

Pemberdayaan Lahan Podsolik Merah Kuning dengan Tanaman Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) di Kalimantan Selatan

BUDI SANTOSO

Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat
Indonesian Tobacco and Fibre Crops Research Institute
Jl. Raya Karangploso, Kotak Pos 199, Malang-Jawa Timur

ABSTRAK

Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L) merupakan tanaman penghasil serat alam yang dapat digunakan sebagai bahan baku kertas (pulp) berkualitas. Pengembangan rosela di lahan podsolik merah kuning (PMK) memberikan harapan yang menjanjikan. Permasalahan yang dihadapi di lahan PMK sangat kompleks, terutama mengenai tingkat kesuburan tanahnya. Perbaikan lahan melalui penambahan kapur dan bahan organik serta pemakaian galur-galur introduksi rosela yang tahan terhadap deraan lingkungan di lahan PMK merupakan langkah yang sesuai untuk mengatasi masalah tersebut. Kapur (CaCO_3) yang berasal dari kapur pertanian dapat meningkatkan pH, menetralkan pengaruh Al dan Fe serta menaikkan nilai basa dalam tanah. Dosis kapur di lahan PMK Kalimantan Selatan cukup 1,5 ton/ha. Disamping itu khasiat kapur pertanian mempunyai daya susul/residu dari tahun kedua sampai dengan tahun ketiga. Bahan organik yang bersumber dari blotong dan kotoran unggas memiliki kemampuan yang sama dengan CaCO_3 walaupun sifatnya agak lambat. Keistimewaan bahan organik dapat memperbaiki sifat kimia tanah, akibat dari aktivitas mikroorganisme. Penggunaan bahan organik untuk memperbaiki sifat kimia lahan PMK diperlukan sekitar 3 - 5 ton/ha. Disamping itu, galur-galur introduksi rosela yang tahan terhadap keracunan Al dan Fe di lahan PMK yaitu Hs 53a, Thay 146-H dan CPI 115357. Tingkat produksi serat kering rosela di lahan PMK setelah diperbaiki kondisinya berubah dari 1 ton/ha menjadi 2,649 - 2,870 ton/ha. Disamping itu, penerapan pola tumpang sari rosela + jagung akan meningkatkan pendapatan petani dari Rp 5.400.000 menjadi Rp 7.858.000 atau sebanyak Rp 2.458.000/ha. Hasil studi yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa pemberdayaan lahan podsolik merah kuning melalui pengembangan tanaman rosela, disertai dengan perbaikan sifat-sifat kimia tanah dan penerapan pola tanam tumpang sari, rosela + jagung akan mampu memperbaiki pendapatan petani di Kalimantan Selatan.

Kata kunci: Rosela, *Hibiscus sabdariffa* L., podsolik merah kuning, perbaikan lahan, produksi, Kalimantan Selatan

ABSTRACT

Development of Yellow Red Podzolic Land for Roselle Plantation in South Kalimantan

Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) is a fiber crop that can produce raw material for paper industry (pulp). The development of roselle in yellow red podzolic land is potential. However, the problems in yellow red podzolic land is also complicated, particularly the soil infertility. Soil improvement through application of lime (CaCO_3), organic materials, and utilization of roselle promising lines which are resistant to YRP soil are good to solve the problems. The lime (CaCO_3) derived from agriculture lime can increase soil pH, neutralize Al and Fe, and increase base value of the soil. The dosage of lime for YRP soil in South Kalimantan is 1.5 tons/ha. Besides, the lime has residual effect for three years. The organic material which are derived from blotong and chicken manure have the same effect with that of CaCO_3 but slower. The advantage of organic material is they improve. The soil chemical characteristics, as the results from microorganism activities. It needs 3-5 tons organic materials per ha to improve the soil chemical characteristics. The roselle promising lines which are resistant to Al and Fe are Hs 53a, Thay 146-H, and CPI 115 357. The production of dry fiber in the YRP soil after the condition is improved increased from 1 ton/ha up to 2.65-2.87 tons/ha. Beside, intercropping roselle with maize increased farmers' income from Rp 5,400,000 to Rp 7,858,000 or Rp 2,458,000/ha. The results of the studies that have been conducted showed that the utilization of YRP soil for roselle plantation implemented with the improvement of soil chemical characteristics, intercropping roselle and maize can increase farmers' income in South Kalimantan.

Key word: Roselle, *Hibiscus sabdariffa* L., Yellow Red Podzolic, soil improvement, production, South Kalimantan.

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan baku kertas terus meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan kemajuan zaman. Pada saat ini sebagian besar

bahan baku kertas (pulp) diperoleh dari bubur kayu, tetapi di masa mendatang akan mengalami kesulitan karena tanaman yang menjadi sumber bahan baku tersebut juga digunakan untuk bangunan dan industri mebel. Rosela sebagai tanaman semusim yang menghasilkan serat dan kayu, sangat baik digunakan untuk pulp kertas yang berkualitas. Kulit kayu rosela mengandung serat panjang hampir sama dengan kenaf (2,78 mm) dan selulose yang cukup tinggi yaitu sebesar 69,6% (Sastrosupadi, 1988). Kedua komponen tersebut diperlukan dalam pembuatan pulp.

Program pengembangan pertanian dan perkebunan oleh pemerintah diprioritaskan ke luar pulau Jawa, terutama di lahan podsolik merah kuning (PMK) dan pasangsurut. Menurut Mulyani dan Hidayat (1988) lahan PMK di Indonesia seluas 48,3 juta ha yang tersebar di Kalimantan, Sumatera, Sulawesi, Jawa Barat dan Irian Jaya. Di Kalimantan Selatan luas lahan PMK yang belum dimanfaatkan untuk pertanian dan perkebunan seluas 4 juta ha. Oleh karena itu lahan PMK perlu di berdayakan agar menghasilkan produk yang menguntungkan.

Penanaman rosela di lahan PMK sebagai pendekatan yang tepat, mengingat umurnya pendek dan teknik budidaya tidak sulit. Secara umum tekstur tanah PMK didominasi oleh liat berpasir. Pada tanah yang demikian merupakan media yang sangat baik untuk perkembangan nematoda puru akar, sedang rosela tergolong tanaman yang tahan terhadap serangan nematoda puru akar. Oleh karena itu rosela berpotensi untuk dikembangkan di lahan marginal (PMK) tersebut. Disamping itu rosela tidak disukai oleh babi hutan, sehingga tingkat keberhasilannya sangat tinggi.

