung di Tanah Ultisol

Dari hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa pemberian pupuk organik berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 8 dan 12 MST, bobot pipilan kering, serapan N dan P, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk, bobot kering akar dan serapan K. Hal ini disebabkan karena pupuk organik yang digunakan belum matang atau pupuk organik yang masih mengalami proses dekomposisi.

Hasil analisis pupuk organik menunjukkan bahwa kompos kotoran ayam mengandung pH (H₂O) 5.74, C-organik 8.60%, N-total 0.58%, C/N 14.83, P 0.014%, K 0.027%. Unsur hara dalam pupuk organik dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi jagung, terutama pertumbuhan tongkol dan biji jagung. Pemberian pupuk organik juga dapat meningkatkan ketersediaan air dalam tanah sehingga dapat meningkatkan produksi jagung, karena dalam pembentukan biji dibutuhkan

air yang cukup. Kekurangan air menyebabkan bunga gugur dan pembentukan biji terhambat (Marsono dan Sigit, 2001).

Pada dosis 100 % pupuk organik dapat mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. Namun, pertumbuhan dan produksi tanaman yang rendah karena nilai C/N pupuk yang digunakan tinggi (14,83) mengakibatkan banyak unsur-unsur hara yang terdekomposisi dan tidak dapat dimanfaatkan tanaman. Menurut Murbandono (2000) tingkat dekomposisi bahan organik menentukan ketersediaan unsur hara yang terdapat dalam pupuk tersebut. Kompos kotoran ayam mengandung unsur N, P dan K yang cukup rendah untuk mendukung pertumbuhan dan produksi jagung. Unsur N dan P dibutuhkan tanaman sebagai penyimpanan energi dan transfer ikatan energi, kalium berperan dalam translokasi karbohidrat. Nitrogen merupakan bahan penyusun asam amino, amida, basa bernitrogen seperti urine dan protein serta nukleoprotein. Posfor merupakan komponen struktural sejumlah senyawa penting molekul pentransfer

energi yaitu ADP dan ATP, NAD, NADPH, dan senyawa sistem informasi genetik DNA dan RNA (Dwidjosaputra, 1990).

Kompos kotoran ayam sebagai pupuk organik selain dapat menyumbangkan unsur hara (memperbaiki sifat kimia tanah) juga dapat memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah. Secara biologi pupuk organik merupakan makanan bagi mikroorganisme tanah. Penambahan pupuk organik akan meningkatkan jumlah mikroorganisme tanah dan aktifitasnya juga tinggi. Aktifitas mikroorganisme tanah dapat memperbaiki sifat fisik tanah yaitu kegemburan dan aerasi tanah. Pupuk organik merupakan makanan bagi mikroorganisme dalam tanah. Peningkatan pupuk organik dalam tanah akan meningkatkan aktifitas mikroorganisme sehingga tanah menjadi gembur dan meningkatkan aerasi tanah. Aerasi yang baik akan mendukung perkembangan akar dan penyerapan hara (Marsono dan Sigit, 2001).

Pemberian pupuk organik 100% menimbulkan serapan N dan P yang tinggi dan berbeda nyata. Hal ini karena ketersediaan unsur hara terutama N dan P dalam tanaman sudah mencukupi untuk pertumbuhan tanaman jagung. Ketersediaan N dan P yang memadai sangat dibutuhkan karena dalam pertumbuhan tanaman terjadi proses-proses pembelahan sel dan pemanjangan sel dimana proses-proses tersebut memerlukan karbohidrat dalam jumlah besar. Poerwowidodo (1992) menambahkan bahwa N merupakan bagian pokok tanaman hidup. N hadir sebagai satuan fundamental dan protein, asam nukleik, klorofil dan senyawa organik lainnya. Protein merupakan penyusun utama protoplasma. Fungsinya sebagai

