

Pengaruh Pemberian Molibdenum (Mo) terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai

Nelvia¹, Husna Yetti² dan Lauser Indrawadi³

¹Laboratorium Ilmu Tanah dan ²Laboratorium Tanaman, Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293

nnelvia@yahoo.co.id

³THLTB Penyuluh Perkebunan, Kecamatan Benai, Kabupaten Kuantan Singingi

Jl. Soekarno Hatta Benai Kuantan Singingi 29552

lauser.indrawadi@gmail.com

Abstract

The Mo is essential for plants, molybdenum cofactor (Moco) forms active site of all eukarotic Mo enzymes. Nitrate reductase enzyme is available in all plants, which is needed to change NO_3^- taken by plant to NH_3 . In legume, Mo is nitrogenase enzyme component, that is needed in changing N_2 become NH_3 , that is why Mo is very needed in N fixation process. With C, H, and O, sometimes S, NH_3 form amino acid whether or not containing S, amino enzyme, nucleate acid, chlorofil, alkaloite and purin base. That is why Mo is very important in forming protein and chlorofil. The research was conducted in green house of universitas Riau Agriculture Faculty. Ultisol soil was taken from Rumbai Pesisir region, Pekanbaru city in 0 – 20 cm depth. The analysis of soil chemical characteristic before conducting research was done in Balai Penelitian Tanah Bogor. The research was arranged in complete random design consisted of six treatment : 0, 200, 400, 600, 800 and 1000 g NH_4 -molybdate/ha, each treatment was treated three times. The aim of this research is to study the effects of application of NH_4 -molybdate to crop growth and Soybean yield. The result showed that application of 600 g NH_4 - molybdate/ha have improved the crop growth and increased the soybean yield by 65,61 % compared to control.

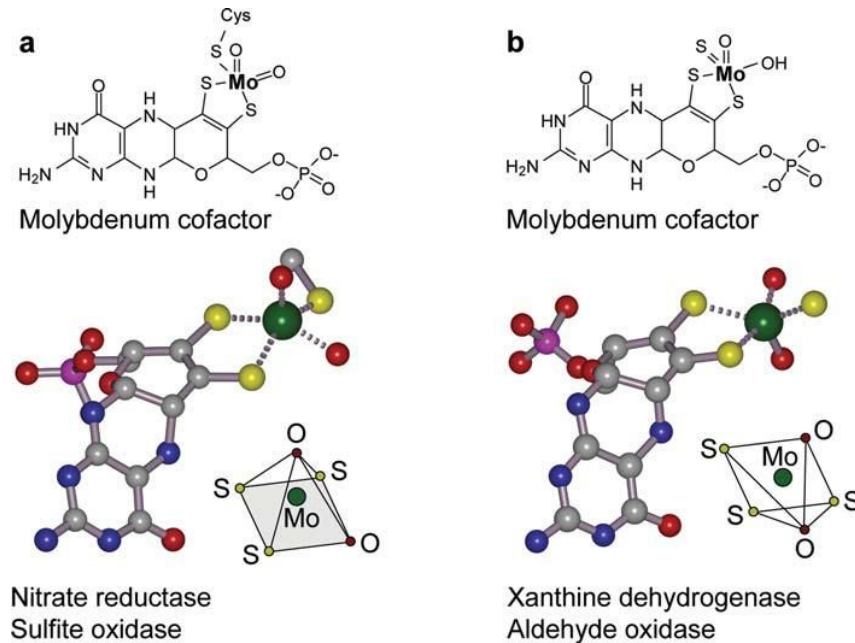
Key words: Addition, organic NPK fertilizer, response, soybean, varieties.

1. Pendahuluan

Peningkatan produksi kedele dalam negeri dapat ditempuh melalui upaya perluasan areal tanam/panen dan perbaikan produktivitas yang rata-rata masih rendah, yaitu 1,28 ton/ha (BPS, 2005). Masih cukup terbuka peluang peningkatan produktivitas mengingat hasil yang dicapai di tingkat petani baru berkisar 0,6 – 2,0 ton/ha, sedangkan di tingkat penelitian sudah mencapai 1,70 – 3,00 ton/ha (Subandi, Marwoto dan Kuntuyastuti, 2008). Oleh karena itu, pertumbuhan produksi melalui perluasan areal tanam/panen akan memberikan hasil yang lebih signifikan dalam mempercepat produksi kedelai nasional (Direktorat Budi daya Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, 2006). Data BPS (2005) menunjukkan bahwa areal panen kedelai nasional 617.000 ha dan diprogramkan meningkat menjadi 0,97 juta ha untuk mencapai swasembada pada tahun 2010. Peningkatan luas lahan tersebut disertai oleh peningkatan produktivitas dari 1,30 ton/ha menjadi 2,42 ton/ha (Direktorat Budi daya Kacang-kacangan dan Umbi-

