

**PENGARUH LIMBAH PADAT KELAPA SAWIT (SLUDGE) DAN PUPUK FOSFOR
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI JAGUNG MANIS
(*Zea mays saccharata* Sturt)**

**EFFECT OF OIL PALM OIL SOLID WASTE (SLUDGE) AND PHOSPHORICAL
FERTILIZER ON THE GROWTH AND TIELD OF SWEET CORN(*Zea mays
saccharata* Sturt)**

Gustian Affandi¹, Adiwirman²
Program Studi Agroteknologi, Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru
gustian901@gmail.com/085365680353

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk fosfor serta untuk mendapatkan dosis terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) pada tanah inceptisol di kebun percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Riau dari bulan Januari 2018 sampai Maret 2018 menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dengan 3 taraf yaitu 0, 10 dan 20 ton.ha⁻¹, faktor kedua pupuk SP-36 dengan 3 taraf yaitu 75, 100 dan 125 kg.ha⁻¹. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji BNJ pada taraf 5%. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, rasio tajuk akar, muncul bunga jantan, muncul bunga betina, diameter tongkol, panjang tongkol, berat tongkol per plot, berat tongkol berkelobot dan berat tongkol tanpa kelobot. Pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dosis 20 ton.ha⁻¹ dan pemberian pupuk SP-36 dosis 125 kg.ha⁻¹ memberikan hasil terbaik untuk semua parameter pengamatan yaitu tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, rasio tajuk akar, mempercepat muncul bunga jantan dan muncul bunga betina, diameter tongkol, panjang tongkol, berat tongkol per plot, berat tongkol berkelobot dan berat tongkol tanpa kelobot.

Keywords: Sludge, pupuk SP-36, Inceptisol, jagung manis

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the interaction of sludge and phosphorus fertilizers and to obtain the best dose in increasing the growth and production of sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt) on inceptisol soil in experimental station of Faculty of Agriculture, University of Riau from January 2018 to March 2018 using Randomized Block Design (RAK) method consisting of two factors and three replications. The first factor was solid waste of palm oil (*sludge*) with 3 levels ie 0, 10 and 20 ton.ha⁻¹, second factor of SP-36 fertilizer with 3 levels ie 75, 100 and 125 kg.ha⁻¹. The data obtained were analyzed by using ANOVA and followed by HSD test at the 5 % level. The observed parameters were plant height, stem diameter, number of leaves, root canopy ratio, male flower appeared, female flower, cob diameter, ear length, cob weight per plot, weight of cob weighing and cob weight without weight. Sludge waste of 20 tons. ha⁻¹ and fertilization of SP-36 doses 125 kg. ha⁻¹ gave the best results for all observation parameters ie plant height, stem diameter, number of

leaves, root shoot ratio, speed up male flowers appears and female flowers appear, the diameter of the ear, the length of the ear, the weight of the cob per plot, the weight of the cob weighs and the weight of the cob without the weights.

Keywords: Sludge, SP-36 fertilizer, Inceptisol, sweet corn

PENDAHULUAN

Upaya untuk memenuhi kebutuhan jagung manis yang terus meningkat dapat dilakukan dengan meningkatkan produksi, namun dalam pengembangannya masih sering mengalami kendala diantaranya harga benih yang tinggi dan memerlukan pemeliharaan yang intensif. Setiawan (1993) menyatakan bahwa pertumbuhan, produksi dan mutu hasil jagung manis dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan seperti kesuburan tanah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah adalah dengan kombinasi pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik.

Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari tanaman atau hewan dan dapat berbentuk padat atau cair. Menurut Yuwono (2004) bahwa penggunaan pupuk organik bersama-sama dengan penggunaan pupuk anorganik mampu meningkatkan efisiensi serapan hara tanpa merusak lingkungan akibat pemupukan berlebihan. Risza (2010) menyatakan bahwa salah satu bahan organik yang dapat diberikan kepada tanaman untuk menambah unsur hara dan memperbaiki struktur tanah adalah *sludge*.

Sludge adalah benda padat yang tenggelam di dasar bak pengendapan dalam sarana pengolahan limbah kelapa sawit dan harus dibuang atau dikelola untuk mengurangi pencemaran lingkungan (Siregar, 2007). Menurut Silalahi (1996) bahwa kandungan unsur hara yang terdapat pada *sludge* adalah N= 0,49-2,1%, P₂O₅= 0,46%, K₂O= 1,3-2,35%, Ca= 1,3% dan Mg= 0,3-0,64%.