bahan vital berbagai enzim yang merupakan sentral dalam seluruh proses metabolisme tanaman. Unsur P sangat penting untuk pertumbuhan dan produksi tanaman. Terhadap pertumbuhan tanaman P dapat merangsang perkembangan perakaran tanaman. Sedangkan pada produksi tanaman P mempertinggi hasil serta bahan kering, memperbesar bobot biji, memperbaiki kualitas hasil serta mempercepat kematangan (Nyakpa *et al.*, 1988). Hal ini sesuai dengan penelitian Sondari *et al* (2014) yang menunjukkan bahwa dengan adanya pemberian pupuk organik yang sedikit ternyata menimbulkan serapan N dan P yang tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya yang menggunakan perbandingan pupuk paling banyak. Justru dengan pemberian pupuk banyak mengakibatkan serapan pupuk terganggu, sehingga menimbulkan perbedaan nyata.

2. Pengaruh Pupuk Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung di Tanah Ultisol

Dari hasil penelitian pupuk Anorganik berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 8 MST, bobot kering akar dan bobot pipilan kering, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman umur 12 MST, bobot kering tajuk, serapan N, P dan K.

Pemberian pupuk Anorganik 100% merupakan dosis pupuk terbaik yang dapat meningkatkan komponen hasil tanaman bila dibandingkan dengan perlakuan dosis pupuk lainnya. Meningkatnya komponen hasil yang dipengaruhi perlakuan A₁ berhubungan atau ada kaitannya dengan produksi organ tanaman

lainnya pada saat tanaman memperoleh fotosintesis di translokasikan ke bagian yang memerlukannya, antara lain bobot kering tajuk, bobot kering akar, bobot pipilan kering. Hal ini sesuai dengan pernyataan Salisbury dan Ross (1995), bahwa meningkatnya produksi tanaman tidak terlepas dari pengaruh peranan unsur hara N, P dan K terhadap pertumbuhan. Unsur N sangat berperan dalam klorofil, begitu pula P dan K walaupun kedua unsur ini tidak termasuk dalam susunan klorofil, tentu semua sangat membantu dalam proses fotosintesis yang kemudian menghasilkan fotosintat ke berbagai organ tanaman.

Peningkatan produksi tanaman jagung diperoleh dengan meningkatnya dosis pupuk, karena unsur hara makro dalam berbagai proses yang terdapat dalam proses metabolisme sel dalam tanaman. Menurut Rosmarkam dan Yuwono (2002) peranan utama unsur makro tidak dapat digantikan dengan unsur lain. Hal ini sesuai dengan Siregar (2012) menyatakan bahwa dengan pemberian pupuk anorganik 12 g/tanaman menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai.

Walaupun tidak berpengaruh nyata serapan N tertinggi pada perlakuan 50% (A_3), serapan P dan K tertinggi pada perlakuan 100% (A_1). Serapan P dan K tanaman tertinggi cenderung pada perlakuan yang sama. Serapan N, P dan K tanaman terendah pada perlakuan A_0 . Semakin tinggi serapan N, P dan K tanaman, maka akan semakin tinggi pula bobot pipilan kering jagung. Hal itu diduga karena adanya hubungan yang erat antara ketersediaan N, P

dan K dengan bobot pipilan kering jagung. Hal ini sesuai dengan penelitian Dermiyati *et al* (2014) dengan pemberian pupuk kimia (anorganik) cenderung memiliki serapan hara N, P dan K serta produksi jagung tertinggi, dan juga terdapat korelasi antara serapan N, P dan K dengan produksi jagung (bobot berangkasan tanaman dan bobot pipilan kering).

Tingginya penyerapan N dalam tanaman, juga menentukan total energi sinar matahari termanfaatkan oleh tanaman. Total energi sinar matahari yang termanfaatkan oleh tanaman sangat mempengaruhi *photosynthetic photo flux density (PPFD)*. Bila PPFD menurun, maka laju pertukaran CO_2 (CO_2 exchange rate CER) menurun. Penurunan CER sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tanaman. Penurunan 30% CER karena penurunan radiasi matahari dari 700 menjadi $325\mu \text{ mol m}^2/\text{dt}$, berakibat penurunan luas daun 55% dan penurunan total bahan kering tanaman 60% (Raper dan Kramer 1987).