umbian, 2006). Saat ini teridentifikasi sekitar 13,0 juta ha lahan yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan kedelai, meliputi lahan sawah dan lahan kering (Abdulrachman et al., 1997). Lahan yang tersedia paling luas dan berpeluang besar untuk perluasan areal tanam/panen kedelai adalah lahan mineral masam seperti tanah ultisol.

Provinsi Riau memiliki tanah ultisol yang cukup luas yaitu sekitar 3.162.773 ha (BIP Riau, 2003) untuk perluasan areal pertanian, namun mempunyai beberapa kendala bila digunakan untuk budidaya tanaman pangan. Berbagai hasil penelitian pada tanah mineral masam dapat disimpulkan bahwa masalah kesuburan tanah masam (ultisol) sangat banyak, antara lain adalah : kemungkinan konsentrasi ion H tinggi menyebabkan plasmolisis pada akar tanaman, keracunan Al karena kejenuhan Al tinggi dalam tanah, kahat unsur P karena terikat kuat pada Al atau Fe hidroksida, kekurangan Ca dan Mg, kekurangan unsur Mo, sehingga menghambat penambatan N udara oleh



Gambar 1. Struktur dan koordinat kofaktor molibdenum (Moco) dalam enzim (a) nitrat reduktase/sulfit oksidase (NR/SO) dan (b) xanthin dehydrogenase/ aldehyd oksidase (XDH/AO) (Schwarz dan Mendel, 2006).

kacang-kacangan, mempunyai KTK rendah dan mudah tererosi (Hakim, 2006).

Usaha pertanian konvensional yang hanya melakukan pemberian pupuk buatan yang mengandung hara makro, pengapuran dan pupuk kandang ternyata masih belum dapat mengatasi kekurangan hara mikro di dalam tanah sehingga produktifitas kedelai masih rendah, dengan demikian penambahan unsur hara mikro mutlak diperlukan.

Unsur transisi Mo esensial bagi tanaman, mikroorganisme dan binatang. Kofaktor Mo (Moco) membentuk situs aktif dari semua enzim molybdenum eukariotik (Jones, *et al.*, 1991; Goldberg *et al.*, 1996; Schwarz dan Mendel, 2006), lebih dari 40 enzim Mo terdapat di alam, sebagian besar pada bakteri hanya empat yang terdapat pada ditanaman (Schwarz dan Mendel, 2006) Gambar 1 dalam Lampiran menunjukkan struktur Moco dan enzim Mo.

Unsur Mo sangat dibutuhkan bagi pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai, Mo merupakan komponen enzim nitrate reduktase yang berperan utama dalam asimilasi nitrogen NO_3^- . Pada tanaman legum Mo merupakan komponen enzim nitrogenase (Jones *et al.*, 1991), yang diperlukan dalam mengubah N_2 menjadi NH_3 , olehkarena itu Mo sangat dibutuhkan dalam proses fiksasi N (Jones *et al.*, 1991; Marschner, 1995; Hakim, 2006). Bersama C, H dan O kadang-kadang S, NH_3 membentuk asam amino mengandung/tidak S, enzim amino, asam nukleat, klorofil, alkaloid dan basa purin (Jones *et al.*, 1991). Karena itu Mo sangat berperan penting dalam pembentukan protein dan klorofil (Harjowigeno, 1995).