Pabrik kelapa sawit cukup banyak menghasilkan limbah dalam pengolahan

tandan buah segar. Gumbira (1996) menyatakan bahwa *sludge* mengandung kadar bahan organik tinggi, tetapi biasanya dibiarkan menumpuk di sekitar pabrik atau mungkin dialirkan ke sungai. Dwiatmini *et al.* (1996) menyatakan bahwa mengolah atau mendaur ulang limbah lebih menguntungkan karena limbah yang telah didaur ulang secara sederhana dapat diolah menjadi pupuk organik. Hal ini akan lebih efektif dan efisien karena banyak memberikan keuntungan dan mempunyai nilai ekonomis.

Sludge dapat memperbaiki pertumbuhan dan meningkatkan produksi tanaman, karena mengandung berbagai unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Sutedjo, 1992). Secara tunggal pemberian *sludge* 20 ton.ha⁻¹ berpengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman, total luas daun, umur berbunga, umur panen, jumlah baris pertongkol, diameter tongkol, panjang tongkol dan bobot tongkol (Mukri, 2009).

Unsur P berperan dalam membentuk sistem perakaran yang baik. Apabila tanaman kekurangan unsur hara P maka dapat menyebabkan berkurangnya perkembangan akar, dimana akar akan kelihatan kecil-kecil (Sarief, 1986). Soetedjo dan Kartasapoetra (1988) menyatakan bahwa pupuk SP-36 yang mengandung unsur P, merupakan salah satu unsur hara yang sangat membantu peningkatan produksi tanaman, peranan P pada tanaman adalah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman muda menjadi dewasa, mempercepat pembungaan dan pemasakan buah serta biji dan dapat meningkatkan biji-bijian. Sumarno (1993) menambahkan bahwa unsur P merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi peningkatan hasil atau produksi tanaman

jagung dan fosfor sangat dibutuhkan tanaman saat pembentukan tongkol, mengaktifkan pengisian tongkol dan mempercepat pemasakan biji.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk fosfor serta untuk mendapatkan dosis terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt).

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Riau, Kampus Bina Widya km. 12,5 Kelurahan Simpang Baru, Kecamatan Tampan, Pekanbaru. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2018 sampai dengan Maret 2018.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih jagung manis varietas *Bonanza* F1, Limbah Padat Kelapa Sawit (*Sludge*), pupuk SP-36, pupuk Urea dan KCl. Alat yang digunakan terdiri dari alat pengolahan tanah (cangkul, garu), ember, timbangan analitik, *sprayer*, selang, jangka sorong, meteran, timbangan biasa, kertas label dan alat tulis.

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen menggunakan rancangan acak kelompok faktorial (3 x 3). Faktor pertama adalah limbah padat kelapa sawit (*sludge*) yaitu: S0 = tanpa limbah padat kelapa sawit (*sludge*), S1 = 10 ton.ha⁻¹ dan S2 =

20 ton.ha⁻¹. Faktor kedua adalah pupuk SP-36 yaitu: P1 = 75 kg.ha⁻¹, P2 = 100 kg.ha⁻¹ dan P3 = 125 kg.ha⁻¹.

Kombinasi dari kedua faktor diperoleh 9 perlakuan dan 3 ulangan sehingga diperoleh 27 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji Tukey's (BNJ) taraf 5%. Parameter pengamatan yaitu tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, rasio tajuk akar, mempercepat muncul bunga jantan dan muncul bunga betina, diameter tongkol, panjang tongkol, berat tongkol per plot, berat tongkol berkelobot dan berat tongkol tanpa kelobot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Tinggi Tanaman

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, namun interaksi antara keduanya berpengaruh tidak nyata. Tinggi tanaman jagung manis umur 42 HST dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tinggi tanaman (cm) jagung manis umur 42 HST dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36

SLUDGE (ton.ha ⁻¹)	Pupuk SP-36 (kg.ha ⁻¹)			Rata-rata
	75	100	125	
0	144,33 d	160,33 cd	163,33 cd	156,00 c
10	165,33 bcd	170,66 bc	167,33 bc	167,77 b
20	172 bc	185,33 ab	194 a	183,77 a
Rata-rata	160,55 b	172,11 a	174,88 a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa penggunaan limbah padat kelapa sawit (*sludge*) 10 ton.ha⁻¹ dan 20 ton.ha⁻¹ berbeda nyata meningkatkan tinggi tanaman masing-masing sebesar 7,54% atau 11,77 cm dan 17,80% atau 27,7 cm bila dibandingkan dengan tinggi tanaman pada tanaman kontrol atau tanpa penggunaan limbah padat kelapa sawit (*sludge*). Peningkatan dosis pupuk SP-36 dari 75 ke 100 kg.ha⁻¹ meningkatkan tinggi tanaman sebesar 7,2% atau 11,56 cm, namun peningkatan dosis pupuk SP-36 dari 100 kg.ha⁻¹ sampai 125 kg.ha⁻¹ tidak nyata meningkatkan tinggi tanaman.