Luas areal tanaman rosela di Indonesia mencapai 5.000 ha yang berada di Jawa Timur dan Kalimantan Selatan (lahan PMK). PT. Perkebunan Nusantara XI telah mengembangkan rosela di Kalimantan Selatan dengan pola inti dan plasma sejak musim tanam 1987/1988. Hak guna usaha milik PT. Perkebunan Nusantara XI seluas 500 ha yang keseluruhannya berada pada lahan PMK di Kecamatan Panyipatan Kabupaten Tanah

Laut Kalimantan Selatan. Sebagai pengelola rosela, Perkebunan Nusantara XI telah melaksanakan program pemerintah dalam bentuk Intensifikasi Serat Karung Rakyat (ISKARA). Para petani mendapat kredit berupa sarana produksi dan pihak pengelola wajib membeli hasil serat kering rosela. Pada saat itu program ISKARA telah menanam rosela mencapai luasan areal 2.066 ha.

Permasalahan yang dihadapi pada lahan PMK adalah pH termasuk masam, tingkat ketersediaan C-organik rendah sampai sedang, P sedang sampai tinggi, K, basa-basa, Ca, Mg, Na, kapasitas tukar kation (KTK) dan kejenuhan basa (KB) semuanya rendah (Santoso *et al.*, 1993a). Kriteria kemasaman tanah dan kandungan Al_{dd} dalam tanah tinggi, sehingga pemberian P dalam jumlah yang cukup tidak direspon oleh tanaman, karena banyak yang terfiksasi, akibatnya P tidak tersedia bagi tanaman (Nursyamsi *et al.*, 1995; Brady, 1990 ; Hairiah, 1994; Amin, 1992). Usaha di bidang pertanian dan perkebunan di lahan yang demikian tidak akan menghasilkan produksi yang optimal.

Rosela merupakan tanaman yang tidak tahan terhadap genangan air. Apabila terjadi genangan air pada saat tanaman sedang tumbuh selama 2 hari berturut-turut maka akan terjadi kematian. Atas dasar pertimbangan itu maka rosela harus ditanam di lahan kering yang kebutuhan airnya berasal dari hujan. Pada umumnya lahan PMK berada di daerah tadah hujan yang mempunyai drainase tidak tergenang.

Beberapa cara untuk menyelesaikan masalah yang ada di lahan PMK dengan memperbaiki daya dukung lahan melalui pengapuran, pemberian bahan organik dan pupuk fosfat alam serta penggunaan varietas atau galur-galur introduksi rosela yang berproduksi tinggi sekaligus toleran terhadap pengaruh Al dan Fe.

Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk mengkaji teknologi yang telah diterapkan untuk mengatasi masalah lahan PMK Kalimantan Selatan melalui perbaikan lahan seperti pengapuran dan pemberian bahan organik serta penggunaan varietas rosela yang toleran

terhadap deraan Al dan Fe untuk menghasilkan produksi serat kering yang tinggi.

KONDISI LAHAN PODSOLIK MERAH KUNING DAN CURAH HUJAN DI KALIMANTAN SELATAN

Kondisi lahan PMK di Kalimantan Selatan tergolong dalam lahan yang miskin unsur hara makro, mikro, pH rendah, kandungan Al dan Fe tinggi serta P dalam tanah sering terfiksasi. Sastrosupadi *et al.*, (1994) telah melakukan studi kelayakan usaha rosela di lahan PMK di Kalimantan Selatan, khususnya di Kabupaten Tanah Laut dan Kota Baru. Hasil analisis tanah dan curah hujan di kedua Kabupaten tersebut disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa pH tanah di kedua daerah Kabupaten Tanah Laut dan Kota Baru mulai dari sangat masam sampai dengan masam. Hal ini membuktikan bahwa di kedua

daerah tersebut mempunyai tingkat kesuburan tanah yang rendah. Nilai N-total, Carbon dan C/N rasio dapat dikatakan semua rendah. Pada kondisi tanah yang demikian tergolong lahan bermasalah dan membutuhkan penambahan input yang tinggi bila dilakukan usaha pertanian atau perkebunan.

Ketersediaan hara P dipengaruhi oleh pH tanah, jumlah Al dan Fe bebas dalam tanah. Manakala kandungan Al dan Fe tinggi di dalam tanah maka menyebabkan P terikat menjadi Al-P dan Fe-P yang sulit untuk dilepas, sehingga P tidak tersedia bagi tanaman.

Kation-kation Ca, Mg, K dan Na merupakan unsur hara makro yang diperlukan dalam jumlah yang banyak oleh tanaman. Berdasarkan nilai kation yang diperoleh dikategorikan sangat rendah sampai dengan rendah. Tanda dari kesuburan tanah yang baik adalah mempunyai susunan kation Ca, Mg, K dan Na yang seimbang.

Tabel 1. Ciri-ciri tanah pada Kabupaten Tanah Laut dan Kota Baru

Ciri-ciri Kimia tanah	Kabupaten Tanah Laut				Kabupaten Kota Baru	
	Kecamatan Kintab		Kecamatan Panyipatan		Kecamatan Satui	
	Surabaya	Kebun raya	Suka ramah	Batu mulya	Purwodadi	Angsana
pH H ₂ O	4,30 sm	4,30 sm	5,40 m	5,10 m	4,50 m	4,10 m
pH KCl	3,50	3,50	4,20	4,00	3,60	3,70
C (%)	1,71 r	1,71 r	2,50 sd	2,44 sd	0,90 sr	1,24 r
C/N rasio	0,17 r	0,16 r	0,23 sd	0,25 sd	0,09 sr	0,13 r
N-total	10,00 r	10,00 r	10,00 r	10,01 r	10,00 r	10,00 r
P Bray2 ppm	2,00 sr	2,00 sr	2,00 sr	3,00 sr	1,10 sr	tu
NH ₄ OAc1N me/100g						
K	0,16 r	0,19 r	0,17 r	0,27 sd	0,26 sd	0,25 r
Na	0,34 r	0,39 r	0,38 r	0,44 sd	0,39 r	0,34 r
Ca	0,29 sr	0,51 sr	0,31 sr	0,36 sr	0,37 sr	0,50 sr
Mg	0,33 sr	0,34 sr	0,29 sr	0,28 sr	0,10 sr	0,31 sr
KTK(me/100g)	9,20 r	11,06 r	11,9 r	11,92 r	1,23 sr	1,52 sr
KB (%)	12,00 sr	13,00 sr	11,00 sr	11,00 sr	91,00 st	9,2 st
Al _{td} (me/100g)	2,51	2,48	0,56	0,60	1,66	0,93
Fe (ppm)	92,00	82,00	36,00	37,00	95,00	139,00
Tekstur						
Pasir (%)	50	52	37	37	59	58
Debu (%)	18	16	11	11	18	19
Liat (%)	32	32	52	52	23	23
	Lempung liatberpasir	Lempung liat berpasir	Liat	Liat	Lempung berpasir	liat Lempung liat berpasir

