

**PERANAN BERBAGAI JENIS BAHAN PEMBENAH TANAH TERHADAP  
STATUS HARA P DAN PERKEMBANGAN AKAR KEDELAI  
PADA TANAH GAMBUT ASAL AJAMU SUMATERA UTARA**

*Role of Various Ameliorans on P Nutrient and Soybean Root Development in Peat Soil of  
Ajamu North Sumatera*

**Nurhayati, Razali, dan Zuraida**

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala,  
Banda Aceh, Indonesia. email: nhayati87@yahoo.co.id

**ABSTRACT**

The purpose of this research was to evaluate the influence of some types of soil ameliorans (lime, sea mud and some types of soil microorganisms) on P nutrient and soybean root development in peat soil. The experiment was carried out in the Greenhouse of Agriculture Faculty of USU, Soil Biology Laboratory, Central Laboratory of Agriculture Faculty of USU and Laboratory of Soil analysis at RISPA, from March to November 2011. The experiment was arranged in a completely randomized design, consisted of 13 treatments and two replicates. The treatments included control, dolomite lime, sea mud, lime + sea mud, Bradyrhizobium, mos, Mycorrhizal isolate of peat soil, mycorrhizal isolate of mineral soil, Bradyrhizobium + mos, mos + mycorrhizal isolate of peat soil isolates, mos + mineral soil mycorrhizal isolate, Bradyrhizobium + mos + mycorrhizal isolate of peat soil, Bradyrhizobium + mos + mycorrhizal isolate of mineral soil. Variables observed included soil pH, soil P available, plant P uptake, and weight of root dry. Types of amelioran exerted significant effect on soil pH, but did not exert significant effects on soil P available, plant P uptake, and weight of dry root.

**Keywords:** peat soil, soil amelioran, soil microorganism, P nutrient

**PENDAHULUAN**

Menurut Noor (2001), secara kimiawi, sifat tanah gambut yang utama adalah kemasaman tanah, ketersediaan hara tanah, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, kadar asam organik tanah, kadar pirit atau sulfur.

Tanah gambut di Indonesia mempunyai pH berkisar antara 2,8 - 4,5 dan kemasaman potensial mencapai >5 cmol/kg, ketersediaan unsur-unsur makro N, P, K, serta jumlah unsur mikro pada umumnya juga rendah. Namun dibandingkan dengan tanah mineral tanah gambut mempunyai kapasitas fiksasi P sangat rendah, karena itu ketersediaan P pada tanah gambut umumnya lebih baik daripada tanah mineral. Kapasitas tukar kation (KTK) tanah gambut cukup tinggi apabila dihitung berdasarkan berat bahan kering mutlak 115-270 cmol/kg,

kejenuhan basa (KB) tanah gambut umumnya rendah pada kisaran 5,4-13 % dengan rasio C/N tinggi yaitu 24-33,4 (Suhardjo dan Widjhaya-Adhi, 1976).

Tanah gambut mengandung bahan organik yang tinggi tetapi sangat bertolak belakang dengan kandungan unsur hara tanahnya. Hal ini disebabkan proses dekomposisi bahan organik belum sempurna, sehingga status hara tanah gambut sangat miskin. Di samping itu bentuk hara P pada tanah gambut didominasi bentuk P organik yang disebut fosfolipida. Fosfolipida tidak dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman, oleh karena itu mikoriza sangat berperan untuk menghidrolisis fosfolipida dan kemudian menghasilkan enzim fosfatase yang dapat mengubah senyawa fosfor menjadi tersedia bagi tanaman. Menurut Sutanto (2002), mikoriza dapat menghemat pupuk fosfat sekitar 20% sampai 30%.

Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh beberapa jenis bahan pembenah tanah (kapur, lumpur laut, dan beberapa jenis mikroorganisme tanah) terhadap status hara P dan perkembangan akar kedelai pada tanah gambut.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian USU, Laboratorium Biologi Tanah, Laboratorium Sentral, dan rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara Maret- November 2011.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah gambut jenis hemik yang diambil dari Ajamu daerah Rantau Prapat, Sumatera Utara, benih kedelai varietas Anjasmoro, koleksi inokulum *Bradyrhizobium* asal tanah gambut, koleksi mikroorganisme selulolitik asal tanah gambut (jamur, bakteri, aktinomicetes), inokulum mikoriza asal tanah gambut dan tanah mineral., kapur dolomit, lumpur laut dari daerah Belawan, rock fosfat (32 %  $P_2O_5$ ), KCl (60 %  $K_2O$ ), pupuk mikro fitonik, fungisida Dupon Delsene Mx-80 WP, Delouse 200 SL dan insektisida Chlormite 400 EC, aquades, dan sejumlah bahan kimia lainnya digunakan untuk analisis tanah dan analisis tanaman.