Diameter Batang

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta interaksi keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap diameter batang. Diameter batang jagung manis umur 42 HST dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Diameter batang (cm) jagung manis umur 42 HST dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36

<i>SLUDGE</i> (ton.ha ⁻¹)	Pupuk SP-36 (kg.ha ⁻¹)			Rata-rata
	75	100	125	
0	1,98 a	2,04 a	2,05 a	2,02 a
10	2,05 a	2,07 a	2,12 a	2,08 a
20	2,15 a	2,16 a	2,24 a	2,18 a
Rata-rata	2,06 a	2,09 a	2,14 a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa interaksi limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta faktor tunggal limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 berbeda tidak nyata terhadap diameter batang tanaman jagung manis.

Jumlah Daun

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta interaksi keduanya berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun. Jumlah daun jagung manis umur 42 HST dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah daun tanaman jagung manis umur 42 HST dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36

<i>SLUDGE</i> (ton.ha ⁻¹)	Pupuk SP-36 (kg.ha ⁻¹)			Rata-rata
	75	100	125	
0	6,66 a	6,93 a	7,06 a	6,88 a
10	7,13 a	7,20 a	7,26 a	7,20 a
20	7,33 a	7,33 a	7,40 a	7,35 a
Rata-rata	7,04 a	7,15 a	7,24 a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa interaksi limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta faktor tunggal limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 tidak berbeda nyata terhadap jumlah daun tanaman jagung manis.

Rasio Tajuk Akar

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal limbah padat kelapa sawit (*sludge*) berpengaruh nyata terhadap

rasio tajuk akar, namun faktor tunggal pemberian pupuk SP-36 serta interaksi antara limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 berpengaruh tidak nyata. Rasio tajuk akar jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rasio tajuk akar tanaman jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36

<i>SLUDGE</i> (ton.ha ⁻¹)	Pupuk SP-36 (kg.ha ⁻¹)			Rata-rata
	75	100	125	
0	11,65 a	11,18 a	11,12 a	11,28 a
10	10,48 a	10,00 a	9,84 a	10,10 ab
20	9,78 a	9,55 a	9,02 a	9,45 b
Rata-rata	10,64 a	10,24 a	9,96 a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Interaksi limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta faktor tunggal pemberian pupuk SP-36 tidak berbeda nyata pada rasio tajuk akar.

Peningkatan dosis limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dari 0 ke 10 ton.ha⁻¹ tidak berbeda nyata terhadap rasio tajuk akar, namun peningkatan dosis limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dari 0 ke 20

ton.ha⁻¹ berbeda nyata meningkatkan rasio tajuk akar yaitu sebesar 19,36% atau 1,83.

Muncul Bunga Jantan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal limbah padat kelapa sawit (*sludge*) berpengaruh nyata terhadap muncul bunga jantan, namun faktor tunggal pemberian pupuk SP-36 serta

interaksi antara limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 berpengaruh tidak nyata. Muncul bunga jantan pada tanaman jagung manis dengan pemberian

limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Muncul bunga jantan (HST) tanaman jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36

SLUDGE (ton.ha ⁻¹)	Pupuk SP-36 (kg.ha ⁻¹)			Rata-rata
	75	100	125	
0	48,00 a	46,33 ab	46,33 ab	46,88 a
10	46,00 ab	45,66 ab	45,66 ab	45,77 ab
20	45,33 ab	45,00 b	43,66 b	44,66 b
Rata-rata	46,44 a	45,66 ab	45,22 b	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa interaksi limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta faktor tunggal pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan faktor tunggal pemberian pupuk SP-36 berbeda nyata terhadap muncul bunga jantan.

Peningkatan dosis limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dari 0 ke 10 ton.ha⁻¹ berbeda tidak nyata terhadap muncul bunga jantan, namun peningkatan dosis limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dari 0 ke 20 ton.ha⁻¹ nyata mempercepat waktu muncul bunga jantan yaitu sebesar 4,97% atau 2,22 hari. Peningkatan dosis pupuk SP-36 dari 75 ke 100 kg.ha⁻¹ tidak nyata mempercepat muncul bunga jantan, namun peningkatan dosis pupuk SP-36 dari 75

kg.ha⁻¹ sampai 125 kg.ha⁻¹ nyata mempercepat waktu muncul bunga jantan yaitu sebesar 2,69% atau 1,22 hari.