Keterangan : r=rendah; sr=sangat rendah; sd=sedang; st= sangat tinggi; tu=tidak terukur; m=masam; sm=sangat masam

Sumber : Sastrosupadi *et al.*, (1994)

Tabel 2. Data curah hujan dan hari hujan di lahan PMK Kabupaten Tanah Laut

Bulan	1987		1988		1989		1990		1991	
	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH	CH	HH
Jan	325	20	557	20	319	18	501	20	256	21
Peb	179	15	352	16	457	18	366	4	263	24
Mar	274	24	225	12	581	23	320	22	379	21
Apr	136	16	159	21	194	14	181	21	238	14
Mei	106	8	404	10	302	16	171	17	225	15
Juni	94	13	33	16	109	9	413	22	35	6
Juli	122	9	64	4	178	4	112	18	62	10
Agus	-	-	7	3	638	23	29	7	65	8
Sep	16	3	-	-	354	17	82	7	-	-
Okt	271	11	59	3	148	16	148	17	33	7
Nop	246	13	171	9	395	25	233	18	567	23
Des	195	8	653	24	535	25	65	12	620	24
Total	1671	140	2684	138	4226	218	2621	200	2743	173

Keterangan : CH=curah hujan (mm) HH=hari hujan (hari)

Sumber : Sastrosupadi *et al.*, (1994).

Kapasitas tukar kation (KTK) merupakan gambaran kemampuan permukaan koloid tanah untuk mengadsorpsi berbagai kation dari proses pencucian. Tinggi rendahnya KTK ditentukan oleh kandungan dari tipe liat tanah serta kandungan bahan organik yang telah mengalami dekomposisi secara sempurna. Peningkatan KTK tanah akan menaikkan nilai kesuburan tanah, demikian juga respon terhadap pemupukan. Dengan kata lain efisiensi pemupukan lebih tinggi pada tanah yang mempunyai KTK yang tinggi.

Dari data curah hujan selama 4 tahun berturut-turut (1988 sampai dengan 1991) menunjukkan bahwa setiap tahun curah hujannya > 2.500 mm, kecuali pada tahun 1987 curah hujan hanya 1.671 mm (Tabel 2). Bila data tersebut dirata-rata maka per bulan curah hujan mencapai > 200 mm. Data curah hujan sebesar itu dapat digolongkan ke dalam curah hujan yang tinggi. Hasil penelitian Oldeman *et al.*, (1980) dalam peta iklim disebutkan bahwa daerah Kintap Kabupaten Tanah Laut mempunyai tipe iklim B yaitu bulan basah berturut-turut 7-9 bulan dengan bulan kering kurang dari 2 bulan. Pengertian bulan basah adalah bulan dengan curah hujan lebih besar dari 200 mm/bulan dan bulan kering dengan curah hujan lebih kecil dari 100 mm/bulan. Ditinjau dari aspek curah hujan dan hari hujan maka daerah Kintap, Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan sesuai untuk tanaman rosela.

Pada bulan Oktober sudah mulai ada hujan yang cukup. Manfaat dari kajian data ini adalah

pada bulan tersebut dapat digunakan sebagai patokan waktu tanam rosela di lahan PMK Kalimantan Selatan. Menurut Dulyaphat (2000) rosela di Thailand di tanam di lahan tadah hujan dengan tingkat kesuburan tanah yang sangat rendah.

PERSYARATAN TUMBUH ROSELA

Tanah yang dikehendaki oleh tanaman rosela adalah tanah yang mempunyai tingkat kesuburan yang cukup. Nilai pH tanah yang sesuai bagi rosela berkisar antara 5,2-6,4. Tekstur tanah liat berpasir merupakan yang diinginkan bagi tanaman rosela. Selama pertumbuhan rosela membutuhkan air sebanyak 900 mm sampai dengan 1.200 mm (Duke, 1983).

Tanaman rosela sangat dipengaruhi oleh penyinaran matahari. Pada periode penyinaran matahari, kurang dari 12,5 jam maka tanaman cepat mengakhiri pertumbuhan vegetatif dan beralih ke generatif. Sebaliknya saat penyinaran matahari lebih dari 12,5 jam maka pertumbuhan vegetatif terus berlangsung, sampai optimal. Penanaman rosela di Kalimantan Selatan yang sesuai pada bulan Oktober sampai dengan Nopember, dimana pada bulan tersebut bertepatan dengan turunnya hujan dan peredaran matahari mendekati katulistiwa (hari panjang).

Berdasarkan kondisi lahan PMK perlu diperbaiki baik secara fisik maupun kimia tanahnya apabila digunakan untuk usahatani rosela. Hal ini menjadi bahan pertimbangan

utama dalam pengembangan rosela di lahan PMK, mengingat kondisi lahan penuh dengan masalah dan harus ada penambahan input berupa kapur, bahan organik, varietas unggul dan teknik penanaman tumpangsari.