Alat yang digunakan antara lain: pot plastik warna hitam, baskom plastik, handsprayer, timbangan analitik, ayakan, cangkul, pH meter, oven, dan peralatan laboratorium lainnya untuk analisis tanah, dan analisis tanaman.

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial dengan 13 perlakuan dan 2 ulangan. Dengan demikian terdapat 26 satuan percobaan.

Faktor yang diteliti adalah beberapa jenis bahan pembenah tanah yaitu:

A0 = kontrol

A1 = kapur dolomit sebanyak 74.70 gpot<sup>-1</sup> (dosis kapur ditentukan dengan metode kurva  $Ca(OH)_2$  pH 6

A2 = lumpur laut sebanyak 5.07 kgpot<sup>-1</sup> (setara dengan Ca kapur).

A3 = kapur + lumpur laut (1:1)

A4 = *Bradyrhizobium* 10 ccpot<sup>-1</sup>

A5 = mos 10 ccpot<sup>-1</sup>

A6 = mikoriza isolat tanah gambut (isolat campuran Glomus) 100 g propagulpot<sup>-1</sup>

A7 = mikoriza isolat tanah mineral 100 g propagulpot<sup>-1</sup>

A8 = *Bradyrhizobium* 10 ccpot<sup>-1</sup>+ mos 10 ccpot<sup>-1</sup>

A9 = *Bradyrhizobium* 10 ccpot<sup>-1</sup>+ mikoriza isolat tanah gambut 100 g propagulpot<sup>-1</sup> (isolat campuran Glomus).

A10 = mos 10 ccpot<sup>-1</sup>+ mikoriza isolat tanah gambut 100 g propagulpot<sup>-1</sup> (isolat campuran Glomus sp)

A11 = *Bradyrhizobium* 10 ccpot<sup>-1</sup>+ mos 10 ccpot<sup>-1</sup> + mikoriza isolat tanah gambut 100 g propagulpot<sup>-1</sup> (isolat campuran Glomus sp)

A12 = *Bradyrhizobium* 10 ccpot<sup>-1</sup>+ mos 10 ccpot<sup>-1</sup> + mikoriza isolat tanah mineral 100 g propagulpot<sup>-1</sup>

1 cc = 10<sup>8</sup> sel.

Model matematika rancangan percobaan yang digunakan:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + A_i + \epsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Angka pengamatan dari pengaruh pemberian bahan pembenah tanah taraf ke i, dalam ulangan ke k.

$\mu$  = nilai rata-rata umum.

$A_i$  = pengaruh pemberian bahan pembenah tanah yang ke i.

$\beta_j$  = pengaruh ulangan (blok) yang ke-j

$\epsilon_{ij}$  = pengaruh kesalahan keseluruhan percobaan pada pemberian bahan pembenah tanah ke i dalam ulangan ke-j.

Data yang diperoleh secara statistik diuji dengan sidik ragam (uji F), dan uji lanjutan bagi perlakuan yang nyata atau sangat nyata menggunakan Uji Beda Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata 5 % dan 1%.

### **Pelaksanaan Penelitian Persiapan media tumbuh**

Tanah gambut diambil dari Ajamu daerah Rantau Parapat, Sumatera Utara. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menggunakan metode komposit pada kedalaman 0-20 cm. Tanah gambut dibersihkan secara manual dilakukan analisis awal terhadap beberapa aspek kimia untuk mengetahui status hara, selanjutnya dimasukkan ke dalam polibag sebanyak 10 kgpot<sup>-1</sup>. Pot-pot tersebut diletakkan di atas baskom yang berisi air kemudian disusun di rumah kaca.

### **Inkubasi pengapuran dan pemberian lumpur laut**

Lumpur laut sebelum diaplikasikan terlebih dahulu dikeringudarkan selama 4 minggu kemudian dianalisis status haranya. Kapur dan lumpur laut dicampur dengan tanah secara homogen dan diinkubasi selama 8 minggu.

### **Pemupukan**

Pemupukan P yang berasal dari rock fosfat diberikan sebanyak 800 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (42 gpot<sup>-1</sup>) dan KCl sebanyak 60 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (1.67 gpot<sup>-1</sup>) diberikan secara tugal bersamaan dengan penanaman. Pupuk mikro diberikan dalam bentuk larutan yang disemprotkan melalui daun tanaman. Penyemprotan dilakukan mulai pada saat tanaman berumur 15 HST dengan interval satu minggu sekali sampai tanaman berumur 40 HST. Pupuk hayati (mos, *Bradyrhizobium*) diberikan ke tanah dalam bentuk cairan dengan dosis sesuai perlakuan. Mos diberikan pada saat tanam, sedangkan *Bradyrhizobium* diberikan pada saat tanaman berumur 7 HST dan inokulum mikoriza diberikan dalam bentuk inokulum tanah atau propagul cendawan yang terdiri dari spora, hypha, dan akar yang terinfeksi diletakkan di sekitar perakaran tanaman dan diberikan pada saat tanam.