Muncul Bunga Betina

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal limbah padat kelapa sawit (*sludge*) berpengaruh nyata terhadap muncul bunga betina, namun faktor tunggal pemberian pupuk SP-36 serta interaksi antara limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 tidak berpengaruh nyata. Muncul bunga betina pada tanaman jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Muncul bunga betina (HST) tanaman jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36

SLUDGE (ton.ha ⁻¹)	Pupuk SP-36 (kg.ha ⁻¹)			Rata-rata
	75	100	125	
0	51,33 a	51,00 a	50,66 ab	51,00 a
10	50,00 ab	49,66 ab	49,00 ab	49,55 b
20	48,66 ab	48,66 ab	48,00 b	48,44 b
Rata-rata	50,00 a	49,77 a	49,22 a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 6 menunjukkan bahwa interaksi limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta faktor tunggal pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) berbeda nyata terhadap muncul bunga betina. Peningkatan dosis limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dari 0 ke 10 ton.ha⁻¹ nyata mempercepat muncul bunga betina yaitu sebesar 2,92% atau 1,45 hari, namun peningkatan dosis limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dari 0 ke 20 ton.ha⁻¹ tidak nyata mempercepat waktu muncul bunga betina.

Tabel 7. Diameter tongkol (cm) jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36

SLUDGE (ton.ha ⁻¹)	Pupuk SP-36 (kg.ha ⁻¹)			Rata-rata
	75	100	125	
0	3,95 d	4,28 c	4,36 bc	4,20 b
10	4,26 c	4,58 b	5,06 a	4,63 a
20	4,20 c	4,91 a	5,07 a	4,72 a
Rata-rata	4,14 c	4,59 b	4,83 a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 7 menunjukkan bahwa interaksi limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta faktor tunggal pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 berbeda nyata terhadap diameter tongkol.

Peningkatan dosis limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dari 0 ke 10 ton.ha⁻¹ berbeda nyata terhadap peningkatan diameter tongkol yaitu sebesar 10,2% atau 0,43 cm, namun peningkatan dosis limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dari 10 ke 20 ton.ha⁻¹ tidak nyata. Peningkatan dosis pupuk SP-36 dari 75 sampai 125 kg.ha⁻¹ nyata meningkatkan diameter tongkol yaitu sebesar 16,6% atau 0,69 cm.

Panjang Tongkol

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta

Diameter Tongkol

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta interaksi antara keduanya berpengaruh nyata terhadap diameter tongkol. Diameter tongkol jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 7.

interaksi antara keduanya berpengaruh nyata terhadap panjang tongkol. Panjang tongkol jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Panjang tongkol (cm) jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36

<i>SLUDGE</i> (ton.ha ⁻¹)	Pupuk SP-36 (kg.ha ⁻¹)			Rata-rata
	75	100	125	
0	17,93 e	19,80 cd	21,26 abc	19,66 b
10	19,43 d	19,26 de	21,46 ab	20,05 b
20	20,00 bcd	20,66 abcd	21,93 a	20,86 a
Rata-rata	19,12 c	19,91 b	21,55 a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 8 menunjukkan bahwa interaksi limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta faktor tunggal pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 berbeda nyata meningkatkan panjang tongkol.

Peningkatan dosis limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dari 0 ke 10 ton.ha⁻¹ berbeda tidak nyata terhadap peningkatan panjang tongkol, namun peningkatan dosis limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dari 10 ke 20 ton.ha⁻¹ berbeda nyata yaitu sebesar 4,03% atau 0,81 cm. Peningkatan dosis pupuk SP-36 dari 75 sampai 100 kg.ha⁻¹ dan dari 75 sampai 125 kg.ha⁻¹ nyata

meningkatkan panjang tongkol yaitu berturut-turut sebesar 4,13% atau 0,79 cm dan 12,7% atau 2,43 cm.

Berat Tongkol per Plot

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta interaksi antara keduanya berpengaruh nyata terhadap berat tongkol per plot. Berat tongkol per plot jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Berat tongkol per plot (kg) jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36

<i>SLUDGE</i> (ton.ha ⁻¹)	Pupuk SP-36 (kg.ha ⁻¹)			Rata-rata
	75	100	125	
0	2,22 c	2,29 c	2,35 c	2,28 c
10	2,30 c	2,68 bc	2,73 bc	2,57 b
20	2,63 c	3,22 ab	3,56 a	3,13 a
Rata-rata	2,38 b	2,73 a	2,88 a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 9 menunjukkan bahwa interaksi limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta faktor tunggal pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 berbeda nyata meningkatkan berat tongkol per plot.

Penggunaan dosis limbah padat kelapa sawit (*sludge*) sebanyak 10 ton.ha⁻¹ dan 20 ton.ha⁻¹ berbeda nyata dalam meningkatkan berat tongkol per plot yaitu berturut-turut sebesar 12,7% atau 0,29 kg dan 37,28% atau 0,85 kg bila

dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Peningkatan dosis pupuk SP-36 dari 75 ke 100 kg.ha⁻¹ nyata meningkatkan berat tongkol per plot yaitu sebesar 14,7% atau 0,35 kg, namun peningkatan pupuk SP-36 dari 100 ke 125 kg.ha⁻¹ berbeda tidak nyata.

