WARTA PPKS 2000, Vol. 8(2): 89-97

FUNGSI, GEJALA, DAN PENYEBAB TERJADINYA DEFISIENSI UNSUR MIKRO PADA KELAPA SAWIT

Syamsul Anwar

ABSTRAK

Unsur mikro diperlukan oleh tanaman dalam jumlah yang sedikit tetapi fungsinya sangat penting di dalam sistem enzim, metabolisme karbohidrat, dan fotosintesis. Defisiensi unsur mikro dapat menyebabkan berubahnya bentuk morfologis tanaman, munculnya kelainan pada daun, dan jika tanaman mengalami defisiensi berat dapat menyebabkan matinya tanaman. Ketersediaan unsur mikro bagi tanaman antara lain dipengaruhi oleh pH tanah serta jumlah unsur makro di dalam tanah. Pada tanah mineral defisiensi unsur mikro yang sering dijumpai adalah B dan di tanah gambut adalah Cu dan Zn. Defisiensi B dapat diakibatkan oleh pemupukan N, K, dan Ca yang berat atau akibat produksi yang meningkat. Defisiensi Cu dan Zn di tanah gambut terjadi akibat unsur tersebut di absorbsi oleh asam humik, asam pulvik, dan kompleks polyphenolik. Pemberian Zn pada tanaman yang mengalami defisiensi unsur tersebut akan menghasilkan efek sinergis terhadap unsur N, P, dan Cu sehingga dapat meningkatkan produksi tanaman sebesar 12 – 78 %.

Kata kunci : kelapa sawit, unsur mikro, abnormalitas, produksi.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit agar dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik memerlukan unsur makro dalam jumlah banyak dan unsur mikro dalam jumlah yang lebih sedikit. Unsur mikro tersebut adalah besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), boron (B), molibdenum (Mo), dan klor (Cl). Walaupun unsur mikro diperlukan dalam jumlah yang sedikit, tetapi fungsinya sangat penting bagi tanaman antara lain berperan dalam sistem enzim, metabolisme karbohidrat, dan fotosintesis.

Kelapa sawit dapat mengalami defisiensi unsur mikro baik sewaktu di pembibitan maupun setelah ditanam di lapangan yang gejalanya mempunyai ciri tersendiri. Pada tanah mineral defisiensi unsur mikro yang sering dijumpai adalah B dan di tanah gambut adalah Cu dan Zn. Defisiensi B dapat diakibatkan oleh pemupukan N, K, dan Ca yang berat (20) atau akibat produksi yang meningkat. Defisiensi Cu dan Zn di tanah gambut terjadi karena unsur tersebut di absorbsi oleh asam humik, asam pulvik, dan komplek polyphenolik (9). Selanjutnya dalam tulisan ini akan diuraikan fungsi unsur mikro, penyebab terjadinya defisiensi unsur mikro, dan gejalanya pada kelapa sawit.

FUNGSI UNSUR MIKRO

Besi (Fe)

Besi berperan di dalam struktur porfirin dari klorofil serta metabolisme protein, sehingga produksi protein tanaman yang mengalami defisiensi besi dapat menurun sekitar separuhnya (8).

Mangan (Mn)

Dalam sistem evolusi fotosintesis, Mn berperan dalam pemisahan air dan CO_2. Tanaman yang mengalami defisiensi

Mn akan menyebabkan rantai transport elektronnya terganggu, sehingga reaksi fotoposforilasi dan reduksi CO_2, nitrit, dan sulfat menjadi terganggu. Jika reduksi NO_2 terganggu maka akan terjadi penimbunan NO_3 yang merupakan racun bagi tanaman (8).