### **Penanaman dan pemeliharaan**

Benih kedelai sebelum ditanam direndam dahulu dengan air selama 1 jam.

Setiap pot percobaan ditanam 3 butir dengan kedalaman tanam 3 cm dari permukaan tanah. Penjarangan dilakukan 2 minggu setelah tanam dengan meninggalkan 2 tanamanpot<sup>-1</sup> yang pertumbuhannya dianggap baik. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman untuk menjaga ketinggian air genangan di dalam baskom, penyiangan dan pemberantasan hama penyakit.

### **Peubah yang Diamati**

1. pH tanah  
Pengukuran pH tanah dilakukan dengan menggunakan pH meter (pH H<sub>2</sub>O 1: 2.5).
2. P tersedia tanah  
Pengukuran kadar P tersedia tanah dengan cara ekstraksi dengan 0.03 N NH<sub>4</sub>F dan 0.025 N HCL (metode Bray II) dan N total tanah dengan metode Kjeldahl.
3. P jaringan tanaman  
Bagian tanaman (batang, daun) dikeringkan pada suhu 70 °C selama 48 jam, selanjutnya digiling halus. Kadar P tanaman dianalisis dengan menggunakan metode destruksi basah menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, untuk P tanaman menggunakan alat Spektrofotometer
4. Berat akar kering  
Akar dicuci bersih dengan air leding dan dimasukkan dalam kantong kertas lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 48 jam kemudian dimasukkan eksikator selama 15 menit lalu ditimbang.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

#### **Kemasaman (pH Tanah)**

Hasil analisis sidik ragam (uji F) menunjukkan bahwa pemberian beberapa jenis bahan pembenah tanah berpengaruh sangat nyata terhadap pH. Hasil uji beda rata-rata pengaruh beberapa jenis bahan perbaikan tanah terhadap pH tanah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh beberapa jenis bahan perbaikan tanah terhadap pH tanah

Perlakuan	pH tanah
A0	4.14 ab
A1	5.52 d
A2	3.57 a
A3	4.56 bc
A4	4.30 abc
A5	4.11 ab
A6	4.28 abc
A7	4.06 ab
A8	4.09 ab
A9	4.25 abc
A10	4.06 ab
A11	5.09 cd
A12	4.16 bc

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Beda Rataan Duncan pada  $P < .05$

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan unggulan pertama terhadap parameter pH tanah adalah perlakuan pemberian kapur dolomit (A1) yang menghasilkan pH tanah tertinggi (5.52) dengan peningkatan pH tanah sebesar 33.33 % lebih tinggi dari perlakuan kontrol (A0). Perlakuan unggulan kedua adalah perlakuan inokulasi gabungan *Bradyrhizobium* + mos + mikorizaisalat tanah gambut (A11) yang menghasilkan pH tanah (5.09), dengan peningkatan pH tanah 23 % lebih tinggi dari perlakuan kontrol (A0), namun tidak berbeda nyata pula dengan perlakuan A1, A3 A4, A6, A9

dan A12. Pada Perlakuan lumpur laut (A2) cenderung terjadi penurunan pH tanah yang menghasilkan pH tanah (3.57), dengan penurunan pH tanah masing-masing 13.77 % lebih rendah dari perlakuan kontrol (A0).

#### P Tersedia Tanah

Hasil analisis sidik ragam (uji F) menunjukkan bahwa pemberian beberapa jenis bahan pembenah tanah berpengaruh tidak nyata terhadap P tersedia tanah. Pengaruh beberapa jenis bahan perbaikan tanah terhadap P tersedia tanah disajikan pada Tabel 2

Tabel 2. Pengaruh Beberapa Jenis Bahan Pembenah Tanah Terhadap P Tersedia Tanah

Perlakuan	P TersediaTanah (ppm)
A0	113.00
A1	178.00
A2	93.00
A3	147.00
A4	74.00
A5	137.50
A6	134.00
A7	81.00
A8	148.00
A9	153.00
A10	152.50
A11	161.00
A12	157.00

