

REKAYASA PENINGKATAN PRODUKSI KEDELAI DENGAN FORMULA PUPUK ORGANIK SAMPAH KOTA DAN DOLOMIT PADA LAHAN MARJINAL

Oleh :

Astiningrum. M, Haryono G, Historiawati

ABSTRAK

This research aims to find out “REKAYASA PENINGKATAN PRODUKSI KEDELAI DENGAN FORMULA PUPUK ORGANIK SAMPAH KOTA DAN DOLOMIT PADA LAHAN MARJINAL” in Keburuan, Ketawangrejo Village, Grabag District, Purworejo Regency, soil types Regosol, the altitude is 6 meter above sea level with pH 0,5, which so far has low crop productivity with average soybean production 1,5 ton/ha.

The research conducted in the field using factorial design that was arranged in a complete randomized block design with two-factor treatment and was repeated three times. Factor 1. Shisako organic fertilizer dose (S) : 0 ; 2,5 ; 5 ton/ha. Factor 2. Dolomite Dose (D) : 0 ; 1 ; 2 ton/ha.

Production data and protein content that was gotten then was analyzed by analysis of variance, if there is a significant difference then will be continued by orthogonal polynomial test to find out what the actual optimal close is, either for organic fertilizer and dolomite or its combination.

DATA LAPANGAN SEDANG DALAM PROSES PEMBAHASAN

Kata kunci : Rekayasa, Shisako, Dolomit, Orthogonal polynomial

A. PENDAHULUAN

A.1.Latar Belakang

Produksi kedelai di Jawa tengah masih berpeluang ditingkatkan melalui perluasan areal tanam yang dibantu dengan peta kesesuaian lahan, intensifikasi pertanian yang dikelola secara PTT (Pengelolaan Tanaman Terpadu), Tumpangsari dengan tanaman lain, perakitan varitas unggul, penyediaan benih unggul baik dalam kualitas maupun kuantitas.(anonim, 2009)

Badan Pertanahan Nasional menyatakan bahwa ada 7,3 juta hektar lahan terlantar yang berupa lahan marjinal yang akan digunakan untuk pengembangan tanaman kedelai. Lahan Marjinal (lahan piasan) adalah lahan dengan sejumlah keterbatasan yang secara bersama menyebabkan produktifitas lahan jangka panjang bagi suatu penggunaan tertentu hanya dapat dipertahankan dengan resiko besar, atau hanya dapat dijamin dengan masukan yang nyaris tak terbayar, kepiasan lahan dapat berada pada iklim, tanah, ketersediaan air dan atau bentuk lahan.

Kepiasan lahan pasir di dusun Keburuan, desa Ketawangrejo, Kecamatan Grabag, Kabupaten Purworejo adalah pada ketersediaan air dan unsur hara rendah, karena sangat porous sehingga memerlukan penambahan bahan organik tanah (humus) , humus adalah produk akhir dekomposisi yang relatif stabil humus mampu memegang air hingga 20 kali berat bahan kering (Stevenson, 1982), sehingga dapat meningkatkan kadar air tanah pasiran dan mencegah kekeringan lahan.

Dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] dapat meningkatkan produksi kedelai karena kandungan kalsium memiliki peranan yang erat dalam pertumbuhan apical dan pembentukan bunga, juga berfungsi dalam pembelahan sel, pengaturan permeabilitas sel serta pengaturan tata air dalam sel, perkecambahan biji,

perkembangan benangsari dan perkembangan bintil akar *rhizobium*. Magnesium berperan terhadap metabolisme Nitrogen, makin tinggi tanaman menyerap magnesium, makin tinggi juga kadar protein dalam akar ataupun bagian atas tanaman. Sedangkan faktor yang mempengaruhi ketersediaan magnesium dalam tanah adalah suhu, kelembaban dan pH (Rosmarkam dkk., 2005).

Kedelai varitas Grobogan mempunyai produktifitas tinggi, berumur genjah dan berbiji besar, sifat ini disukai petani demikian juga industri tempe dan tahu menyukai jenis ini karena mutu dan kuantitas produk yang baik.