PERBAIKAN LAHAN PODSOLIK MERAH KUNING

Pengapuran

Pengapuran merupakan cara yang cepat untuk menaikkan nilai pH tanah yang rendah. Pemberian kapur selain memperbaiki nilai pH tanah, juga menambah unsur Ca, Mg, ketersediaan P dan Mo serta mengurangi keracunan yang disebabkan oleh Al, Fe dan Mn. Khasiat dari kapur mempunyai daya susul atau residu dalam kurun waktu selama 2-3 tahun. Menurut Soepardi (1983), senyawa-senyawa kalsium dan magnesium biasanya disebut kapur pertanian dan memiliki keuntungan meninggalkan residu yang tidak merugikan dalam tanah. Kapur pertanian yang biasa dijumpai dapat berupa kapur kalsit (CaCO_3) dan kapur dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

Hasil penelitian Djumali *et al.*, (1997) menunjukkan bahwa tanaman rosela varietas Hs. 40 yang ditanam di lahan PMK Kalimantan Selatan dan diberi kapur sebanyak 1,50 ton/ha dan residunya memberikan produksi serat kering yang terbaik (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh kapur dan residu kapur terhadap produksi serat rosela selama 3 musim tanam (1992/1993-1994/1995) di Kalimantan Selatan

Perlakuan	Produksi serat kering rosela (ton/ha)		
	1992/1993	1993/1994	1994/1995
Residu 1,5 ton kapur /ha	2,715	2,649	2,811
Residu 3,0 ton kapur/ha	2,770	2,803	2,873
Residu 0,5 ton dolomit/ha	2,129	2,579	2,344
1,5 ton kapur/ha/tahun	2,792	2,861	3,235
3,0 ton kapur/ha/tahun	2,814	2,973	3,171
0,5 ton dolomite/ha/tahun	2,588	2,588	3,002
Kontrol tanpa kapur	1,849	2,062	2,200

Keterangan : Kapur = kapur pertanian (kaptan)
Paket pupuk anorganik (90 kg N + 80 kg P_2O_5 + 60 kg K_2O)/ha

Sumber: Djumali *et al.*, (1997)

Pengaruh pemberian kapur dapat dirasakan sampai dengan tiga tahun (1992/1993-

1994/1995). Hal ini terjadi karena kapur mempunyai pengaruh daya susul yang efektif. Khasiat kapur di lahan PMK tidak diragukan lagi. Pemberian kapur pada lahan PMK dapat meningkatkan kandungan Ca dan Mg serta menurunkan kandungan Al di dalam tanah (Harjowigeno, 1987). Hasil yang serupa dilaporkan oleh Miranda (1980) yang menunjukkan bahwa pemberian kapur pada lahan latosol merah tua dapat menaikkan kandungan hara Ca dan Mg serta diikuti dengan penurunan Al_{dd} di dalam tanah.

Peran dari Ca dan Mg dapat mengurangi pengaruh negatif dari Al dan Fe, sehingga tanaman rosela tidak mengalami gangguan pertumbuhan, akibatnya produksi serat kering yang dicapai tinggi. Disamping itu hara Ca dan Mg berfungsi untuk pembelahan sel, pembentukan khlorofil dan membentuk enzim aktivator dalam tanaman (Suseno, 1974; Frank dan Cleon, 1995).

Pengapuran dapat memberikan dukungan kenaikan nilai pH tanah kearah netral. Pada saat nilai pH tanah mendekati netral maka hara P yang semula tidak tersedia bagi tanaman, berubah menjadi sebaliknya (P tersedia bagi tanaman). Selain itu pengaruh racun dari Al dan Fe dapat dikurangi, sehingga perkembangan akar rosela tidak terganggu. Menurut Santoso *et al.*, (1993 b) tanaman rosela yang ditanam di lahan PMK tanpa pemberian kapur pertumbuhan akar tidak dapat menembus lapisan tanah bagian dalam, tetapi membelok ke arah samping. Diduga akar menghindari pengaruh racun dari Al dan Fe.

Pemberian Bahan Organik

Degradasi kesuburan tanah ditandai dengan rendahnya kandungan bahan organik, miskin unsur hara makro dan mikro. Pada kondisi ini sifat fisik, kimia dan biologi tanah adalah buruk. Upaya mengatasi masalah kesuburan tanah, pertama-tama dilakukan dengan cara memberikan bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik tanah, kemudian diikuti dengan perbaikan sifat kimia melalui pemberian pupuk

anorganik dalam kondisi yang seimbang (Syekhfani, 2000; Suhadi dan Sumoyo, 1985).

Pada umumnya bahan organik memberikan sumbangan yang cukup besar terhadap struktur, daya menahan air, aktivitas mikrobiologi, fauna tanah dan kenaikan nilai kapasitas tukar kation. Bahan organik dapat berasal dari (kompos, kotoran hewan atau pupuk kandang, blotong atau limbah pabrik gula berupa serpihan-serpihan serat dari tanaman tebu). Manfaat dari blotong di lahan PMK selain dapat menetralkan pengaruh dari Al dan Fe tanpa harus menaikkan pH tanah, sehingga memperbesar ketersediaan P dalam tanah (Priyono *et al.*, 1996 ; Setijono, 1996). Santoso *et al.*, (2003) telah mengkombinasikan antara blotong dengan pupuk fosfat alam pada tanaman rosela di lahan PMK (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh interaksi blotong dan pupuk fosfat alam terhadap produksi serat kering rosela di lahan PMK di Kalimantan Selatan.

Perlakuan	Produksi serat kering (ton/ha)			
	Dosis pupuk fosfat alam (kg/ha)			
	40	60	80	100
Dosis blotong (ton/ha)				
3	2,685	2,405	2,650	2,401
4	2,580	2,400	2,650	2,640
5	2,775	2,640	2,640	2,610

Paket pupuk anorganik : 90 kg N + 60 kg K₂O/ha
Sumber : Santoso *et al.*, (2003)

Pemberian 5 ton blotong dan 40 kg fosfat alam per ha pada tanaman rosela menghasilkan produksi serat kering tertinggi, tetapi tidak berbeda nyata dengan pemberian 3 ton blotong dan 40 kg fosfat alam per ha. Blotong sebagai bahan organik di dalam tanah mempunyai kemampuan untuk menawar sifat racun dari Al dan Fe. Hal ini didukung dengan hasil analisis tanah sebelum perlakuan, kandungan Al_{dd} yang ada dalam tanah menunjukkan nilai 1,50 me/100 g dan setelah perlakuan atau pemberian 5 ton blotong + 40 kg P₂O₅ /ha (bersumber dari fosfat alam) menurun menjadi 1.00 me/100 g. Penurunan nilai Al_{dd} tersebut berpengaruh terhadap tersedianya unsur hara P bagi

kebutuhan tanaman (Santoso *et al.*, 1993a; Santoso *et al.*, 1993b; Patil *et al.*, 1978).