### Berat Akar Kering

Hasil analisis sidik ragam (uji F) menunjukkan bahwa pemberian beberapa jenis bahan pembenah tanah berpengaruh

tidak nyata terhadap berat akar kering. Pengaruh beberapa jenis bahan pembenah tanah terhadap akar disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Beberapa Jenis Bahan Pembenah Tanah Terhadap Berat Akar Kering

Perlakuan	Bobot Kering Akar (g)
A0	0.95
A1	2.85
A2	0.30
A3	0.70
A4	1.35
A5	1.40
A6	1.70
A7	1.65
A8	1.40
A9	1.55
A10	1.45
A11	2.00
A12	1.80

### Pembahasan

#### Pengaruh Kapur Dolomit

Hasil penelitian (Tabel 1 dan 2) menunjukkan perlakuan unggulan pertama adalah perlakuan kapur dolomit (A1) terhadap parameter pH tanah, P tersedia tanah, serapan P tanaman, dan akar .

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan kapur dolomit menghasilkan pH tanah tertinggi bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya, seperti yang disajikan pada Tabel 1. Hal ini disebabkan kapur dolomit mengandung unsur Ca dan Mg, di mana kedua jenis unsur ini melalui reaksi hidrolisis dapat melepaskan ion OH<sup>-</sup> yang berpengaruh terhadap peningkatan pH tanah (Nyakpa *dkk.* 1988).

Pengaruh berbagai jenis bahan perbaikan tanah secara statistik berpengaruh tidak nyata terhadap P tersedia tanah, serapan P tanaman dan berat akar kering, namun secara visual pengaruhnya ada di mana terdapat perbedaan respons dari masing-masing taraf perlakuan. Hal ini dapat dimengerti karena percobaan ini merupakan percobaan mikrobiologi yang berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme tanah.

Perlakuan kapur dolomit dapat meningkatkan secara nyata pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai yaitu akar . Hal ini disebabkan karena kapur dolomit

mengandung Ca dan Mg. Kedua unsur hara ini penting untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kandungan Ca dan Mg yang tinggi pada kapur dolomit dapat meningkatkan pH tanah dan menyediakan Ca lebih banyak untuk tanaman. Kalsium juga berperan terhadap pertumbuhan ujung-ujung akar dan pembentukan bulu-bulu akar. Pemberian kapur dolomit pada tanah gambut selain dapat menaikkan pH tanah, juga meningkatkan ketersediaan P, sedangkan menurut Soeprapto (1994), tanaman kedelai dapat tumbuh baik pada tingkat kemasaman tanah 5.0-7.0. Hal ini sangat sesuai di mana dengan perlakuan kapur nilai pH tanah 5.52 (Tabel 3). Menurut Hasibuan (1999), peningkatan pertumbuhan vegetatif dan produksi tanaman yang diberi kapur terutama diperkirakan karena adanya perbaikan penyediaan hara bagi tanaman karena peranan kapur dolomit menciptakan kondisi pH yang sesuai bagi aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan dalam dekomposisi bahan organik tanah. Sejalan dengan pendapat Van Leierop *et al.* (1980) dalam Sagiman (2001) penggunaan kapur menyebabkan dekomposisi meningkat, karena meningkatnya kegiatan mikroorganisme tanah.

Pemberian kapur dolomit dapat meningkatkan pH tanah yang akan memacu proses dekomposisi bahan organik yang menghasilkan senyawa fosfat organik, selanjutnya senyawa fosfat organik dapat terkonversi menjadi fosfat anorganik melalui melalui proses dekomposisi yang lebih sempurna. Nyakpa *et al.* (1988) mengemukakan peranan P antara lain penting untuk pertumbuhan sel, pembentukan akar dan rambut akar.

Hal ini dapat dimengerti karena pengaruh kapur akan meningkatkan pH tanah memperkecil pengaruh  $H^+$  terhadap tanaman. Selain itu pengapuran dapat meningkatkan ketersediaan Ca, Mg, P dan Mo (Sagiman, 2001)

### Pengaruh Mikroorganisme Tanah

Hasil penelitian (Tabel 1 dan 2) menunjukkan perlakuan inokulasi gabungan *Bradyrhizobium*+mos+mikoriza isolat tanah gambut (A11) adalah perlakuan unggulan kedua terhadap parameter pengamatan pH tanah, P tersedia tanah, serapan P tanaman, dan berat akar kering.