Bila konsentrasi Mo dalam tanah rendah yaitu berkisar 0,7 ppm mengganggu pembentukan bintil akar dan menghambat fiksasi N oleh bakteri *Rhizobium*

(Anonim, 2000). Dari hasil analisis tanah sebelum penelitian diperoleh kadar Mo sangat rendah sekali bahkan tidak terdeteksi, sedangkan kebutuhan untuk tanaman sekitar 0,51 – 1,00 ppm (Romarkam dan Nasih, 2002). Kekurangan Mo dapat diatasi dengan pemupukan Na-Molibdat atau NH_4 -molibdat, untuk membentuk bintil akar yang maksimum diperlukan 240-450 gram $\text{Na}_2\text{MoO}_4/\text{ha}$ (Murtado, 1989).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari takaran NH_4 -molibdat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai pada tanah ultisol.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Riau Pekanbaru. Pada bulan Januari sampai April 2008. Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen yang disusun dalam bentuk Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor perlakuan tersebut adalah pemberian pupuk NH_4 -molibdat yang terdiri dari 6 taraf yaitu : 0, 200, 400, 600, 800 dan 1000 g/ha (0,001; 0,002; 0,003; 0,004 dan 0,005 g/tanaman), setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut BNT pada taraf 5 %.

Tanah yang digunakan adalah tanah ultisol dari kecamatan Rumbai Pesisir Pekanbaru, yang diambil secara komposit pada kedalaman 0-30 cm dari permukaan tanah. Tanaman kedelai varietas Willis digunakan sebagai tanaman indikator, NH_4 -molibdat sebagai sumber unsur hara Mo (mengandung 82% asam MoO_3). Inokulum Super Rhizogen, pestisida Dithane M-45, Decis 2,5 EC.

Tanah ultisol 10 kg dimasukkan kedalam polybag dan diberi 5 g/polybag dolomit (1 ton/ha). Seminggu kemudian diberikan pupuk kandang 50 g/polybag (10 ton/ha). Selajutnya diberikan pupuk dasar berupa pupuk Urea, TSP dan KCl sebanyak 0,25; 0,50 dan 0,25 g/polybag (50, 100 dan 50 kg/ha⁻¹). Pupuk NH₄-molibdat diberikan pada saat tanam dengan melarutkan masing-masing perlakuan kedalam 10 ml air, kemudian disiramkan ke dalam lubang disekeliling tanaman.

Sebanyak 10 g benih kedelai dicampur dengan 0,6 g rhizogen kemudian basahi dengan sedikit air, ditiriskan dan kemudian dicampur rata dan disimpan ditempat yang teduh dan biarkan selama 15 menit baru segera ditanam.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis tanah ultisol menunjukkan bahwa kandungan C organik, N total, Ca-dd, Mg-dd, K-dd dan Na-dd sangat rendah secara berturut-turut: 0,8%; 0,01%; 0,29; 0,1; 0,11 dan 0,0 Cmol⁽⁺⁾/kg, dan mengandung P tersedia (Bray II) cukup tinggi (27,05 ppm), KB rendah (7), KTK sangat rendah (6,90 Cmol⁽⁺⁾/kg), kandungan Mo sangat rendah (tidak terukur) dan bereaksi masam (pH 4,9).

Tabel 1 menunjukkan jumlah bintil akar meningkat sejalan dengan meningkatnya takaran Mo, peningkatan tertinggi diperoleh pada pemberian 600 g NH₄-molibdat/ha yaitu meningkat sebesar 98,18%, pada takaran 800 g NH₄-molibdat/ha belum turun, tetapi pada takaran 1000 g NH₄-molibdat/ha turun secara statistik.

Tabel 1. Pengaruh pemberian NH₄-molibdat terhadap jumlah bintil akar dan persentase bintil akar efektif tanaman kedelai

NH ₄ -molibdat (g/ha)	Jumlah bintil akar (buah)	Persentase bintil akar efektif (%)
0	17.66 a	61.08 a
200	24.00 b	75.92 bc
400	30.66 c	79.02 cd
600	35.00 c	81.04 d
800	33.66 c	80.98 d
1000	23.33 ab	75.15 b

Angka-angka pada lajur yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%

Pola peningkatan persentase bintil akar efektif sama dengan jumlah bintil akar, persentase bintil akar efektif tertinggi diperoleh pada pemberian 600 NH₄-molibdat/ha yang meningkat sebesar 32,67%, dan menurun dengan meningkatnya takaran Mo.