Intensifikasi kedelai adalah usaha peningkatan produksi kedelai per satuan luas, dalam hal ini dengan cara menyediakan media tanam yang mendukung pertumbuhan tanaman kedelai, yaitu dengan cara memenuhi kebutuhan tanaman tersebut, antara lain ketersediaan hara yang diperlukan untuk tanaman kedelai dapat diperoleh dengan pemberian pupuk organik Shisako yang mengandung Nitrogen 0,96 %, P_2O_5 1,35 %, K_2O 2,71 %, CaO 1,19 %, MgO 3,67%, Fe 143,4 ppm, Mn 37,1 ppm. Cu 23,4 ppm, Zn 68,4 ppm, B 36,7 ppm , dengan pH 6,8 serta C/N 21,3 Bahan baku pupuk Organik Shisako 60 % adalah humus sampah kota Magelang. (Anonim, 2009^a).

Humus sampah Kota Magelang telah dikelola oleh UD. Asti, menjadi pupuk organik dengan merk Shisako dan sudah terdaftar di Departemen Pertanian dengan nomor pendaftaran P 345/Organik/ Deptan- PPI/V/2009 (Anonim, 2009^a).

Dengan alasan tersebut di atas, maka pemberian Shisako dan dolomite dalam bercocok tanam kedelai di lahan pantai dusun Keburuan, desa Ketawangrejo , kecamatan Grabag, Kabupaten Purworejo, diharapkan dapat menambah kadar air dan ketersediaan hara dalam tanah sehingga dapat meningkatkan produksi kedelai.

A.2. Rumusan Masalah

Lahan marjinal yang berupa lahan pantai di wilayah Kabupaten Purworejo seluas 2.516,617 hektar dan baru sebagian yang digunakan untuk usahatani, hal ini dapat dipakai untuk kegiatan ekstensifikasi kedelai.

Lahan pasir (lahan marjinal) di tepi pantai merupakan lahan gersang dan tandus dan miskin unsur hara. Tanah pasir bersifat porous (berongga), oleh karena itu sulit mengikat air. Tingkat penguapannya tinggi. Kandungan hara lahan pasir hanya terbatas pada fosfor yang jumlahnya sangat sedikit (5,1 - 20,5 ppm), sementara itu bahan-bahan organik lain hanya 0,4 - 0,8%, natrium 0,005 - 0,08 % dan kalium 0,09 - 0,2%. Suhu permukaan juga amat tinggi, rata-rata diatas 30°C dan hembusan angin kencang mendukung penguapan lahan. Karakter lahan seperti ini sangat tidak mendukung pertumbuhan tanaman.

Kebutuhan kedelai di Indonesia menurut Litbang “Kompas” pada 2011 sebesar 2,36 juta ton, sedangkan produksi kedelai pada tahun tersebut sebesar 843.838 ton sehingga untuk mencukupi kebutuhan industri dalam negeri harus mengimpor kedelai dalam jumlah besar.

Dengan menambah kualitas lahan pasiran, maka diharapkan masyarakat tertarik memanfaatkan lahan marjinal dalam hal ini lahan pantai untuk perluasan tanaman kedelai, sehingga dapat meningkatkan produksi kedelai nasional

B. TINJAUAN PUSTAKA

Kedudukan tanaman kedelai dalam sistematika tumbuhan (taksonomi) diklasifikasi sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub-devisio	: Angiospermae
Klasis	: Dicotyledoneae

Ordo : Polypetales
Familia : Leguminosae
Sub-familia : Papilionoidae
Genus : Glycine
Spesies : *Glycine max* (L.) Merrill. Sinonim dengan *G. Soya* (L.) Sieb & Zucc, atau *Soya max* atau *S. Hispida*.

Kedelai dikenal dengan beberapa nama lokal, diantaranya adalah kedele, kacang jepung, kacang bulu, gedela dan demokam. Di Jepang dikenal adanya kedelai rebus (edamame) atau kedelai manis, dan kedelai hitam (koramame), sedangkan nama umum di dunia disebut “*Soybean*”

Tanaman kedelai termasuk tanaman semak yang dapat mencapai ketinggian 30 - 100 cm. Batang beruas-ruas dan memiliki percabangan antara 3 - 6 cabang.

Daun kedelai mempunyai ciri-ciri antara lain helai daun (lamina) oval dan tata letaknya pada tangkai daun, bersifat majemuk berdaun tiga. Daun ini berfungsi sebagai alat untuk proses asimilasi, respirasi dan transpirasi.