Perlakuan inokulasi gabungan *Bradyrhizobium*+ mos + mikoriza isolat tanah gambut (A11) dapat meningkatkan pH seperti disajikan pada Tabel 1. Hal ini dikarenakan peranan dari masing-masing mikroorganisme tersebut sangat mendukung terhadap peningkatan pH tanah gambut. *Bradyrhizobium*, mos dan mikoriza dalam aktivitas dan proses metabolismenya melepaskan senyawa-senyawa organik. Senyawa-senyawa organik ini berpeluang untuk mengikat kation-kation logam penyebab kemasaman dalam tanah. Menurut Tan (1997), senyawa-senyawa organik mampu mengikat kation-kation di dalam kompleks jerapan, sehingga konsentrasi basa tanah menjadi tinggi, dan pH tanah menjadi naik.

Hasil penelitian pada Tabel 2 diketahui bahwa perlakuan inokulasi gabungan *Bradyrhizobium*+mos+mikoriza isolat tanah gambut dapat meningkatkan bobot kering akar walaupun secara statistik pengaruhnya tidak nyata. Hal ini dapat dipahami bahwa pada kondisi ini terjadi hubungan yang sinergis antara

ketiga jenis mikroba tersebut. Aktivitas mos dapat meningkat dengan adanya *Bradyrhizobium* dan mikoriza, di mana peranan *Bradyrhizobium* sebagai penyumbang hara N, sedangkan mikoriza dapat meningkatkan ketersediaan hara P dan unsur mineral lainnya yang merupakan sumber energi bagi mikroorganisme selulolitik. Kondisi ini tentu akan memacu perombakan bahan organik oleh mos. Hasil Penelitian Komariah *et al.* (1994) menunjukkan penggunaan mikroorganisme perombak selulosa dapat meningkatkan perombakan gambut dan ketersediaan hara. Mos dalam proses mineralisasi bahan organik tentu menyumbangkan berbagai hara ke dalam tanah seperti, N, P, K, Ca, Mg, Mo dan lain-lain yang dapat meningkatkan P tersedia tanah, serapan P tanaman dan berat akar kering.

Dekomposisi bahan organik tanah yang dipacu oleh mos menghasilkan berbagai bentuk P organik seperti inositol, fosfolipid, asam nukleat, nukleotida, dan gula fosfat. Bentuk-bentuk P organik ini bila dipacu dengan dekomposisi yang lebih sempurna lagi maka akan menghasilkan bentuk P anorganik yang sangat berpotensi dalam peningkatan kadar P tersedia tanah, maupun suplai hara P ke dalam jaringan tanaman. Walaupun tanaman dapat mengkonsumsi bentuk-bentuk P organik, namun persentasenya sangat rendah.

Selain itu hal ini berhubungan dengan peranan mikoriza untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui peningkatan absorpsi hara terutama P karena status hara tanaman tersebut dapat ditingkatkan dan diperbaiki disebabkan P terbebas dari fiksasi Al maupun akibat terlarutnya ikatan Ca-P pada pupuk rock fosfat. Fenomena ini dapat terjadi melalui berbagai mekanisme antara lain:

1. Enzim fosfatase yang dihasilkan oleh MVA mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan spesifik. Mekanisme ini dirangsang oleh keberadaan asam-asam fosfatase yang terdapat pada hifa MVA, sehingga P anorganik dibebaskan dari sumber P organik pada daerah dekat permukaan sel akar, sehingga dapat diserap melalui proses

- serapan hara. Aktivitas enzim fosfatase dipacu dengan adanya asam-asam fosfatase yang terdapat pada hifa MVA yang sedang aktif.
2. Melalui proses pelarutan dari bentuk P yang terikat dalam senyawa Ca-P pada rock fosfat. Hal ini disebabkan karena MVA dapat menghasilkan asam-asam organik yang berperan dalam hal ini yaitu asam oksalat yang dapat mengkhelat ion Ca ataupun ion Al dan menyingkirkan dari larutan tanah dalam bentuk senyawa Ca-oksalat, ataupun Al-oksalat, sehingga P anorganik dapat terbebas ke larutan tanah.
  3. Dalam keadaan tanah non steril, diduga mikoriza mampu berinteraksi dengan bakteri dan jamur pelarut fosfat. Mikoriza akan menyerap P yang dibebaskan oleh bakteri dan jamur pelarut fosfat, sehingga P yang terbebas itu tidak akan terfiksasi oleh agen-agen pengikat P. Menurut Husin (1995) bahwa seiring dengan peningkatan P tersedia tanah, serapan P tanaman juga meningkat. Di sinilah peranan mikoriza yang dominan, di mana mikoriza tidak dapat menggantikan pupuk P, tetapi membebaskan P menjadi tersedia dan efisiensi pupuk lebih meningkat.