Meningkatnya jumlah bintil akar yang terinfeksi oleh bakteri *Rhizobium* (bintil akar efektif) didukung oleh peningkatan ketersediaan Mo bagi bakteri *Rhizobium* melalui pemberian Mo. Menurut Schwarz dan Mendel (2006) Mo tidak hanya esensial bagi tanaman, tetapi juga esensial bagi mikroorganisme dan binatang. Lebih lanjut dikatakan bahwa lebih dari 40 enzim Mo terdapat di alam dan sebagian besar terdapat pada bakteri, hanya empat enzim Mo yang terdapat pada ditanaman. Tampaknya peningkatan ketersediaan Mo dalam tanah telah memacu pertumbuhan, perkembangan dan aktifitas bakteri

Rhizobium. Dengan demikian meningkatkan kemampuan bakteri *Rhizobium* menginfeksi bintil akar, akibatnya makin tinggi persentase bintil akar efektif yang terbentuk. Bintil akar efektif adalah bintil akar yang mengandung bakteri *Rhizobium* yang dapat melakukan fiksasi N₂ udara.

Tabel 2 menunjukkan tinggi tanaman meningkat sejalan dengan meningkatnya takaran Mo, peningkatan tertinggi diperoleh pada pemberian 600 g NH₄-molibdat/ha. Peningkatan tinggi tanaman tertinggi yaitu sebesar 55,02% diperoleh pada pemberian 600 NH₄-Molibdat/ha. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa pemberian dan peningkatan takaran Mo (NH₄-molibdat) tidak mempengaruhi umur tanaman berbunga.

Tabel 2. Pengaruh pemberian NH₄-molibdat terhadap tinggi dan umur saat muncul bunga tanaman kedelai

NH ₄ -molibdat (g/ha)	Tinggi tanaman (cm)	Umur muncul bunga (hari)
0	71.91 a	32.33 a
200	87.48 ab	33.00 a
400	94.20 c	32.66 a
600	111.48 c	32.66 a
800	101.90 c	32.33 a
1000	86.15 ab	32.66 a

Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%

Peningkatan persentase bintil akar efektif yang berarti meningkat pula fiksasi N₂ udara oleh bakteri *Rhizobium*. Gas N₂ udara yang difiksasi akan segera diubah menjadi NH₃. Sedangkan NH₃ yang terbentuk bersama C, H dan O kadang-kadang S, membentuk asam amino mengandung atau tidak S, enzim amino, basa purin, klorofil, alkaloid dan asam nukleat (Jones *et al.* 1991). Meningkatnya pembentukan klorofil berpengaruh pada peningkatan proses fotosintesis, fotosintat hasil fotosintesis merupakan bahan baku dalam pembentukan berbagai senyawa organik. Asam amino, asam nukleat, basa purin berguna dalam pembentukan protein dan inti sel, protein berperan dalam pembentukan sel, pertumbuhan yang berarti pembentukan sel baru berawal dari pembelahan inti sel.

Menurut Novizan (2002), N merupakan unsur hara utama yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan vegetatif seperti akar, batang dan daun. Ketersediaan unsur hara N yang tinggi akan menyebabkan peningkatan laju fotosintesis. Fotosintat yang dihasilkan ini selanjutnya ditranslokasikan ke organ tumbuhan diantaranya batang untuk pertambahan tinggi tanaman. Harjadi dan Sri Setyani (1997), menyatakan bahwa dengan peningkatan fotosintat pada fase vegetatif menyebabkan terjadinya pembelahan, perpanjangan dan diferensiasi sel. Proses pertambahan tinggi karena pembelahan sel, peningkatan jumlah sel dan pembesaran ukuran sel (Gardner *dkk.*, 1991).

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa pola peningkatan berat biomasa tajuk dan akar pada umur 35 hst dan ratio tajuk akar (RTA) hampir sama dengan pola peningkatan tinggi tanaman. Peningkatan berat biomasa tajuk dan akar tertinggi yaitu sebesar 55,33% diperoleh pada pemberian 600 g NH₄-molibdat/ha. Pembelahan inti sel yang berarti

pembentukan sel baru menyebabkan pertambahan jumlah, ukuran dan berat jaringan tanaman sehingga berat biomasa tajuk dan akar pada umur 35 hst dan RTA meningkat.