Menurut Poerwowidodo (1992), P termasuk anasir hara esensial bagi tanaman dengan fungsi sebagai pemindah energi sampai segi gen-gen yang tidak dapat digantikan dengan hara lain. Ketidacukupan pasokan P menjadikan tanaman tidak tumbuh maksimal atau potensi hasilnya tidak maksimal atau tidak mampu melengkapi proses reproduksi normal. Kalium diserap tanaman dalam bentuk ion K^+ , dan dijumpai di dalam tanah dalam jumlah yang bervariasi. Kalium yang ditambahkan ke dalam tanah dalam bentuk garam-garam mudah

larut KCL, K_2SO_4 , KNO_3 , dan K-Mg- SO_4 . Kalium tidak disintesis menjadi senyawa organik oleh tumbuhan, sehingga unsur ini tetap sebagai ion dalam tumbuhan. Kalium berperan sebagai aktifator dari berbagai enzim yang terlibat dalam sintesa protein dan pati (Lakitan, 2005).

3. Pengaruh Interaksi antara Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung di Tanah Ultisol

Dari tabel analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kedua interaksi berpengaruh nyata terhadap bobot pipilan kering, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, bobot kering tajuk bobot kering akar, serapan N, P dan K tanaman.

Interaksi pupuk organik dan pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jagung. Namun secara tunggal, pupuk organik berpengaruh nyata (Tabel 2). Tinggi tanaman pada umur 8 dan 12 MST interaksi pupuk organik dan anorganik (O_1A_3) cenderung memiliki tinggi tanaman tertinggi dibandingkan dengan perlakuan kombinasi lainnya. Lebih tingginya pengaruh O_1A_3 menunjukkan bahwa perlakuan tersebut mampu menciptakan kondisi media tumbuh yang baik dan lebih baik daripada pengaruh perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian Yusnaeni *et al.*, (2004) membuktikan bahwa selama 2 musim tanam pertanaman jagung, kombinasi pupuk organik dan pupuk anorganik dapat memperbaiki produktivitas lahan, yaitu perbaikan dalam peningkatan

pH, kadar N-total tanah dan populasi cacing tanah sehingga produksi jagung juga meningkat.

Tinggi tanaman pada perlakuan kombinasi O_1A_2 lebih rendah dari perlakuan kombinasi O_1A_3 . Hal ini diduga berhubungan dengan serapan K tanaman. Peranan hara K dalam translokasi senyawa-senyawa organik dari daun menuju ke bagian-bagian tanaman yang lain.

Hasil ini didukung oleh serapan N tertinggi pada perlakuan O_2A_3 dan terendah O_0A_0 , serapan P tertinggi pada perlakuan O_2A_1 dan terendah perlakuan O_0A_0 , dan serapan K tertinggi pada perlakuan O_1A_3 dan terendah perlakuan O_0A_0 . Lebih tingginya serapan N, P dan K tanaman didukung oleh lebih tingginya produksi jagung yang ditunjukkan oleh bobot pipilan kering. Keefektifan dan keefisienan pemberian pupuk organik dan anorganik dapat dilihat pada pemberian 75% pupuk organik dan 50% pupuk anorganik (O_2A_3). Peranan hara N dalam memacu pertumbuhan vegetatif dan sintesa asam amino, dan kemudian K berfungsi antara lain pada perkembangan akar, pembentukan karbohidrat dan mempengaruhi penyerapan unsur lain. Selanjutnya P berperan penting dalam pembelahan sel, perkembangan akar, pembentukan bunga dan biji, penyusunan RNA dan DNA dan menyimpan, memindahkan energi (ATP dan ADP) (Leiwakabesy *et al.*, 2003; Marschner, 1986).