Di samping itu peranan mikoriza mampu meningkatkan serapan hara, disebabkan di samping membentuk hifa internal, mikoriza juga membentuk hifa eksternal. Pada hifa eksternal akan terbentuk spora, yang merupakan bagian penting dari mikoriza yang berada di luar akar. Fungsi utama dari hifa ini adalah untuk menyerap unsur hara dan air dari dalam tanah. P yang terakumulasi pada hifa eksternal akan segera diubah menjadi senyawa polifosfat dengan adanya enzim fosfatase. Senyawa polifosfat ini kemudian dipindahkan ke hifa internal dan arbuskula. Di dalam arbuskula senyawa polifosfat dipecah menjadi fosfat anorganik yang kemudian dilepaskan ke dalam jaringan tanaman inang.

Menurut Salisbury dan Ross (1995), keuntungan MVA pada tumbuhan yang dikenal baik, dengan meningkatkan penyerapan fosfat, meskipun hara lainnya sering meningkat pula. Peningkatan

serapan P oleh akar yang bermikoriza ini sebagian besar disebabkan oleh perluasan sistem penyerapan yang diberikan oleh misellia fungi. Hifa jamur yang meluas dalam tanah menyerap ion-ion P yang terbebas dari mineral tanah atau organisme lain dan mentranslokasikan ke perakaran inang. Dijelaskan oleh Seiverding (1991) bahwa mikoriza yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga akar tanaman yang bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap unsur hara dan air. Penyerapan unsur hara khususnya P sangat dipengaruhi oleh panjang total hifa yang hidup, penyebaran hifa di dalam tanah dan oleh energi kinetik penyebaran hifa (Jakobsen, 1992 dalam Hapsah, 2003). Hifa eksternal mikoriza berperan dalam penyerapan unsur hara anorganik oleh akar tanaman, distribusi hifa ini ke tempat yang kaya unsur hara dan diduga sangat efektif berkompetisi dengan mikroba tanah lainnya (Smith dan Read, 1997). Dilaporkan peningkatan penyerapan unsur hara oleh mikoriza dapat merupakan penyerapan hifa secara langsung dan secara tidak langsung yang disebabkan oleh adanya perubahan morfologi dan fisiologi akar-akar tumbuhan (Persad-Chinney dan Chinnery, 1996 dalam Hapsah, 2003). Volume tanah yang dapat dieksplorasi oleh hifa eksternal mikoriza meningkat 5-200 kali dibandingkan dengan eksplorasi akar tanpa mikoriza (Seiverding, 1991). Selain hara P hifa eksternal mikoriza dapat meningkatkan penyerapan unsur hara lain seperti N, K, Ca dan Mg (Seiverding, 1991; Bago *et.al.*, 1996). Bahkan unsur-unsur mikro seperti Zn, Cu, B, Mo juga meningkat penyerapannya (Smith dan Read, 1997). Sedangkan menurut (Seiverding, 1991) kadar Fe, Mn dan Cl juga ada dalam konsentrasi tinggi pada tanaman yang bermikoriza meskipun belum diketahui mekanismenya. Mikoriza yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif, sehingga tanaman yang bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitas dalam penyerapan unsur hara dan air, sehingga memperbaiki perkembangan akar.

### Pengaruh Lumpur Laut

Perlakuan yang buruk dan yang paling buruk adalah masing-masing perlakuan lumpur laut+kapur (A3), dan perlakuan lumpur laut tanpa kapur (A2), di mana akibat perlakuan-perlakuan itu terjadi respons negatif dengan sangat nyata terhadap penurunan parameter pH tanah, P tersedia tanah, serapan P tanaman dan , akar (Tabel 1, 2, 3).

Hal ini diprediksikan tindakan pengelolaan terhadap lumpur laut belum tepat, dalam pengendalian kadar pirit dan tingginya tingkat salinitas pada lumpur laut, sehingga memberikan efek buruk terhadap semua parameter pengamatan. Dari hasil analisis lumpur laut kering udara 8 minggu (Lampiran 1) terlihat kadar  $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  kriteria tinggi. Kondisi ini sangat berpotensi dalam pembentukan senyawa pirit ( $\text{FS}_2$ ), dan adanya indikasi oksidasi pirit yang dicirikan adanya  $\text{SO}_4^{2-}$  pada lumpur laut yang digunakan.

Pirit dalam keadaan aerob akan teroksidasi menghasilkan ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) dan ion sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Kondisi inilah yang menyebabkan rendahnya pH tanah akibat perlakuan lumpur laut seperti ditampilkan pada Tabel 1. Kondisi ini dapat menghambat aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam mineralisasi bahan organik. Laju penguraian bahan organik tergantung pada beberapa faktor seperti ukuran partikel, kelembaban, aerasi, rasio C/N dan ketersediaan mikroorganisme pengurai. Oleh karena pada kondisi ini pH tanah baik yang diukur pada fase akhir vegetatif 4.06 (Tabel 1) maupun yang diukur setelah diinkubasi selama 8 minggu 3.45 tidak mendukung aktivitas mikroorganisme pengurai.