Seng (Zn)

Fungsi biokimia Zn adalah sebagai pengikat dan konformasi antara enzim dan substrat. Salah satu enzim tersebut adalah karbon anhidrase yang berperan dalam proses katalisis H_2O dan CO_2. Enzim ini terletak di dalam sitoplasma atau di dalam kloroplast. Zn di dalam tanaman sangat berperan dalam proses metabolisme N, sehingga tanaman yang mengalami defisiensi Zn menyebabkan sintesis protein dan kandungan proteinnya akan menurun, akibatnya asam amino dan amida akan terakumulasi (8).

Tembaga (Cu)

Fungsi biokomia Cu di dalam tanaman yang terikat secara enzimatis adalah dalam proses redok, yang prosesnya tergantung pada perubahan valensi. Kebanyakan enzim-Cu bereaksi dengan O_2 dan reduksi H_2O_2 atau H_2O. Cu juga berperan di dalam proses metabolisme karbohidrat dan nitrogen. Pada tanaman gandum yang mengalami defisiensi Cu dapat menyebabkan polen menjadi steril (8). Pada tanaman kelapa sawit Cu aktif di dalam sintesis protein dan pembentukan klorofil, yang cara kerjanya secara enzimatik yaitu sebagai kofaktor dari beberapa enzim di dalam tanaman seperti *ascobic acid axidase, cytochrome axidase, dan phenolases* (10).

Boron (B)

Fungsi biokimia B di dalam tanaman antara lain metabolisme asam nukleat, biosintesis karbohidrat, fotosintesis, metabolisme protein, dan berperan dalam stabilitas sel membran. Peranan B lainnya adalah dalam proses sintesis uracil. Uracil merupakan komponen penting di dalam RNA dan jika B tidak ada maka ribosom tidak akan terbentuk, akibatnya sintesis protein akan terganggu. B juga berperan dalam sintesis asam ribonukleat, formasi ribose, dan sintesis protein yang merupakan proses penting di dalam jaringan maristem. Jika proses ini terganggu akibat adanya defisiensi B, maka seluruh proses pertumbuhan maristimatik akan menurun (8).

Molibdenum (Mo)

Molibdenum merupakan komponen penting dari dua enzim utama di dalam tanaman, yaitu nitrogenase dan nitrat reduktase. Nitrogenase terdiri dari dua komplek enzim protein terbesar yang mengandung Fe dan Mo dengan rasio sekitar 9:1. Molibdenum adalah elemen penting dalam sistem pernafasan dan sistem asimilasi nitrat reduktase (8).

Klor (Cl)

Di dalam tanaman Cl berperan dalam reaksi Hill, yaitu reaksi pemisahan air di dalam Fotosistem II. Dengan adanya Cl maka evolusi CO_2 dan fotoposforilasi meningkat (8).

GEJALA DEFISIENSI UNSUR MIKRO

Besi (Fe)

Kelapa sawit yang mengalami defisiensi besi daunnya akan mengalami klorosis berwarna hijau pucat sampai kuning

pucat. Jika defisiensi terjadi pada fase bibit, ujung daun dapat mengalami nekrosis, kemudian daun berubah warna menjadi coklat kekuningan, pertumbuhannya terhambat kemudian mati (4). Pada tanaman umur 9 tahun yang ditanam pada tanah gambut, gejala awal adalah terjadinya klorosis di antara tulang daun pada daun ke 1-3. Pada tahap berikutnya, pelepah yang paling muda berubah warnanya menjadi putih sedangkan pelepah yang lebih tua berwarna kuning. Pelepah yang mengalami klorosis ini akan rusak dan mengering, pertumbuhan tanaman terhenti, dan akhirnya mati. Proses ini sekitar satu tahun sejak munculnya gejala awal. Defisiensi besi ini dapat diatasi dengan cara absorpsi akar yaitu 15 g $FeSO_4.7H_2O$ + 1 g asam sitrik dalam 50 ml larutan/pohon (satu kali aplikasi pada satu ujung akar). Atau dapat juga dengan menyemprotkan 0,50 % larutan ferro sulfat ke daun (21).