Perlakuan O_3A_1 , O_2A_1 , O_2A_3 dan O_3A_2 menghasilkan bobot pipilan kering nyata lebih tinggi daripada perlakuan lainnya, dan perlakuan kombinasi O_3A_1 cenderung lebih tinggi daripada

perlakuan O_2A_1 , O_2A_3 dan O_3A_2 . Hal ini diduga karena pada perlakuan pupuk organik terdapat keseimbangan pupuk yang berasal dari kombinasi pupuk organik dan pupuk anorganik untuk kebutuhan produksi jagung.

Perlakuan O_1A_0 menghasilkan bobot kering tajuk dengan bobot 32,57 g lebih tinggi daripada perlakuan lainnya. Perlakuan O_3A_1 menghasilkan bobot kering akar dengan bobot 18,22 g lebih tinggi daripada perlakuan lainnya. Walaupun tidak berpengaruh nyata, namun menunjukkan bahwa baik pupuk organik maupun pupuk anorganik memberikan pengaruh yang sama baiknya pada berbagai tingkat dosis yang diberikan. Pada suatu tingkat dosis pupuk organik maka semakin meningkat dosis pupuk anorganik semakin baik produksi, begitu pula pada suatu tingkat dosis pupuk anorganik maka semakin meningkat dosis pupuk organik semakin baik produksi. Tanaman jagung memberikan respon yang baik terhadap pemberian pupuk anorganik dan pupuk organik dengan dosis yang tinggi. Pemberian pupuk anorganik disertai pemberian pupuk organik akan saling mendukung. Pemberian pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki kerusakan tanah akibat bahan kimia yang ditimbulkan oleh insektisida dan pupuk pabrikan dan meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi tanaman, sedangkan pemberian pupuk anorganik berperan untuk pertumbuhan akar, buah dan biji. Hal ini sesuai dengan Dartius (1990) dalam Rambe (2014) bahwa ketersediaan unsur-unsur yang

dibutuhkan tanaman yang berada dalam keadaan cukup, maka hasil metabolismenya akan membentuk protein, enzim, hormon dan karbohidrat, sehingga pembesaran, perpanjangan dan pembelahan sel akan berlangsung dengan cepat.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Terdapat hubungan antara serapan N, P dan K dengan produksi jagung (bobot kering tajuk, bobot kering akar, bobot pipilan kering). Pemberian pupuk anorganik menunjukkan bahwa tinggi tanaman, bobot kering tajuk, bobot kering akar tertinggi pada perlakuan pupuk organik 100% (O_1). Sedangkan bobot pipilan kering, serapan N, P dan tertinggi pada perlakuan pupuk organik 75% (O_2). Pemberian pupuk anorganik menunjukkan bahwa tinggi tanaman dan serapan N tertinggi pada perlakuan pupuk anorganik 50% (A_3), bobot kering tajuk, bobot kering akar, bobot pipilan kering. Sedangkan serapan P dan K tertinggi pada perlakuan pupuk anorganik 100% (A_1).

Pemberian kombinasi pupuk organik 50% + anorganik 100%, menghasilkan bobot pipilan kering yang tinggi.