Tabel 3. Pengaruh pemberian NH_4 -molibdat terhadap berat biomasa tajuk dan ratio tajuk akar tanaman kedelai umur 35 HST

NH_4 -molibdat (g/ha)	Biomasa tajuk dan akar (g)	Ratio tajuk dan akar
0	7.41 a	3,05 a
200	8.81 b	3,36 a
400	10.16 c	3,86 b
600	11.51 c	4,28 b
800	10.56 c	4,18 b
1000	8.68 ab	3,40 a

Angka-angka pada kolom yang sama diikuti huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%

Meningkatnya pertumbuhan vegetatif tanaman diikuti dengan meningkatnya biomasa tanaman. Menurut Gardner *et al.* (1991) berat biomasa tanaman adalah jumlah berat kering akar, batang dan daun, oleh sebab itu berat biomasa total adalah hasil pertumbuhan akar, batang dan daun. Semakin baik pertumbuhan dan hasil tanaman maka semakin tinggi berat kering tanaman. Selain itu dengan meningkatnya ke ketersediaan N akan mempengaruhi RTA. Nilai RTA menunjukkan seberapa besar hasil fotosintesis yang terakumulasi pada bagian-bagian tanaman. Nilai RTA yang menunjukkan indek suatu tanaman berkisar antara 3-5. Sesuai dengan pendapat Gardner *dkk* (1991), pertumbuhan tajuk tanaman lebih dipacu apabila sedikit air dan unsur N yang banyak, sedangkan pertumbuhan akar dipacu apabila ketersediaan air dan N terbatas.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pola peningkatan jumlah polong pertanaman, berat biji basah dan berat biji kering juga hampir sama dengan pola peningkatan tinggi tanaman, berat biomasa tajuk dan akar tanaman umur 35 hst, RTA, jumlah bintil akar dan persentase bintil akar efektif. Peningkatan jumlah polong, berat biji basah dan berat biji kering tertinggi diperoleh pada pemberian 600 g NH_4 -molibdat/ha, secara berturut-turut meningkat sebesar 68,65%; 103,46% dan sebesar 65,61%.

Tabel 4. Pengaruh pemberian NH_4 -molibdat terhadap jumlah polong, berat biji basah dan berat biji kering per tanaman kedelai

Pupuk NH_4 -molibdat (g/ha)	Jumlah polong (buah)	Berat biji basah (g)	Berat biji kering (g)
0	22.33 a	8.95 a	7.30 a
200	28.66 b	10.91 ab	8.47 a
400	32.33 bc	13.03 abc	9.81 ab
600	37.66 c	18.21 c	12.09 b
800	34.66 bc	16.76 bc	11.61 b
1000	29.00 b	10.80 ab	8.58 a

Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%

Pemberian NH_4 -molibdat dapat meningkatkan ketersediaan Mo di dalam tanah sehingga dapat meningkatkan serapan Mo oleh tanaman. Menurut Novizan (2002); Hakim *et al.*, (1988), unsur Mo berfungsi sebagai aktivator dari enzim nitrogenase dan reduktase yang mengaktifkan kerja *Rhizobium* dalam proses fiksasi N sehingga penambahan N meningkat.

Unsur N yang difiksasi ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan N yang diperlukan oleh tanaman sehingga ketersediaan N bagi tanaman meningkat. Menurut Pasaribu *et al.* (1989) pada fiksasi yang efektif, 50-75% dari total kebutuhan N oleh tanaman dapat dipenuhi.

Meningkatnya pertumbuhan vegetatif akan berlanjut pada pertumbuhan generatif tanaman. kelebihan fotosintat sebagai hasil proses fotosintesis akan dimanfaatkan untuk pembentukan polong selanjutnya disimpan dalam bentuk biji. Selain itu meningkatnya N yang dihasilkan tanaman akan meningkatkan sintesis asam amino dan protein serta senyawa-senyawa organik tanaman. Senyawa-senyawa organik tersebut ditimbun pada biji, dengan demikian akan meningkatkan berat dan ukuran biji.

Pada takaran 1000 g/ha terjadinya kecendrungan penurunan pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai diduga karena kelebihan (keracunan) Mo. Menurut Nyakpa *dkk*, (1988) unsur Mo merupakan unsur hara mikro yang diperlukan dalam jumlah yang relatif rendah, juga mempunyai kisaran optimum yang sempit, sehingga dalam jumlah yang sedikit berlebihan akan mengganggu proses fisiologis tanaman bahkan dapat menjadi racun bagi tanaman. Menurut Rao (1994), penambahan Mo berlebihan tidak akan memberikan pengaruh pada fiksasi N. Salisbury dan Ross (1995), menyatakan bahwa jika sudah mencapai kondisi yang optimal dalam mencukupi kebutuhan tanaman, peningkatan takaran Mo tidak akan memberikan peningkatan yang terlalu berarti terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Hardjowigeno (1995), menyatakan bahwa agar tanaman dapat tumbuh dengan baik perlu adanya keseimbangan jumlah unsur hara dalam tanah sesuai dengan kebutuhan tanaman akan unsur hara tersebut.