Menurut Suharjo *et al.*, (1993) ion-ion Al dan Fe yang bebas dalam tanah dapat diikat oleh bahan organik menjadi organo kompleks yang prosesnya secara kimiawi, sehingga kelarutan Al dan Fe dalam tanah yang semula tinggi dan bersifat racun dapat dikurangi.

Penelitian pupuk kandang dan beberapa jenis kompos pada tanaman rosela varietas Hs. 40 telah dilakukan di lahan PMK, Kecamatan Panyipatan, Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan pada musim tanam 2001/2002 (Tabel 5). Bahan organik yang berasal dari kotoran unggas dengan dosis 5 ton/ha yang dikombinasikan dengan paket pupuk anorganik 45 kg N + 80 kg P₂O₅ + 60 kg K₂O/ha menghasilkan produksi serat tertinggi (2,83 ton/ha). Kotoran unggas memberikan sumbangan yang nyata terhadap produksi serat kering rosela. Hal ini disebabkan kotoran unggas mengandung C-organik (23,15%); N-total (2,72%); C/N rasio (8,51%); bahan organik (40,5); P (3,01 mg k⁻¹); dan K (2,93 me/100 g) lebih baik dari pada jenis bahan organik yang lainnya.

Pada tanah bereaksi masam, pemberian fosfat melalui pemupukan akan terfiksasi dan tidak tersedia bagi tanaman. Hara P terikat oleh Al dalam bentuk Al-PO₄ 2 H₂O (varisit). Menurut Stevenson tahun 1982 dan Wen dan Yu tahun 1988 dalam Nuryani *et al.*, (2000); serta Mc Laughlin dan James (1991) meningkatnya P tersedia, berasal dari bahan organik dan diperkirakan juga dari akibat berkurangnya pengikatan P oleh Al. Lebih lanjut dikemukakan bahwa dekomposisi bahan organik menghasilkan asam-asam organik seperti asam organik terlarut, asam humat dan asam fulfat yang sifatnya polielektrolit. Ketiga asam ini memegang peranan yang penting dalam pengikatan Al, sehingga P menjadi bebas di dalam tanah.

Masalah yang terjadi pada saat ini pabrik gula Pelaihari di Kalimantan Selatan yang menghasilkan blotong telah dijual ke Swasta yang sekarang dialih fungsikan menjadi perkebunan kelapa sawit, sehingga blotong

Tabel 5. Pengaruh interaksi jenis bahan organik dan paket pupuk anorganik terhadap produksi serat kering rosela di lahan PMK di Kalimantan Selatan

Perlakuan	Hasil serat kering rosela (ton/ha)		
	Paket pupuk anorganik/ha		
	0	45kg N+80 kg P ₂ O ₅ +60kg K ₂ O	90kgN+80kgP ₂ O ₅ +60kgK ₂ O
Dosis 5 ton/ha			
Kotoran sapi	2,06	2,55	2,39
Kotoran unggas	2,14	2,83	2,48
Kompos jerami	2,05	2,33	2,22
Kompos alang ²	1,83	2,17	2,16
Kompos kayu rosela	2,00	2,24	2,27

Sumber : Santoso (2005)

sudah tidak diproduksi lagi. Oleh karena itu perlu pengkajian bahan organik dari limbah kelapa sawit, untuk mengganti blotong. Di masa mendatang diperlukan penelitian limbah kelapa sawit yang dikomposkan untuk kebutuhan tanaman rosela di lahan PMK.

Galur-Galur Introduksi Rosela

Selain pengapuran dan pemberian bahan organik, untuk menyelesaikan masalah di lahan PMK dengan penggunaan galur-galur introduksi rosela yang beradaptasi luas dan berpotensi produksi tinggi, perlu dilakukan. Pengertian galur-galur introduksi beradaptasi luas adalah suatu galur rosela yang mempunyai kemampuan untuk menyesuaikan pada kondisi lingkungan yang marginal, terutama di lahan PMK. Pada musim tanam tahun 1998/1999 telah dilakukan penelitian uji adaptasi galur-galur introduksi rosela yang tahan terhadap deraan lingkungan di PMK Kalimantan Selatan. (Tabel 6).

Galur Hs. 53a; Thay 146-H; Hs. RT II dan CPI 115357 memberikan produksi serat kering tertinggi per hektar. Galur introduksi Hs.RT II walaupun produksinya seratnya tinggi tetapi tidak disukai karena batangnya berduri dan daunnya rimbun. Sedang untuk peubah panjang akar galur CPI 115357 memiliki ukuran akar terpanjang Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa galur introduksi Hs. 53a ; Thay 146-H dan CPI 115357 memiliki peran gen yang cukup luas, sehingga mampu beradaptasi dengan faktor lingkungan, terutama di lahan PMK. Menurut Basuki (1995), ekspresi fenotipe suatu karakter

dapat dianggap sebagai jumlah dari pengaruh genetik dan deviasi yang diakibatkan oleh lingkungan serta interaksi antara genotipe dengan lingkungan.

Varietas dan galur-galur introduksi rosela yang beradaptasi luas terhadap deraan lingkungan pada lahan PMK perlu diuji kehandalannya agar diperoleh produksi yang tinggi. Upaya introduksi varietas atau galur-galur baru rosela yang sesuai di lahan PMK diharapkan dapat mengurangi masalah-masalah yang ada.

Pada umumnya lahan PMK mempunyai kandungan Al dan Fe yang tinggi, sehingga menyebabkan pertumbuhan akar terganggu. Dalam hal ini ujung-ujung akar tidak mampu menembus lapisan tanah bagian bawah, karena adanya Al dan Fe, mengakibatkan pertumbuhan akar membengkok ke samping. Pada kondisi yang demikian proses pengambilan unsur hara akan mengalami hambatan, sehingga produksi serat yang dihasilkan rendah.