Saran

Diharapkan adanya penelitian lanjutan pada tanaman dan jenis tanah yang lain agar diperoleh dosis pupuk organik dan pupuk anorganik yang optimal untuk produksi tanaman tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrachman, A., I. Juarsah, dan U. Kurnia. 1999. *Pengaruh Penggunaan Berbagai Jenis dan Takaran Pupuk Kandang Terhadap Produktivitas Tanah Ultisols Terdegradasi di Desa Batin, Jambi*. Pros. Seminar Nasional Sumber Daya Tanah, Iklim dan Pupuk. Bogor. Buku II. Puslittanak.
- Adimihardja, A., I. Juarsah dan U. Kurnia. 2000. *Pengaruh Penggunaan Berbagai Jenis dan Takaran Pupuk Kandang Terhadap Produktivitas Tanah Ultisol Terdegradasi di Desa dan Agroklimat*, Bogor.
- Anonim. 2001. *Pupuk Organik*. Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI. <http://www.biotek.lipi.go.id/index.php/publication/berita/umu>.
- Baligar V.C. and N.K. Fageria. 2005. *Enhancing Nitrogen Use Efficiency in Crop Plants*. Advances in Agronomy 88: 97-185.
- Budiman, Haryanto. 2012. *Sukses Bertanam Jagung Komoditas Pertanian yang Menjanjikan*. Pustaka Baru Press, Yogyakarta.
- Burbey, D. Alamsyah, A. Sahu dan Z. Zaini. 1998. *Tanggap Tanaman Kedelai Terhadap Pemberian Fosfor dan Pupuk Kandang Pada Berbagai Takaran Kapur*. PP Sukarami 13:30-35.
- Damanik, M. M. B., B. E. Hasibuan, Fauzi, Sarifuddin dan H. Hanum. 2011. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU Press, Medan
- Darmijati, S. 1987. *Tanggap Empat Varietas Kacang Tanah Terhadap Pemberian Bahan Organik*. PP Sukarami 10: 17-21
- Dermiyati., J. Lumbanraja., A. Niswati., S. Triyono dan M. Deviana. 2014. *Pengaruh Pemberian Kombinasi Pupuk Organonitrofos dan Pupuk Kimia Terhadap Serapan Hara dan Produksi Tanaman Jagung (Zea mays L.) Musim Tanam Kedua di Tanah Ultisol GedungMeneng*. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik. Bogor.
- Dwidjosaputra, D. 1990. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia, Jakarta.
- Hanafiah, dkk. 2009. *Biologi dan Ekologi Tanah*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Penerbit Akademik Persindo, Jakarta
- Hartatik, W., D. Setyorini, L. R. Widowati dan S. Widati. 2005. *Laporan Akhir Penilitin Teknologi Pengelolaan Hara Pada Budidaya Pertanian Organik*. Laporan Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Tanah dan Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Persentatif
- Kristanto, A. 2008. *Teknologi Pascapanen Untuk Peningkatan Mutu Jagung*. PT. Bisi Pare- Kediri
- Lakitan, B. 2005. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Raja Grafindo Perkasa, Jakarta.

- Leiwakabessy, F. M., U. M. Wahjudin dan Suwarno. 2003. *Kesuburan Tanah*. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Matarirano, L. 1994. *Liquid Manure Is Good Fertilizer. Developing Countries Farm. Radio Network*. Oktober 1994. Paket 34, Naskah 3
- Mayadewi dan Ari. 2007. *Pengaruh Jenis Pupuk Kandang dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Gulma Hasil Jagung Manis*. *Agritrop*, 26 (4): 153-159 ISN: 0215 8620
- Marschner, H. 1986. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press Harcourt brace Jovanovich, Publishers, London Orlando San Diego, New York Austin Boston, Sydney, Tokyo, Toronto. 674 pp.
- Murni, A. M., Y. Barus, Kiswanto, Slameto, D. Suherlan, A. Sopandi dan Sunaryo. 2007. *Agronomic Survey For Maize In Lampung*. Presentation at Workshop On Site Spesific Nutrient Management For Maize. Bandar Lampung.
- Nasution, A. M. 1987. *Pengaruh Pemberian Berbagai-Macam Pupuk Kandang Terhadap Ketersediaan Fosfat dan Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Tanah Masam*. Tesis. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Notohadiprawiro. 2006. *Pengelolaan Kesuburan tanah dan Peningkatan Efisiensi Pemupukan*. <http://soil.faperta.ugm.ac.id/tj/1981/1984%20penge.pdf>. Diakses tanggal 2 Mei 2016
- Nuryamsi, D., O. Sopandi, D. Erfandi, Sholeh dan P. G. Widjaja. 1995. *Penggunaan Bahan Organik, Pupuk P dan K Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanah Podsolik*. Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah Agroklimat, Bogor
- Nyakpa, M.Y., A.M. Lubis, M.A. Pulung, A.G. Amrah, A. Munawar, Go Ban Hong dan N. Hakim. 1988. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung Press. Bandar Lampung.
- Poerwowidodo. 1992. *Telaah Kesuburan Tanah*. Angkasa. Bandung.
- Prasetyo, B. H dan D. A. Suriadikarta. 2006. *Karakteristik, Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia*. Balai Penelitian Tanah, Bogor
- Sanchez, Pedro. A. 1993. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika, Terjemahan Amir Hamzah*. Penerbit ITB. Bandung.
- Setyamidjaja, D. 1986. *Pupuk dan Pemupukan*. Penerbit CV. SIMPLEX. Jakarta.
- Siregar, A. E. 2012. *Pengaruh Dosis dan Waktu Pemberian Pupuk Anorganik Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (Glycine max L. Merrill)*. *Agriland, Jurnal Ilmu Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara*. 2(2), 90-97.
- Soil Survey Staff. 2014. *Keys to Soil Taxonomy, 12th edition*. United States Department of Agriculture Natural Resources Conversation Service.