Tanaman kedelai mempunyai bunga sempurna, yakni pada tiap kuntum bunga terdapat alat kelamin betina (putik) dan alat kelamin jantan (benangsari). Mekarnya bunga berlangsung pada jam 08.00-09.00 dan penyerbukannya bersifat menyerbuk sendiri, sekitar 60% bunga akan rontok sebelum membentuk polong.

Umur keluarnya bunga tergantung pada varietas kedelai, pengaruh suhu, dan penyinaran matahari. Tanaman kedelai menghendaki penyinaran pendek (12 jam per hari) pada umumnya berbunga mulai umur 30-50 hari setelah tanam.

Buah kedelai disebut polong yang tersusun dalam rangkaian buah. Tiap polong berisi 1 - 4 biji. Jumlah polong per tanaman tergantung jenis varitas, kesuburan tanah dan jarak tanam, kedelai yang ditanam pada tanah subur pada umumnya dapat menghasilkan antara 100-200 polong/pohon.

Biji kedelai umumnya berbentuk bulat atau bulat pipih sampai

bulat lonjong warna kulit biji bervariasi dari kuning, hijau, coklat atau hitam. Ukuran biji berkisar antara 6 - 30 g/100 biji. Di Indonesia ukuran biji kedelai diklasifikasikan dalam 3 kelas, yaitu biji kecil (6-10 gram/100 biji, sedang (11-12 gram/100 biji) dan besar (13 gram atau lebih/100 biji). (Rukmana dan Yuniarsih, 1995).

Pada awal tahun 2008 varitas Grobogan telah dilepas sebagai varitas unggul nasional dengan rata-rata produksi 2,77 ton/ha dan potensi hasilnya 3,40 ton/ha, sementara rata-rata produktifitas nasional sebesar 1,3 ton/ha sehingga masih terdapat senjang hasil yang sangat besar (Anonymous, 2008). Sedangkan rata-rata produksi kedelai di Purworejo 1,5 ton/ha.

Di Indonesia kedelai dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di dataran rendah sampai ketinggian 900 m dpl., meskipun ada varitas kedelai yang mampu beradaptasi dengan baik pada ketinggian 1200 m dpl. Kondisi iklim yang cocok adalah daerah dengan kisaran suhu 25 - 27 °C, kelembaban udara rata-rata 65%, penyinaran matahari 12 jam/hari atau minimal 10 jam/hari dan curah hujan paling optimum antara 100 – 200 mm/bulan (Aak, 1989).

Kedelai tidak menuntut struktur tanah khusus sebagai suatu persyaratan tumbuh. Bahkan pada kondisi lahan kurang subur dan agak masam kedelai dapat tumbuh dengan baik, asalkan tidak tergenang air. Toleransi pH sebagai syarat tumbuh antara 4,5–7 namun pada tanah asam perlu dilakukan pengapuran. Tanah yang cocok untuk tanaman kedelai, yaitu : alluvial, regosol, grumusol, latosol dan andosol. Pada tanah podzolik merah kuning dan tanah yang banyak mengandung pasir kuarsa, pertumbuhan kedelai kurang baik, kecuali apabila diberi tambahan pupuk organik atau kompos dalam jumlah yang cukup (Aak, 1989).

Bahan baku pupuk organik Shisako terdiri dari 60% humus sampah kota Magelang, humus mempunyai keunggulan dalam hal meningkatkan kadar air tanah, karena mampu memegang air 20 kali berat bahan keringnya, dapat bergabung dengan mineral lempung dan memberikan peluang untuk pertukaran gas, menstabilkan

struktur, meningkatkan permeabilitas, mampu mengadakan kilasi dan meningkatkan ketersediaan unsur mikro bagi tanaman, mempunyai daya buffer yang dapat membantu mempertahankan reaksi-reaksi yang uniform dalam tanah, dapat meningkatkan Kapasitas Tukar Kation Tanah, juga merupakan sumber hara untuk tanaman, selain itu humus dapat mempengaruhi bioaktivitas, persistensi dan biodegradability pestisida sehingga dapat mengurangi jumlah pestisida yang digunakan (Stevenson, 1982).

Dolomit $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$ merupakan sumber kalsium dan magnesium bagi tanaman. Kalsium diserap tanaman dalam bentuk Ca^{++} , walaupun semua bentuk pupuk Ca mampu meningkatkan kandungan nitrogen tanaman dan meningkatkan hasil tanaman kedelai (Welch dan Nelson, 1950). Kecukupan kalsium menjadikan sel-sel tanaman lebih selektif dalam menyerap hara tanaman oleh karena kalsium ini menjadi bahan menyusun lapisan tengah setiap sel. (Saifuddin,S, 1993).