Untuk galur-galur introduksi rosela yang dicoba ternyata dari pengamatan tidak terlihat adanya akar yang membengkok, walaupun hasil analisis tanah mengandung Al dan Fe yang tinggi masing-masing (1,50 dan 139 ppm). Hal ini membuktikan bahwa galur-galur introduksi khususnya Hs. 53a; Thay 146-H dan CPI 115357 memiliki toleransi yang tinggi terhadap keberadaan Al dan Fe. Penelitian di tanah Oxisol dan Ultisol di Indonesia, batas kriteria Al untuk tanaman jagung 29% dan kedelai 15% (Wade *et al.*, 1988 dalam Smyth and Cravo, 1992). Ketiga galur tersebut diperoleh dari Negara asalnya

Tabel 6. Uji adaptasi galur-galur introduksi rosela terhadap produksi serat kering dan panjang akar di lahan PMK Kalimantan Selatan

Perlakuan	Produksi serat kering	Panjang akar
Galur-galur introduksi ton/ha.....cm..... 18,60
I		
Hs. AMD	1,98	17,00
Hs. HICK	2,35	16,90
Hs. S542	2,32	17,40
Hs. 53a	2,87	16,56
Hs. 37	1,93	20,10
CPI	2,70	17,30
115357	2,88	16,80
Hs. RT II	2,73	16,60
Thay	1,67	
146-H		
Kontrol (Hs. 40)		

Sumber : Santoso (2003)

(China, Bangladesh, India dan Nepal) tergolong jenis liar, species primitif, galur ortodok, landraces, galur harapan, varietas unggul baru masa kini dan mutan. Galur-galur rosela yang memiliki spesifik seperti itu, pada umumnya menunjukkan penampilan baik pada kondisi jelek (Sumarno, 1997).

Prospek galur-galur introduksi rosela mempunyai harapan yang besar di lahan PMK karena potensi produksinya cukup baik di atas 2 ton/ha. Penelitian di tahun mendatang sebaiknya

diarahkan ke uji multi lokasi galur-galur introduksi rosela di lahan PMK Kalimantan Selatan untuk mengetahui kemantapan produksi serat yang dihasilkan. Sekaligus galur-galur introduksi rosela tersebut setelah dievaluasi dapat dilepas sebagai varietas baru rosela.

TUMPANGSARI JAGUNG DENGAN ROSELA DI LAHAN PODSOLIK MERAH KUNING

Dalam pemberdayaan lahan PMK harus mempertimbangkan efisiensi penggunaan lahan. Berdasarkan hal tersebut maka rosela sebaiknya ditumpangsarikan dengan tanaman jagung. Pada pola tanam sistem tumpangsari, cahaya antar daun tanaman yang dibudidayakan menjadi bahan utama dalam memilih komoditas yang akan ditumpangsarikan. Trembath, 1976 dalam Hasnam *et al.*, (1999) mengemukakan bahwa untuk memenangkan kompetisi cahaya pada keadaan tumpangsari, tanaman harus mempunyai beberapa karakter sebagai berikut: pertumbuhan kanopi cepat, bersifat plagiotrop

Rosela mempunyai sifat yang berbeda dengan tanaman jagung, bila dipolatanamkan dengan sistem tumpangsari. Menurut Guritno (1998) syarat-syarat suatu tanaman dapat ditumpangsarikan, di antaranya adalah habitus tanaman berbeda, sistem perakaran dangkal dan dalam; umur tanaman genjah dan dalam, bentuk daun geometri tegak dan geometri horizontal; kebutuhan cahaya tinggi dan rendah, fase generatif awal dan lambat, dan kedua tanaman tidak bercabang. Tanaman rosela dan jagung memenuhi kriteria di atas, sehingga keduanya sangat ideal untuk ditumpangsarikan.

Tabel 7. Pengaruh tumpangsari jagung dengan rosela terhadap produksi pipilan jagung, serat kering, penerimaan dan nilai NKL di lahan PMK Kalimantan Selatan

Perlakuan	Produksi		Penerimaan	Nilai NKL
	Jagung	Serat kering		
Tumpangsari	...ton/ha....	...ton/ha...Rp.....	
Jagung	4,40	2,55	7.858.000	1,71
P7/Hs. 53a	4,09	1,93	6.562.000	1,52
Jagung	4,43	2,47	7.746.000	1,69
P7/CPI	4,18	2,56	7.687.000	1,66
115357	3,99	1,83	6.319.000	1,44
Jagung P7/PI				
256038	4,85	-	3.880.000	
Jagung P7/PI				
468319	-	3,18	5.400.000	
Jagung	-	2,98	5.071.000	
P7/Thay-146-	-	2,88	4.896.000	
H	-	3,18	5.411.000	
Monokultur jagung	-	2,68	4.561.000	
Jagung P7				
Monokultur rosela				
Hs. 53a				
CPI 115357				
PI 256038				
PI 468319				
Thay-146-H				

Keterangan =NKL (Nilai kesetaraan lahan).

Sumber Santoso *et al.*, (2001).

bila cahaya penuh, posisi daun horizontal jika langit berawan, pola fotosintesis C4 dan pertumbuhan batang cepat dalam keadaan ternaungi. Sedang untuk memenangkan kompetisi air dan hara tanaman harus memiliki sifat-sifat nisbah akar/pucuk tinggi, akar dalam; akar rambut panjang, potensi penyerapan unsur hara dan air lebih tinggi.

Hasil penelitian tumpangsari jagung dengan rosela di lahan PMK Kalimantan Selatan dilaporkan oleh Santoso *et al.* (2001) seperti Tabel 7.

Produksi pipilan jagung kering tidak terjadi perbedaan antara perlakuan dalam sistem tumpang sari jagung dengan rosela. Hal ini terjadi karena jarak tanam jagung pada tumpangsari dan monokultur tidak berubah dan kehadiran tanaman rosela yang dikembangkan

dalam pola tumpangsari tidak mempengaruhi produktivitas tanaman jagung.

Produksi serat kering rosela dalam sistem tumpangsari jagung dengan rosela ternyata Hs. 53a dan PI. 468319 memberikan hasil tertinggi. Apabila dibandingkan dengan tanaman rosela yang ditanam secara monokultur, maka produksi serat kering tumpangsari mengalami penurunan. Hal ini dapat dimengerti karena rosela ditanam 15 hari setelah tanaman jagung tumbuh yang berakibat terjadi kompetisi yang ketat, baik unsur hara, air, cahaya, ruang maupun CO₂. Menurut Herlina *et al.*, (1996) tanaman yang ditanam lebih awal dalam sistem tumpangsari, daya kompetitifnya lebih besar dari pada yang ditanam lambat, sehingga jumlah fotosintat yang ditranslokasikan ke seluruh tanaman juga rendah. Disamping itu rosela ditanam secara tumpangsari populasinya berkurang sekitar 20% bila dibanding dengan monokulturnya, sehingga sesuai apabila produksi serat kering rosela dibandingkan dengan pola tanam sistem tumpangsari mengalami penurunan.