- Sondari, N., A. Komariah., Noertjahyani dan D. Andriawan T. 2014. *Karakteristik Pertumbuhan, Serapan N dan P Tanaman, Kandungan Timbal pada Biji serta Hasil Kacang Tanah Akibat Kombinasi Perbandingan Volume Tanah dengan Jenis Pupuk Organik Padat*. Prosiding Seminar dan Lokakarya FKPTPI : "Mengembalikan Patriotisme Pertanian". Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Sumatera Barat.
- Stevenson, F. J. 1982. *Humus Chemistry Genesis, Composition, Reaction*. Khon Willey and Sons. New York
- Suastika, I. W., M. T. Sutiadi dan A. Kasno. 2005. *Pengaruh Pupuk Kandang dan Fosfat Alam Terhadap Produktifitas Jagung*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor
- Subandi, I. G. Ismail dan Hermanto. 1998. *Jagung, Teknologi Produksi dan Pascapanen*. Penelitian P.57
- Subagyo, H, S. Nata dan A. B. Siswanto. 2000. *Tanah-Tanah Pertanian di Indonesia dalam Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor.
- Sukiyono, K. 2005. *Faktor Penentu Tingkat Efisiensi Teknik Usahatani Cabai Merah di Kecamatan Selupu Rejang, Kabupaten Rejang Lebong*. Jurnal Agro Economy. Volume 23 No 2, Oktober 2005 : 176-190
- Suriadikarta, D. A., T. Prihartini., D. Setyorini dan W. Hartatik. 2002. *Teknologi Pengelolaan Bahan Organik Tanah. Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif dan ramah Lingkungan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. BPTP, Bogor. Hlm : 185-186.
- Tan, K. H. 1993. *Environmental of Soil Science*. Meal Dekka, Inc, New York
- Widodo. 2008. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Jawa Barat: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian
- Widowati, L. R., Sri Widati, U. Jaenuddin dan W. Hartatik. 2005. *Pengaruh Kompos Pupuk Organik Yang Diperkaya Dengan Bahan Mineral dan Pupuk Hayati terhadap Sifat Tanah*. Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis, Balai Penelitian Tanah, TA 2005
- Yurnaldi. 2006. *Revolusi Pertanian Hijau di Sumbar*. Kompas, 13 Februari 2006
- Yusnaeni, S., M.A.S. Arif, J. Lumbanraja, S.G. Nugroho dan M. Nonaka. 2004. *Pengaruh Jangka Panjang Pemberian Pupuk Organik dan Inorganik serta Kombinasinya terhadap Perbaikan Tanah Masam Taman Bogo*. J. Tanah Trop, 18:155-162