Secara umum peranan kalsium dalam tanaman meliputi a) mendorong pertumbuhan akar lebih awal b) memperbaiki ketegaran tanaman c) mendorong produksi biji d) meningkatkan kekakuan jerami padi-padian e) mengurangi penyerapan racun f) meningkatkan kandungan kalsium dalam buah g) mendorong pembentukan bintil akar tanaman kacang-kacangan h) mengurangi serapan zat radio aktif. (Mulyani,M,S, 1995). Defisiensi unsur Ca menyebabkan pertumbuhan tanaman lemah karena distribusi zat-zat yang penting bagi pertumbuhan bagian yang lain terhambat.

Magnesium diserap dalam bentuk Mg^{++} merupakan bagian dari khlorofil, sehingga kekurangan magnesium akan terlihat adanya khlorosis diantara tulang daun, daun mudah terbakar terik sinar matahari karena tidak mempunyai lapisan lilin, kekurangan Mg juga menimbulkan pengaruh pada pertumbuhan biji, maka bagi tanaman yang banyak menghasilkan biji perlu memperhatikan pemupukan dengan MgSO_4 , MgO_3 atau $\text{Mg}(\text{OH})_2$. (Saifuddin, S, 1993)

Dalam pengelolaan lahan pantai, selain dengan pemberian

pupuk organik dalam jumlah besar juga perlu ditambah lempung, karena bahan organik yang bergabung dengan lempung, garam dengan kation divalent, trivalent, sulit larut dalam air, sehingga mencegah pencucian unsur hara dalam tanah, yang banyak terjadi pada lahan pasiran (Theng, 1986).

Hasil penelitian Astiningrum (1996) menunjukkan bahwa penambahan tanah lempungan dan bahan organik pada regosol pasir Parangtritis selain meningkatkan lengas tersedia dan pH tanah juga meningkatkan KPK efektif yang disebabkan kandungan kalsium.

Komoditas kacang-kacangan dan umbi-umbian merupakan komoditas yang mempunyai posisi strategis dan berperanan penting bagi kehidupan dan perekonomian masyarakat, komoditas tersebut dibudidayakan oleh sejumlah besar petani, dibutuhkan oleh banyak pihak, tidak hanya terkait dengan penyediaan dan ketahanan pangan nasional, melainkan juga sebagai bahan baku utama berbagai industri pangan maupun non pangan, mulai dari skala rumah tangga sampai skala besar, maka keberhasilan pengembangan komoditas kacang-kacangan dan umbi-umbian akan memberikan dampak positif terhadap kehidupan dan perekonomian masyarakat luas.

C. METODE PENELITIAN

C.1. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lapang dengan menggunakan rancangan faktorial yang disusun dalam rancangan acak kelompok lengkap (RAKL), dengan dua faktor perlakuan dan diulang tiga kali. Faktor tersebut yaitu :

1. Dosis Dolomit(D), dengan taraf sebagai berikut :
D₀ : 0 ton/ha
D₁ : 1 ton/ha
D₂ : 2 ton/ha.

2. Dosis pupuk organik Shisako (S), dengan taraf sebagai berikut :

S_0 : 0 ton/ha

S_1 : 2,5 ton/ha

S_2 : 5 ton/ha

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam, apabila ada beda nyata dilanjutkan dengan uji orthogonal polynomial untuk mengetahui berapa dosis optimal yang sebenarnya, baik untuk pupuk organik dan dolomite maupun kombinasinya.

C.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan Februari 2012 hingga Agustus 2012, di Dusun Keburuan, Desa Ketawangrejo, Kecamatan Grabag, Kabupaten Purworejo, dengan ketinggian tempat 6 meter dpl, jenis tanah regosol, (pH) 5,0. Proses pasca panen kedelai dilaksanakan di greenhouse dan Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Tidar Magelang.