Secara ekonomi, usahatani tumpangsari jagung+rosela memberikan penerimaan terbesar dibanding dengan monokultur jagung atau rosela saja. Hasil yang sama dilaporkan oleh Fabatunde (2003). Nilai produksi dari masing-masing tanaman memang lebih rendah, tetapi total produksi yang dihasilkan lebih tinggi. Pada pola tanam sistem tumpangsari jagung+rosela memberikan nilai kesetaraan lahan di atas 1, ini berarti penggunaan lahan lebih produktif, bila dibanding dengan monokultur jagung maupun rosela.

Manfaat dari tumpangsari jagung + rosela, petani dapat memperoleh hasil ganda yaitu dari jagung dan rosela. Jagung dipanen lebih dahulu, sehingga dapat membantu petani dalam memenuhi kebutuhannya. Kemudian disusul panen rosela yang diharapkan dapat menambah pendapatan usahatani, sehingga petani lebih tenang dan sejahtera.

PROSPEK PENGEMBANGAN TANAMAN ROSELA DI LAHAN PODSOLIK MERAH KUNING

Potensi lahan PMK di Kalimantan Selatan cukup luas untuk ditanami rosela, sehingga mempunyai peluang yang besar bagi pengusaha untuk mengembangkan agribisnisnya. Bahan baku kertas (pulp) atau bubur yang terbuat dari kulit dan kayu rosela mempunyai kualitas setara dengan kayu akasia, senggon dan tanaman kayu yang berdaun seperti jarum. Nilai ekonomis rosela meningkat setelah dimanfaatkan untuk pulp. Masa pertumbuhan rosela yang relatif singkat hanya berumur 6 bulan sehingga sangat kompetitif dibandingkan dengan tanaman kayu yang lain yang umurnya agak lama.

Indonesia selain mengekspor pulp dan kertas juga mengimpor pulp dan kertas. Kebutuhan pulp dan kertas semakin meningkat, sejalan dengan kemajuan tingkat pendidikan. Konsumsi kertas untuk negara maju dan Indonesia pada tahun 1998 mencapai 20 dan 16 kg/kapital/tahun. Berdasarkan kebutuhan akan kertas tersebut maka pengembangan rosela mempunyai prospek yang cukup cerah.

Pemerintah daerah, khususnya Kabupaten Pelaihari (Tanah Laut) di Kalimantan Selatan yang mempunyai aset tanah milik negara yang pada umumnya berada di lahan PMK, masih banyak yang belum dimanfaatkan dalam sektor pertanian. Untuk itu perlu adanya kerjasama antara pengusaha dan pemerintah daerah dalam mengelola aset tersebut, sehingga dapat mendatangkan pendapatan asli daerah (PAD) yang berasal dari perkebunan rosela. Teknik budidaya tanaman rosela di lahan PMK Kalimantan Selatan sudah tersedia. Pengelolaan rosela sebaiknya dilaksanakan secara tuntas artinya mulai dari hulu sampai hilir mulai dari budidaya sampai menjadi bahan baku kertas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil-hasil studi yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa: Pemberdayaan PMK dengan tanaman rosela di Kalimantan Selatan untuk meningkatkan pendapatan petani sangat berpeluang dapat terealisasi. Untuk mencapai tujuan ini diperlukan

berbagai tindakan yaitu 1). perbaikan tingkat kesuburan tanah, sifat kimia, fisik dan biologi tanah. 2). Pengembangan galur-galur introduksi rosela dan 3). Penerapan pola tanam tumpangsari jagung + rosela. Perbaikan kesuburan tanah dapat dilakukan dengan pemberian kapur kalsit (CaCO₃) sebanyak 1,5 ton/ha dan paket pupuk anorganik 90 kg N + 80 kg P₂O₅ + 60 kg K₂O/ha, atau diberikan bahan organik berkisar antara 3-5 ton/ha yang bersumber dari blotong dan paket pupuk anorganik 90 kg N + 40 kg P₂O₅ + 60 kg K₂O/ha. Sedangkan bahan organik yang berasal dari pupuk kandang (pukan) sebanyak 5 ton kotoran unggas dan paket pupuk anorganiknya 45 kg N + 80 kg P₂O₅ + 60 kg K₂O/ha.

Penggunaan galur-galur introduksi rosela yang toleran terhadap pengaruh Al dan Fe serta mampu memproduksi tinggi seperti Hs. 53a; CPI 115357 dan Thay-146-H merupakan galur pilihan yang potensial untuk dikembangkan pada lahan PMK. Galur tersebut dapat dikembangkan dengan sistem tumpangsari jagung + rosela akan meningkatkan pendapatan petani dari Rp. 5.400.000,- menjadi Rp.7.858.000,- atau sebanyak Rp. 2.458.000/ha dengan nilai kesetaraan lahan (NKL) 1,71.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, I. 1992. Problem and prospects of peanut cultivation acid soils. International Agriculture Riset Development. Journal 14 (2) : 23-32.
- Basuki, N. 1995. Pendugaan Peran Gen. Diktat Kuliah. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. 40 hlm.
- Brady, N.C. 1990. The nature and properties of soil. Macmillan. Publishing Company, New York. p. 1-621.
- Djumali, B. Santoso dan A. Sastrosupadi. 1997. Pengaruh residu kapur pupuk N dan P terhadap pertumbuhan dan hasil serat rosela di lahan podsolik merah kuning Kalimantan Selatan. Jurnal Penelitian Tanaman industri 11(6): 241-249.
- Duke. 1983. Handbook of Energy Crops Unpublished.
- www.hort.purdue.edu.newcrop/duke-energy/hibiscus sabdarifa.htm1.16k. 4 Maret 2004.
- Dulyaphat, C. 2000. Jute and Allied Fibres Based Cropping Patterns and Their Importance. Proceedings of the workshop and third and final meeting of the project coordination committee. International Jute Organisation. Dhaka Bangladesh June p. 185-188.
- Frank, B.S. and Cleon W. Ross. (Terjemahan Diah R. Lukman dan Sumaryono). 1995. Fisiologi tumbuhan. ITB. Bandung. p. 145-146.
- Fabatunde. 2003. Intercrop Productivity of Roselle in Nigeria. African Journal. <http://www.ajolinfo/viewarticle.12> Desember 2004.
- Guritno, B. 1998. Diktat Kuliah Pola Tanam, Pasca Sarjana Universitas Brawijaya Malang. Hlm 1-75.
- Hairiah, K. 1994. Aluminium Tolerance of Mucena. A Tropical leguminous cover crop. Institute for soil Fertility Research (IB-DLO) RA Hasen Netherland 151 p.
- Hardjowigeno, S.1987. Ilmu Tanah. PT. Mediatama. Jakarta. Hlm 1-220.
- Hasnam, F. Trikadawati, M. Sahid, S. Sumartini, P.D. Riajaya dan M. Cholid. 1999. Rencana Kegiatan Penelitian Musim tanam 1999/2000. Perbaikan Kesesuaian Kapas untuk Tumpangsari dengan Palawija. Laporan Bagian Proyek 1999/2000 Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. Malang. Hal:1-32.
- Herlina, N.D. Haryono dan I. Fauziah. 1996. Pengaruh Waktu Tanam dan Kepadatan Tanaman Selada (*Lactuca sativum* L. var. *crispa*) Terhadap Bawang Merah (*Allium ascaloncum* L.) dalam Sistem Tumpangsari . Agrivita 4 (2) : 74-78.
- Miranda, L.N. 1980. Residual effects of lime rates and depth of incorporation. In Agronomic Economic Research on Soil Tropics 1978/1979 report. Soil Science Dept. NCSU. North Carolina. p. 17-29.