Hasil penelitian Bastoni (1999) penambahan lumpur laut pada tanah gambut mengakibatkan pH menurun drastis akibat oksidasi pirit hingga mencapai 2-3.5, yang selanjutnya akan berdampak buruk terhadap perkembangan akar. Berdasarkan hasil penelitian Sustika et al. (2006) tentang pengaruh aplikasi tanah mineral berpirit pada tanah gambut dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Namun dalam penelitiannya dilakukan pencucian

terhadap pencampuran tanah gambut dan bahan mineral berpirit baik sebelum diinkubasi maupun setelah proses inkubasi selama satu bulan di mana pencucian setelah masa inkubasi memberikan pengaruh lebih baik dibandingkan dengan pencucian sebelum diinkubasi. Dengan pencucian diprediksikan akan menurunkan kadar  $\text{SO}_4^{2-}$  tersedia, sehingga ion  $\text{Fe}^{3+}$  yang terkandung pada lumpur laut dapat berperan menonaktifkan asam organik seperti asam fenol. Oleh karena dalam penelitian ini tidak dilakukan pencucian terhadap lumpur laut yang menyebabkan efek buruk perlakuan lumpur laut baik terhadap semua parameter pengamatan.

Dengan tidak adanya tindakan pencucian diprediksikan pengaruh racun asam fenol sangat dominan memberikan efek buruk terhadap perkembangan akar.. Hal ini dapat dimengerti karena peranan  $\text{Fe}^{3+}$  untuk menonaktifkan asam-asam organik seperti asam fenol pada gambut mengacu terhadap pembentukan pirit dengan adanya sulfur. Hal ini dilandasi oleh pemikiran bahwa kation polivalen seperti  $\text{Fe}^{3+}$  akan membentuk senyawa kompleks dengan asam-asam organik yang tadinya berbentuk monomer, akan berubah menjadi polimer (Stevenson, 1994; Tan, 1997). Dengan terbentuknya senyawa kompleks akan mengurangi daya meracun dari asam organik. Konsentrasi asam-asam fenolat 0,1-1mM termasuk tinggi dalam selang yang meracuni tanaman. Vaughan et al. (1985) menambahkan bahwa asam-asam fenolat yang bersifat fitotoksik terhadap pertumbuhan tanaman melalui mekanisme gangguan pada metabolisme seperti respirasi atau sintesis asam nukleat atau protein. Patrich (1971) mengemukakan bahwa bahan-bahan fitotoksik hasil dekomposisi bahan organik, berpengaruh terhadap permeabilitas sel tanaman, sehingga asam-asam amino dan bahan lain mengalir ke luar sel. Di samping itu senyawa fitotoksik ini dapat menghambat pertumbuhan akar dan mengganggu serapan hara P tanaman (Tabel 2). Takajima (1964) dalam Tsutsuki (1984) menambahkan bahwa konsentrasi asam fenolat sebesar 0,6-3,0 mM dapat

menghambat pertumbuhan akar padi sampai 50 %.

Selain itu pengaruh buruk dari lumpur laut ini disebabkan pengaruh tingginya salinitas pada lumpur laut sehingga dapat menghambat aktivitas mikroorganisme tanah dalam aktivitasnya terhadap mineralisasi bahan organik tanah sehingga ketersediaan hara dan serapan hara P terhambat pula. Di samping itu kadar garam yang tinggi di daerah perakaran tanaman, menyebabkan tekanan osmotik yang tinggi (Bernstein, 1975), sehingga rendahnya serapan hara P tanaman (Tabel 2). Salinitas tanah akan menghambat pembentukan akar-akar baru dan akar tanaman mengalami kesukaran dalam menyerap air karena tingginya tekanan osmotik larutan tanah. Keadaan ini selanjutnya akan menyebabkan terjadinya kekeringan pada tanaman karena perkembangan akar terhambat, sehingga absorpsi unsur-unsur hara dan air menjadi terhambat akibat perlakuan lumpur laut (A2) maupun lumpur laut+kapur (A3).