C.3. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan, yaitu : cangkul, gacuk, gembor, ember, sabit, *sprayer*, meteran, timbangan, patok bambu dan tali rafia. Sedangkan bahan yang digunakan, yaitu : benih kedelai varitas Grobogan, pupuk organik sampah kota, Dolomite, Urea, SP36, KCl dan pestisida sevin, lannate, benlate, furadan, seed tretman redomil

C.4. Pelaksanaan Penelitian

C.4.1. Pengolahan tanah

Tanah dicangkul, selanjutnya dibuat bedengan (plot) sesuai dengan denah penelitian (*lay out*), dan tanah dibalik lagi untuk mematikan gulma yang sudah tumbuh sekaligus diratakan setelah dilakukan pemupukan dan pemberian

dolomit(sesuai perlakuan). Ukuran plot 4m x 2,5 m, jarak antar plot 0,5 m dan jarak antar blok/ulangan 1 m. Selokan keliling selebar 1 m dengan barrier 3 m, sehingga luas lahan yang diperlukan 660 m² (panjang 30 m dan lebar 22 m).

C.4.2. Penanaman

Penanaman kedelai dengan jarak tanam 35 cm x 20 cm, dengan 3 benih per lubang, dengan menggunakan tugal sedalam 3 – 5 cm. Setelah tanaman berumur 2 minggu dilakukan penjarangan dengan dua tanaman per lubang.

C.4.3. Pemeliharaan

Pengairan dilakukan sebelum penanaman, umur satu minggu dilakukan penggenangan saluran dan penyiraman bedengan, seterusnya setiap minggu sekali hingga tanaman berumur 70 hari.

Penyiangan dilakukan setiap dua minggu sekali, pada umur 6 minggu setelah tanam tidak dilakukan penyiangan, agar tidak menggugurkan bunga.

Pemupukan Urea dengan dosis 75 kg per hektar yang dilakukan pada saat penanaman.

Pengendalian hama penyakit dilakukan dengan memberikan pestisida sevin, benlate, lannate, diberikan setiap minggu sekali sampai tanaman berumur 8 minggu

Pemanenan dilakukan setelah tanaman menggugurkan daunnya (> 70 %), polong sudah berwarna kuning kecoklatan dan tanaman berumur 75 hari.

C.5. Pengamatan

- a. Tinggi tanaman, dilakukan setiap minggu sekali mulai umur 2 minggu sampai tanaman berumur 8 minggu.
- b. Jumlah cabang, dilakukan setiap minggu sekali mulai umur 2 minggu sampai tanaman berumur 8 minggu.

- c. Jumlah biji per meter persegi, dengan menghitung jumlah biji setiap luasan satu meter persegi
- d. Berat biji kedelai kering per meter persegi, dilakukan setelah biji dikeringkan dengan matahari sampai kadar airnya 10 %
- e. Berat 1000 biji kedelai kering, dilakukan dengan menimbang 1000 biji kedelai kering matahari dengan kadar air 10 %
- f. Kadar protein biji kedelai kering.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

DATA LAPANGAN DALAM PROSES PEMBAHASAN

1. Tinggi Tanaman Kedelai Umur 8 Minggu (cm)

Perlakuan	Blok			Total
	1	2	3	Perlakuan
S0D0	24.50	26.75	20.25	71.500
S1D0	20.33	25.83	26.00	72.167
S2D0	26.17	28.25	24.58	79.000
S0D1	20.00	30.50	21.20	71.700
S1D1	24.25	19.83	21.42	65.500
S2D1	23.25	29.25	26.67	79.167
S0D2	23.50	29.25	24.50	77.250
S1D2	27.17	29.00	28.92	85.083
S2D2	26.17	24.33	24.67	75.167
Total Blok	215.333	243.000	218.200	676.533

2. Jumlah Cabang Produktif

Perlakuan	Blok			Total
	1	2	3	Perlakuan
S0D0	6.67	6.67	3.83	17.167
S1D0	5.83	6.33	6.00	18.167
S2D0	6.33	7.00	4.83	18.167
S0D1	5.83	6.17	5.60	17.600
S1D1	5.50	5.50	5.83	16.833
S2D1	5.00	5.17	5.83	16.000
S0D2	3.83	6.33	5.33	15.500
S1D2	7.33	7.17	7.00	21.500
S2D2	5.67	6.33	6.00	18.000
Total Blok	52.000	56.667	50.267	158.933