- Mc. Laughlin, M.J. and T.R. James. 1991. Effect of phosphorus supply to the surface roots of wheat on root extension and rhizopher chemistry in an acidic sub soil. *Plant Soil* 134: 73-82.
- Mulyani, A. dan Hidayat. 1988. *Podsolik Merah Kuning*. Pusat Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Hal:1-8.
- Nursyamsi, D., O. Soepandi, D. Erfandi, Sholeh dan I.P.G. Widjaja. 1995. Penggunaan bahan organik, pupuk P dan K untuk peningkatan produktivitas tanah Podsolik. *Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Risalah Seminar*. 2: 47-52.
- Nuryani, S.H.U., S Handayani dan A. Maas. 2000. Meningkatkan efisiensi pemupukan P dengan bahan organik pada tanah Andosol. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 2 (2):7-12.
- Oldeman, Irsal Las and Muladi. 1980. *Contributions of Map*. Central Research Institute for Agriculture. Bogor Indonesia. Number 60.
- Patil, S.D., V.S. Bawasakar, S.J. Ranadive and G.K. Zendi. 1978. Respon of sugarcane to press mud cake: I. The effect of filter press mud on the yield and quality of cane. *Indian Sugar*. January. p. 711-714.
- Priyono, S.E. Listyarini, Dawam and Setiyadi. 1996. Soil physical properties and soil moisture retention related to organic matter input. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi di Malang, 13 Juni 1996. p. 1-18.
- Santoso, B., A. Satrosupadi dan Djumali. 1993a. Effect of the rates of N,P,K fertilizer, lime and blotong on yield of kenaf in South Kalimantan. *Industrial Crop Research, Journal* 5(2):9-12.
- Santoso, B., A. Satrosupadi dan Djumali. 1993b. Pengaruh kapur, N dan P terhadap pertumbuhan serta hasil kenaf dan rosela di tanah ultisol (podsolik merah kuning) Kalimantan Selatan. *Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat*. 8(2):112-120.
- Santoso, B., A. Satrosupadi, N. Sudiby dan E. Purlani. 2001. Respon galur rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) pada sistem tumpang-sari jagung-rosela di lahan podsolik merah kuning Kalimantan Selatan. *Jurnal Agritex*. Edisi Khusus. p. 36-45.
- Santoso, B., A. Satrosupadi dan Djumali. 2003. Pemanfaatan blotong dan fosfat alam pada tanaman rosela di lahan podsolik merah kuning Kalimantan Selatan. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 9 (3) : 109-115.
- Santoso, B. 2003. Fiber yield improvement of the introduction limes of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in South Kalimantan. *Agritex*. 11 (3) : 491-497.
- Santoso, B. 2005. Pengaruh bahan organik dan pupuk NPK terhadap hasil serat rosela di lahan PMK Kalimantan Selatan. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 11 (3) : 85-92.
- Satrosupadi, A. 1988. Usaha agronomi untuk meningkatkan produksi dan mutu pulp kenaf. *Peningkatan Produktivitas Serat dan Batang Pada Tanaman Serat Karung*. Seri Edisi Khusus : No.3/VI/1988. Hal : 19-25.
- Satrosupadi, A., S. Tirtosuprobo, B. Santoso dan Mukani. 1994. Studi kelayakan usaha rosela pada tanah podsolik merah kuning di Kalimantan Selatan. *Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat* 9 (2) : 108-118.
- Setijono, S. 1996. Effect of organic matter and lime material on soil aluminium of a high activity clay acid mineral soil their significance to phosphate availability index. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi di Malang 13 Juni 1996. p. 1-20.

- Smyth, T.J. and M.S. Cravo, 1992. Aluminium and calcium constraints to continuous crop production in Brabihan Amazon Oxisol. *Agronomy Journal*. 84: 843-849.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. IPB. Bogor. Hlm. 359.
- Suhadi dan Sumoyo. 1985. Pengaruh blotong terhadap sifat tanah regosol pasir lempungan. *Bulletin No. 111 Oktober 1985*. Balai Penelitian Perusahaan Perkebunan Gula. Pasuruan Indonesia. p. 1-10.
- Suharjo, H.M., Soepartini dan U. Kurnia. 1993. *Bahan Organik Tanah. Informasi penelitian tanah, air, pupuk dan lahan. Serial Populer No.3/PD/SP/ 1993*. Pusat Penelitian Tanah dan Agrolimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian, Bogor. Hlm 10-18.
- Sumarno. 1997. *Konservasi dan Pengelolaan Plasma Nutfah Tanaman*. Diktat Kuliah Program Pasca Sarjana Universitas Erlangga. Surabaya. 30 hlm.
- Suseno, H. 1974. *Fisiologi Tumbuhan Metabolisme Dasar*. IPB. Bogor. 227 hlm.
- Syekhfani. 2000. Arti Penting Bahan organik bagi kesuburan tanah. *Kongres I dan Semiloka Nasional. MAPORINA*. Batu Malang. Hlm : 1-8.