Berat Tongkol Berkelobot

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal limbah padat kelapa

Tabel 10. Berat tongkol berkelobot (g) jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36

SLUDGE (ton.ha ⁻¹)	Pupuk SP-36 (kg.ha ⁻¹)			Rata-rata
	75	100	125	
0	240,86 e	256,40 cde	259,06 cde	252,11 c
10	254,43 de	267,30 cd	347,76 b	289,83 b
20	280,66 c	363,33 ab	375,06 a	339,68 a
Rata-rata	258,65 c	295,67 b	327,30 a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 10 menunjukkan interaksi limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta faktor tunggal pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 berbeda nyata terhadap berat tongkol berkelobot. Penggunaan limbah padat kelapa sawit (*sludge*) sebanyak 10 ton.ha⁻¹ dan 20 ton.ha⁻¹ berbeda nyata dalam meningkatkan berat tongkol berkelobot yaitu berturut-turut sebesar 14,96% atau 37,72 g dan 34,73% atau 87,57 g bila dibandingkan dengan tanpa pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*). Penggunaan dosis pupuk SP-36 sebanyak 100 kg.ha⁻¹ dan 125 kg.ha⁻¹ nyata meningkatkan berat tongkol per plot yaitu berturut-turut sebesar 14,31% atau 37,02 g dan 26,54% atau 68,65 g bila dibandingkan dengan pemberian pupuk SP-36 dosis 75 kg.ha⁻¹.

sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 serta interaksi antara keduanya berpengaruh nyata terhadap berat tongkol berkelobot. Berat tongkol berkelobot jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 10.

Berat Tongkol Tanpa Kelobot

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 berpengaruh nyata terhadap berat tongkol tanpa kelobot, namun interaksi antara faktor tunggal limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 tidak berpengaruh nyata. Berat tongkol tanpa kelobot jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 setelah diuji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Berat tongkol tanpa kelobot (g) jagung manis dengan pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36

<i>SLUDGE</i> (ton.ha ⁻¹)	Pupuk SP-36 (kg.ha ⁻¹)			Rata-rata
	75	100	125	
0	140,37 c	165,33 c	189,63 bc	165,11 b
10	152,37 c	203,67 abc	263,67 ab	206,57 a
20	192,03 abc	210,93 abc	273,50 a	225,49 a
Rata-rata	161,59 b	193,31 b	242,27 a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 11 menunjukkan interaksi limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 berbeda tidak nyata terhadap tinggi tanaman. Peningkatan dosis limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dari 0 ke 10 ton.ha⁻¹ dan dari 0 ke 20 ton.ha⁻¹ berbeda nyata meningkatkan berat tongkol tanpa kelobot masing-masing sebesar 25,11% atau 41,46 g dan 36,56% atau 60,38 g. Peningkatan dosis pupuk SP-36 dari 75 ke 100 kg.ha⁻¹ berbeda tidak nyata terhadap berat tongkol tanpa kelobot, namun pada dosis pupuk SP-36 100 sampai 125 kg.ha⁻¹ berbeda nyata yaitu sebesar 25,32% atau 48,96 g.

Pembahasan

Secara umum faktor tunggal pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, khususnya pada fase generatif bila dibandingkan dengan faktor tunggal pemberian pupuk SP-36. Hal ini disebabkan karena limbah padat kelapa sawit (*sludge*) mengandung unsur hara yang cukup dan lebih kompleks bila dibandingkan dengan faktor tunggal pemberian pupuk SP-36 yang hanya mengandung satu jenis hara saja yaitu P. Limbah padat kelapa sawit (*sludge*) mengandung beberapa unsur hara seperti N, P, K, Mg dan Ca yang cukup tersedia bagi tanaman jagung manis.

Kandungan nitrogen pada limbah padat kelapa sawit yang cukup tersedia

berfungsi sebagai penyusun enzim dan molekul klorofil, kalium berfungsi sebagai aktivator berbagai enzim dalam sintesa protein maupun metabolisme karbohidrat, fosfor berperan aktif dalam mentransfer energi di dalam sel tanaman dan magnesium sebagai penyusun klorofil serta membantu translokasi fotosintat dalam tanaman. Meningkatnya klorofil maka akan menghasilkan fotosintat yang semakin besar. Fotosintat yang terbentuk digunakan sebagai cadangan makanan dan sumber energi sehingga mendorong proses pembelahan sel dan diferensiasi sel dimana pembelahan sel erat hubungannya dengan pertambahan organ tanaman pada bagian tajuk dan akar jagung manis. Munawar (2011) menyatakan bahwa ketersediaan hara dalam jumlah cukup dan optimal berpengaruh terhadap tumbuh dan berkembangnya tanaman sehingga menghasilkan produksi sesuai dengan potensinya.

Pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) secara umum tidak berpengaruh nyata terhadap parameter diameter batang (tabel 2) dan jumlah daun (tabel 3). Hal ini disebabkan karena berbagai dosis limbah padat kelapa sawit (*sludge*) yang diberikan belum mampu mencukupi kebutuhan unsur hara pada tanaman jagung manis dalam meningkatkan diameter batang dan jumlah daun walaupun limbah padat kelapa sawit (*sludge*) mengandung berbagai unsur hara

esensial. Jika pertumbuhan jumlah daun kurang optimal maka fotosintat yang dihasilkan juga kurang optimal yang berdampak pada rendahnya pertumbuhan tanaman seperti diameter batang. Menurut Sarief (1986) ketersediaan unsur hara yang dapat diserap tanaman merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman yang akan menambah pembesaran sel. Lakitan (2011) menyatakan fotosintat yang dihasilkan diangkut ke organ atau jaringan tanaman lain agar dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan atau ditimbun sebagai cadangan makanan.

Pemberian limbah padat kelapa sawit (sludge) dosis 20 ton.ha-1 dan pupuk SP-36 dosis 125 kg.ha-1 menunjukkan hasil terbaik pada semua parameter pengamatan. Hal ini disebabkan adanya interaksi pupuk SP-36 dan limbah padat kelapa sawit (sludge), dimana pupuk SP-36 mengandung unsur P yang cukup tersedia dan dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman serta limbah padat kelapa sawit (sludge) yang memiliki kandungan unsur hara makro seperti N, P, K dan Mg yang dibutuhkan tanaman jagung manis untuk memacu pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis.

Peningkatan dosis pupuk SP-36 mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu tinggi tanaman dan secara umum meningkatkan pertumbuhan generatif tanaman jagung manis. Pertumbuhan vegetatif tanaman jagung manis yang dipengaruhi yaitu tinggi tanaman. Tinggi tanaman jagung manis dipengaruhi oleh beberapa unsur hara, salah satunya unsur P. Menurut Sarief (1986) bahwa P berperan dalam proses respirasi, fotosintesis dan metabolisme tanaman sehingga mendorong laju pertumbuhan tanaman. Lingga dan Marsono (2002) menyatakan bahwa proses metabolisme tanaman sangat tergantung dengan ketersediaan hara tanaman

terutama N, P dan K dalam jumlah yang cukup pada fase vegetatif maupun generatif. Soetoro *et al.* (1988) menyatakan unsur P merupakan unsur penting bagi tanaman yang berfungsi sebagai zat pembangun yang terikat dalam bentuk senyawa organik dan terdapat dalam tubuh tanaman seperti pada inti sel. Pemberian pupuk SP-36 secara umum meningkatkan pertumbuhan generatif tanaman jagung manis seperti diameter tongkol, panjang tongkol, berat tongkol per plot, berat tongkol berkelobot dan berat tongkol tanpa kelobot. Peningkatan dosis pupuk SP-36 akan meningkatkan ketersediaan unsur hara P yang merupakan unsur hara esensial yang sangat dibutuhkan tanaman setelah unsur N. Meningkatnya diameter tongkol, panjang tongkol, berat tongkol per plot, berat tongkol berkelobot dan berat tongkol tanpa kelobot mengindikasikan bahwa pertumbuhan generatif tanaman jagung manis semakin baik. Unsur P yang terkandung dalam pupuk SP-36 berperan dalam mempercepat pemasakan buah dan meningkatkan produksi. Hal ini disebabkan tersedianya unsur P yang cukup dapat diserap oleh tanaman dan dimanfaatkan untuk aktivitas metabolismenya seperti fotosintesis terutama dalam fiksasi CO₂ sehingga karbohidrat terbentuk dan ditranslokasikan untuk pembentukan biji. Menurut Sarief (1986) bahwa pemberian pupuk P yang tepat akan memberikan hasil pertumbuhan tanaman yang subur dan produksi yang tinggi, sebaliknya apabila dosis yang diberikan tidak tepat maka akan menghambat produksi tanaman, yaitu pertumbuhan tanaman menurun, demikian pula produktivitasnya menurun.

Pemberian pupuk SP-36 secara umum tidak berpengaruh nyata terhadap parameter diameter batang (tabel 2), jumlah daun (tabel 3), rasio tajuk akar (Tabel 4) dan muncul bunga betina (Tabel 6). Hal ini diduga karena kontribusi hara pupuk SP-36 masih rendah sehingga

ketersediaan dan serapan unsur haranya rendah dengan demikian pertumbuhan jagung manis tidak optimal. Novizan (2002) menyatakan bahwa tanaman tidak akan bisa tumbuh secara baik pada fase vegetatif maupun generatif jika kebutuhan unsur hara tidak tercukupi dengan baik.