3. Jumlah biji per meter persegi

Perlakuan	Blok			Total
	1	2	3	Perlakuan
S0D0	705,83	777,50	394,17	1877,500
S1D0	651,67	675,00	876,67	2203,333
S2D0	746,67	498,33	457,50	1702,500
S0D1	484,17	485,83	831,67	1801,667
S1D1	709,17	519,17	441,67	1670,000
S2D1	638,33	658,33	752,50	2049,167
S0D2	533,33	675,83	397,50	1606,667
S1D2	720,00	533,33	621,67	1875,000
S2D2	612,50	591,67	543,33	1747,500
Total Blok	5801,667	5415,000	5316,667	16533,333

4. Berat Kering Biji per m²

Perlakuan	Blok			Total
	1	2	3	Perlakuan
S0D0	186,68	193,13	91,46	471,271
S1D0	161,32	170,77	229,45	561,535
S2D0	184,19	138,18	116,93	439,299
S0D1	98,61	139,65	176,47	414,729
S1D1	171,76	122,59	103,91	398,259
S2D1	157,78	166,52	201,48	525,781
S0D2	110,44	183,27	109,55	403,257
S1D2	180,36	119,73	129,29	429,383
S2D2	147,87	148,02	146,11	442,005
Total Blok	1399,005	1381,868	1304,645	4085,518

5. Berat 1000 Biji Kering

Perlakuan	Blok			Total
	1	2	3	Perlakuan
S0D0	264.49	248.45	232.02	744.967
S1D0	247.54	252.95	261.68	762.167
S2D0	246.74	277.19	255.36	779.297
S0D1	203.54	287.42	212.27	703.227
S1D1	242.32	236.08	235.07	713.463
S2D1	247.02	252.82	267.71	767.550
S0D2	207.10	271.26	275.33	753.693
S1D2	250.41	224.49	208.01	682.907
S2D2	241.55	250.17	268.89	760.603
Total Blok	2150.710	2300.843	2216.320	6667.873

6. KANDUNGAN PROTEIN

Perlakuan	Blok			Total
	1	2	3	Perlakuan
S0D0	36.865	37.185	36.131	110.181
S1D0	37.130	37.502	39.550	114.181
S2D0	37.444	41.731	39.411	118.586
S0D1	35.753	39.531	36.930	112.214
S1D1	35.881	39.017	39.495	114.393
S2D1	36.757	37.481	39.548	113.786
S0D2	36.317	36.512	40.118	112.947
S1D2	37.324	43.642	37.817	118.782
S2D2	38.427	38.916	36.578	113.920
Total Blok	331.895	351.517	345.577	1028.988

DAFTAR PUSTAKA

- Aak, 1989. Bercocok Tanam Kedelai. Kanisius. Yogyakarta.
- Anonim, 2009. Pedoman Umum PTT Kedelai, Departemen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Anonim, 2009^a. Laporan hasil Uji Laboratorium. Seameo Biotrop Servies Laboratory. Bogor.
- Anonimous, 2008. Surat Keputusan Pelepasan Kedelai Varietas Grobogan, No.238/Kpts/SR.120/3/2008 tanggal 6 maret 2008, Departemen Pertanian Jakarta.
- Astiningrum, Murti. 1996. Peningkatan KPK Regosol Pantai Parangtritis dengan berbagai imbangan tanah lempungan-Bahan organi Dampaknya terhadap sifat Fisik, Kimia tanah dan Hasil Kedelai. Thesis, Program Studi Ilmu tanah, jurusan Ilmu-ilmu Petanian PPS UGM.
- Mul Mulyani Sutejo, 1995. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta, Jakarta.
- Rosmarkam Afandi , Nasih Widya Yuwono, 2001. Ilmu Kesuburan Tanah, Kanisius, Yogyakarta.
- Rukmana Rahmat dan Yuniarsih Yuyun, 1995. Kedelai Budidaya dan Pasca panen. Kanisius, Jakarta.
- Saifuddin Sarief, 1993. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. CV. Pustaka Buana, Bandung.
- Stevenson, J.F., 1982. Humus Chemistry. John Wiley and Sons. New York. 432 p
- Theng, B.K.G., 1986. Clay-Humic Interactions and Soil Agregate Stability in Soil Structure and Agregate Stability (ed) P.

Rengasamy. Proceeding of a Seminar Keld on 4 th August, 1986. At the Institute for Irrigation and salinity research, Tatura, Australia. 32-73.

Welch dan Nelson, 1950 *dalam* Saifuddin Sarief, 1993. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. CV. Pustaka Buana, Bandung.