4. Kesimpulan

Pemberian NH_4 -molibdat 600 g/ha pada tanah ultisol dapat meningkatkan jumlah bintil akar pertanaman, persentase bintil akar efektif, tinggi tanaman, berat biomasa batang atas dan akar umur 35 HST, ratio tajuk akar, jumlah polong pertanaman, berat biji basah pertanaman dan berat biji kering pertanaman, namun tidak pada umur saat muncul bunga pertama.

Pemberian 600 g NH_4 -molibdat/ha meningkatkan berat biji kering pertanaman sebesar 65,61% dibandingkan dengan tanpa NH_4 -molibdat, bila takaran ditingkatkan hingga 800 g/ha peningkatan berat biji kecing cenderung turun (59,64%).

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada Direktur Lembaga Penelitian Universitas Islam Riau atas bantuan

dana yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

Daftar Pustaka

- Abdulrachman, A., A. Mulyani dan Irwan. 1997. Lahan dan Agroklimat untuk kedelai di Indonesia. Makalah pada seminar Prospek dan prospektif Agribisnis Kedelai Kerja Sama Agribisnis club, Bulog, Puslit Tanah dan agroklimat, Ditjen Tanaman Pangan dan Hortikultura dan Puslitbang Tanaman Pangan. Jakarta, 9 desember 1997.
- Anonim. 2000. Diktat kuliah dasar-dasar agronomi. Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2005. Statistik Indonesia. BPS Pusat. Jakarta.
- Balai Informasi Pertanian. 2003. Prospek engembangan buah-buahan di Riau. Pekanbaru.
- Direktorat Budi daya Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2006. Pedoman umum pemantapan roadmap kedelai. Ditjentan. Jakarta.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, dan R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik. UI Press. Jakarta.
- Goldberg S, H.S. Forster and C.L. Godfrey, 1996. Molybdenum adsorption on oxides, clay minerals and soils, Soil Sci. Soc. Am. J. 60:425-432.
- Hakim, N. 2006. Pengelolaan kesuburan tanah masam dengan teknologi pengepurnan terpadu. Andalas Univerty Press. Padang.
- Hardjowigeno, S. 1995. Ilmu tanah.. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Harjadi dan Sri Setyani. 1997. Pengantar agronomi. Gramedia. Jakarta.
- Jones, J.B., B. Wolf and H. A. Mills. 1991. Plant analysis hanbook: a practical sample, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-macro Publ. Inc. Georgia. 213 pp.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plnts. Academic Press, London.
- Murtado. 1989. Pengaruh Fosfat dan Molibdenum Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Pada Tanah Podzolik Merah Kuning dalam Penelitian Pertanian. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. Bogor.
- Novizan. 2002. Petunjuk pemupukan yang efektif. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Nyakpa, M.Y. Lubin, A.M. Pulung, M.A. Amrah, G. Munawar, A. Go Ban Hong, Hakim, N, 1988. Kesuburan tanah. Universitas Lampung. Lampung.
- Pasaribu D.A., N. Sumarlin, Sumarno, Y. Supriati, R. Saraswati, Sucipto dan S. Karama. 1989. Penelitian inokulasi Rhizobium di Indonesia. Risalah Lokakarya Penelitian Penambatan Nitrogen Secara Hayati pada Kacang-kacangan. Kerjasama Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian Pengembangan Pertanian dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor.
- Rao, N.B. 1994. Mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Romarkam dan Nasih, W.Y. 2002. Ilmu kesuburan tanah. Kanisius. Yogyakarta.
- Salisbury, F., dan Ross, C. W. 1995. Fisiologi Tumbuhan (Jilid 2). ITB. Bandung.
- Schwarz, G and R. R. Mendel. 2006. Molybdenum cofaktor biosynthesis and molybdenum enzyymes, Annu. Rev. Plant Biol. 57:623-647.
- Subandi, *Marwoto* dan Kuntastyuti. 2008. Kesiapan teknologi mendukung peningkatan produksi menuju swasembada kedelai *dalam* Prosiding Simposium V Tanaman Pangan Inovasi Teknologi Tanaman Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.