Pemanfaatan limbah kelapa sawit dapat meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Jolihin, 2002) yang berdampak pada meningkatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman baik pada masa vegetatif maupun generatif. Pemberian limbah padat kelapa sawit (sludge) meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu tinggi tanaman serta rasio tajuk akar dan secara umum meningkatkan pertumbuhan generatif tanaman seperti muncul bunga jantan, muncul bunga betina, diameter tongkol, panjang tongkol, berat tongkol per plot, berat tongkol berkelobot dan berat tongkol tanpa kelobot.

Pemberian limbah padat kelapa sawit (sludge) mampu meningkatkan tinggi tanaman jagung manis. Hal ini disebabkan limbah padat kelapa sawit mengandung berbagai unsur hara esensial yang cukup tersedia untuk tanaman. Tersedianya unsur hara tersebut diduga mampu meningkatkan proses fisiologis tanaman yang berdampak pada peningkatan tinggi tanaman jagung manis. Secara fisik limbah padat kelapa sawit (sludge) berperan membentuk agregat tanah yang baik yang berpengaruh pada porositas, aerasi dan persediaan air di dalam tanah, sehingga berpengaruh terhadap perkembangan akar tanaman. Secara kimia limbah padat kelapa sawit (sludge) sebagai bahan organik yang dapat menyerap bahan bersifat racun seperti unsur Al, Fe dan Mn serta dapat meningkatkan pH tanah. Secara biologi, pemberian limbah padat kelapa sawit (sludge) akan memperkaya mikroorganisme yang bermanfaat ke dalam tanah.

Sembiring (2001) menyatakan penggunaan limbah padat secara komersial direkomendasikan sebagai pengganti pupuk anorganik dan menghemat biaya pemupukan per hektarnya. Pada prinsipnya pemanfaatan limbah padat kelapa sawit (sludge) berguna sebagai substrat dan sumber energi untuk pertumbuhan organisme agar mampu merombak bahan organik menjadi unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Novizan (2002) menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman akan lebih optimal apabila unsur hara yang dibutuhkan tersedia dalam jumlah yang cukup dan sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Aplikasi limbah padat kelapa sawit (sludge) juga mampu memperkecil nilai rasio tajuk akar tanaman jagung manis namun belum mampu mencapai angka ideal menurut pendapat Efendi (1980) yang menyatakan bahwa berat ideal perakaran tanaman jagung adalah 12-15% sedangkan berat ideal tajuk tanaman 85-85% atau potensi akar dan tajuk setara dengan 5,7-7,3. Hal ini diduga karena kontribusi hara pupuk limbah padat kelapa sawit (sludge) masih rendah sehingga ketersediaan dan serapan unsur hara tersebut rendah dengan demikian pertumbuhan jagung manis belum optimal. Pemberian limbah padat kelapa sawit (sludge) secara umum meningkatkan pertumbuhan generatif tanaman seperti muncul bunga jantan, muncul bunga betina, diameter tongkol, panjang tongkol, berat tongkol per plot, berat tongkol berkelobot dan berat tongkol tanpa kelobot. Hal ini tidak terlepas dari peran unsur hara yang terkandung pada limbah padat kelapa sawit seperti N, P, K, Mg dan Ca. Sutedjo dan Kartasapoetra (2002) menyatakan bahwa untuk pertumbuhan vegetatif tanaman sangat diperlukan unsur hara seperti N, P, K dan unsur lainnya dalam jumlah yang cukup. Poulton *et al.* (1989) menyatakan bahwa dalam proses metabolisme tanaman sangat ditentukan oleh ketersediaan unsur hara

diantaranya unsur hara makro dan mikro dalam jumlah yang cukup dan seimbang, baik pada fase vegetatif maupun fase generatif.

Interaksi limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 yang diberikan pada tanaman jagung manis berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman, muncul bunga jantan, muncul bunga betina, diameter tongkol, panjang tongkol, berat tongkol per plot dan berat tongkol berkelobot. Menurut Gomez dan Gomez (2000) bahwa dua faktor dikatakan berinteraksi apabila pengaruh suatu faktor perlakuan berubah pada saat perubahan taraf faktor perlakuan lainnya. Musnawar (2003) menyatakan bahwa pemberian pupuk organik yang dipadukan dengan pupuk anorganik dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan pupuk. Hal ini disebabkan karena limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dan pupuk SP-36 yang diberikan pada tanaman jagung manis mampu memberikan kontribusi hara dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung manis terutama pada fase generatif. Menurut Adiningsih dan Rochayati (1988) bahwa tujuan pemberian bahan organik ke dalam tanah adalah untuk meningkatkan efisiensi pemakaian pupuk dan memperbaiki kondisi tanah menjadi optimum bagi pertumbuhan tanaman.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dosis 20 ton.ha⁻¹ memberikan hasil terbaik pada hampir semua parameter pengamatan kecuali diameter batang dan jumlah daun.
2. Pemberian pupuk SP-36 dosis 125 kg.ha⁻¹ memberikan hasil terbaik pada hampir semua parameter pengamatan kecuali diameter batang, jumlah daun, rasio tajuk akar dan muncul bunga betina.