Selain itu garam terlarut mungkin secara langsung mempengaruhi organisme tanah melalui pengaruh toksisitas spesifik dari ion-ion dalam konsentrasi yang tinggi seperti sodium atau klorida, atau oleh efek non spesifik zat terlarut terhadap potensial osmotik atau potensial air. Semakin rendah (lebih negatif) potensial air tanah, maka semakin sulit organisme untuk menyerap air dari dalam tanah. Fenomena ini merupakan petunjuk bahwa rendahnya aktivitas mikroba tanah akibat salinitas yang tinggi.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian beberapa jenis bahan pembenah tanah (kapur, lumpur laut, dan beberapa jenis mikroorganisme tanah) berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan parameter pH tanah

### Saran

Disarankan penambahan lumpur laut tidak melebihi dari 30 % dan adanya

tindakan pengelolaan terhadap penurunan salinitas dan kadar pirit pada lumpur laut, karena lumpur laut umumnya mengandung pirit tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, W. 1976. Chemical Characteristics of the Upper 30 cms of Peat Soil From Riau. In Final Report ATA 106. SoilRes. Inst. Bogor.
- Bernstein L. 1975. Effect of Salinity and Sodicity on Plant Growth. Annu. Rev. Phytophthol.
- Bago B, Vierheiling H, Piche Y, Azcon-Aguilar C. 1996. Nitrate Delation and pH Changes Induced by the Extra radical mycellium of the Arbuscular mychorrhizal fungus *Glomus Interadices* grown in monoxenic culture. New Phytol.
- Bastoni. 1999. Studi Aspek Kimia dan Kesuburan Campuran Tanah Organik (Gambut) dan Mineral (Lumpur) yang digunakan untuk Media Tumbuh. Bulletin Reboisasi.
- Hasibuan, E. B., Adiwiganda, T. Y., Ritonga, D. M., Rotonga, M. 1989. Pengaruh Pemupukan N, P, dan K Serta Pengapuran Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung pada Tanah Gambut. Kumpulah Makalah Seminar Tanah Gambut untuk Perluasana Pertanian. Fakultas Pertanian Islam Sumatera Utara. Medan.
- Husin, E. F. 1992. Perbaikan Beberapa Sifat Kimia Tanah Podsolik Merah Kuning dengan Pemberian Pupuk Hijau *Sesbaniarostrata* dan Inokulasi Mikoriza Vesikular Arbuskular serta Efeknya terhadap Serapan Hara dan Hasil Tanaman Jagung. Disertasi Program Pasca sarjana Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Hapsoh. 2003. Kompabilitas MVA dan Beberapa Genotip Kedelai pada Berbagai Tingkat Cekaman Kekeringan Tanah
- Komarlah, S. P., T. dan Suryadi, M.E. 1994. "Aktivitas Mikroorganisme dalam Reklamasi Tanah Gambut" Dalam: Pros. Pertemuan Teknis Penelitian Tanah dan Agroklimat: Bidang Kesuburan dan Produktivitas

- Tanah. Puslit Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Nyakpa, M. Y. -----, 1988. Kesuburan Tanah. Universitas Lampung.
- Noor, M., 2001. Pertanian Lahan Gambut. Kanisius. Yogyakarta.
- Patrich, Z. A. 1971. Phytotoxic Substance Associated with Decomposition in Soil of Plant Residues. Soil Science.
- Sieverding E. 1991. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystem. Eschbom: Deutsche GHTZ GmbH.
- Sagiman, S. dan Pujiano. 2001. Peningkatan Produksi Kedelai di Tanah Gambut Melalui Inokulasi Bradyrhizobium Japonicum Asal Gambut dan Pemanfaatan Bahan Amelioran (Lumpur dan Kapur). Disertasi Program Pasca Sarjana Institute Pertanian Bogor.
- Stevenson, F.J.1994. Humus Chemistry. Genesis Composition, Reaction. John Wileyand Son Inc., New York.
- Salisbury, F. B dan C. W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Terjemahan D. R. Lukman dan Sumaryono. Penerbit ITB. Bandung.
- Smith S. E. Read D. S, 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Second Edition. Academic Press, Harcourt Braleand Company Publisher, London.
- Sutanto, R. 2002. Pertanian Organik. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sustika, W. I., Sabihan, S., Ardi, D., 2006. Pengaruh Pencampuran Tanah Mineral Berpirit pada Tanah Gambut Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi. Jurnal Pertanian Indonesia. ISSN 1411-0067. Volume 8. No.2,2006.
- Tsutsuki, K. 1984. Volatile Products and Low Molecular Weight Phenolic Products of the Anaerobic Decomposition of OrganicMatter. In: Organic matter and Rice IRRI. Los Banos. Phillipines.
- .Tan, K. H. 1997. Principle of SoilChemistry. Marcel Dekker. Inc, New York.
- Vaughan, D., R. E. Malcolm, and B.G. Ord.1985. Influence of Humic Substances on Biochemichal Processes in Plants. In Organic Matter and Rice. IRRI. Los Banos, Philipines.