3. Pemberian limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dosis 20 ton.ha⁻¹ dan pemberian pupuk SP-36 dosis 125 kg.ha⁻¹ memberikan hasil terbaik untuk semua parameter pengamatan yaitu tinggi tanaman (194 cm), diameter batang (2,24 cm), jumlah daun (7,4), rasio tajuk akar (9,02), muncul bunga jantan (43,66 HST), muncul bunga betina (48,00 HST), diameter tongkol (5,07 cm), panjang tongkol (21,93 cm), berat tongkol per plot (3,56 kg), berat tongkol berkelobot (375,06 g) dan berat tongkol tanpa kelobot (273,5 g).

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi jagung manis varietas Bonanza disarankan menggunakan limbah padat kelapa sawit (*sludge*) dosis 20 ton.ha⁻¹ dan pupuk SP-36 dosis 125 kg.ha⁻¹ agar memberikan hasil terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, S. J. dan Rochayati. 1988. Peranan bahan organik dalam meningkatkan efisiensi pupuk dan produktivitas tanah. p 161-181. *Dalam* M. Sudjadi et. al. (eds) Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Pupuk, Bogor.
- Dwiatmini, K., T. Sutater, dan D. H. Goenadi. 1996. Media tanam krisan dengan kompos dari lima macam limbah pertanian. *Jurnal Hortikultura*, volume 5 (5): 99-105.
- Effendi, S. 1980. Bercocok tanam Jagung. Yasaguna. Jakarta.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce dan R. L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Universitas Indonesia (UI Press). Jakarta.

- Gomez, K. A. dan A. A. Gomez. 2000. *Prosedur Statistika untuk Penelitian Pertanian*. (Terjemahan A. Sjamsudin dan J. S. Baharsyah). Edisi ke-2. UI Press. Jakarta.
- Gumbira, S. 1996. *Penanganan Dan Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Untuk Dana Mitra Lingkungan*. Trubus Agriwidiya.
- Jolihin. 2002. *Pemanfaatan sludge kelapa sawit terhadap pertumbuhan stek nilam*. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru
- Lakitan, B. 2011. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lingga, P dan Marsono. 2002. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya, Jakarta. Hal 86-87.
- Mukri, D. 2009. *Pemberian limbah kelapa sawit (sludge) dan NPK organik terhadap pertumbuhan dan produksi jagung manis*. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Islam Riau. Pekanbaru. (Tidak dipublikasikan).
- Munawar, A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Musnawar. 2003. *Pupuk Organik. Cair dan Padat, Pembuatan, Aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Novizan. 2002. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Poulton, J. E., J. T. Romeo dan E. E. Conn. 1989. *Plant nitrogen metabolism recent advances in phytochemistry*. Plenum Press. New York.
- Risza, S. 2010. *Kelapa Sawit, Upaya Peningkatan Produktifitas*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sarief, E. S. 1986. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- Sembiring. 2001. *Pemanfaatan limbah kelapa sawit (Sludge) pada kelapa sawit di prenursery*. Skripsi Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan. (Tidak dipublikasikan).
- Setiawan, K. 1993. *Pertumbuhan, produksi dan kadar sukrosa tiga varietas jagung manis akibat pemberian berbagai taraf dosis urea*. *Jurnal Hortikultura*, volume 3 (12): 43-56.
- Silalahi, K. H. 1996. *Hubungan pemberian limbah kelapa sawit dengan pertumbuhan dan produksi ercis*. *Jurnal Hortikultura*, volume 5 (5): 56-58.
- Siregar, H. 2007. *Penguji bah padat (sludge) kelapa terhadap pertumbuhan dan produksi varietas kacang hijau (Vigna radiata L.)*. Skripsi Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan. (Tidak dipublikasikan).
- Soetoro, Yoyo S. dan Iskandar. 1988. *Budidaya tanaman jagung*. Balai penerbit tanaman pangan. Bogor.
- Sumarno, M. S. 1993. *Sistem unsur hara tanaman*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sutedjo, M. M. 1992. *Pupuk dan Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta.

Sutedjo, M. M. dan A. G. Kartasapoetra.
1988, Pupuk dan Cara Pemupukan.
PT. Rineka Cipta. Jakarta.

Yuwono, N. W. 2004. Kesuburan Tanah.
Fakultas Pertanian. UGM.
Yogyakarta.