Mangan (Mn)

Bibit yang mengalami defisiensi pertumbuhannya mendatar *(flattened)*, daun tumpul dan berwarna hijau kekuningan kemudian muncul klorosis berupa garis membujur di antara urat-urat daun. Garis-garis ini mengalami nekrosis kemudian warnanya berubah menjadi merah kelabu (4).

Seng (Zn)

Pada tanah gambut gejala defisiensi kelihatan pada daun, bentuknya bergaris putih yang sempit pada pelepah bagian bawah dan tengah. Gejala defisiensi adalah adanya bintik-bintik pada daun (14). Gejala ini disebut juga "peat yellows" (9). Pemberian $ZnSO_4$ pada tanah gambut dengan ketebalan 1,5 – 2,0 m dapat meningkatkan produksi kelapa sawit sebesar 22 – 29 % dibandingkan kontrol (14).

Tembaga (Cu)

Gejala desisiensi tembaga umumnya dijumpai pada tanah gambut dalam atau pada tanah yang banyak mengandung pasir. Gejala awalnya timbul noktah (bintik-bintik) berwarna putih kekuningan pada pelepah yang paling muda. Jika defisiensi semakin parah simptom menguning, berbintik, muncul garis seperti karat di antara tulang daun, dan timbul noktah berwarna coklat pada *distal* dari anak daun (20). Gejala ini disebut juga "mid-crown chlorosis" (9). Defisiensi tembaga pada tanah berpasir dapat disembuhkan dengan pemberian 50 g $CuSO_4$/pohon/tahun, sedangkan pada tanah gambut agar penyembuhannya lebih efektif $CuSO_4$ dicampur dengan tanah liat kemudian dibentuk seperti bola tenis. Bola tenis yang telah dicampur dengan $CuSO_4$ tersebut di tempatkan disekitar tanaman dan secara per- lahan unsur Cu akan dilepas (20). Menurut Turner dan Bull 1967 (dalam 9) defisiensi Cu dapat menyebabkan ukuran tandan mengecil. Berdasarkan hasil penelitian pada tanah gambut dengan pemberian 150 g/pohon/tahun $CuSO_4$ dapat meningkatkan bobot tandan dan tandan buah segar (TBS) berturut-turut sebesar 12,7 % dan 29,5 % (3).

Boron (B)

Gejala defisiensi boron muncul pada titik tumbuh sehingga terjadi perkembangan daun yang abnormal seperti bentuk sabit *(hooked leaf)*, daun keriput *(crinkle leaf)*, seperti duri ikan *(fish-bond leaf)*, dan daun tumpul *(blind leaf)*. Munculnya gejala defisiensi B dapat disebabkan oleh pemupukan N, K, dan Ca yang berat (20). Gejala lebih lanjut akan berpengaruh pada titik tumbuh, pertumbuhan tanaman menurun, pembungaan serta pembuahan akan terhambat. Semakin meningkat produksi kebutuhan akan B semakin besar sehingga

pada tanaman dewasa defisiensi B juga akan muncul seperti yang dijumpai oleh penulis pada perkebunan kelapa sawit di daerah Riau. Selanjutnya B berperan dalam perkecambahan tabung serbuk sari *(pollen tube)* sehingga pembentukan buah tanaman yang mengalami defisiensi B akan terganggu (8). Gejala defisiensi B pada tanaman muda dapat dilihat pada Gambar 1, yaitu anak daun berbentuk sabit *(hooked leaf)* dan gejala defisiensi pada tanaman dewasa dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan pertumbuhan pelepah yang abnormal. Defisiensi B menyebabkan daun menjadi rapuh dan jika tertiup angin kencang anak daun koyak (18). Gejala yang demikian dijumpai penulis di salah satu kebun yang terletak di kecamatan Barumun Tengah, Kabupaten Tapanuli Selatan, Sumatera Utara pada tahun 2000 (Gambar 3).

Pemberian 50 – 100 g/pohon/tahun HGF-Borate biasanya dapat menghilangkan gejala defisiensi B. Berdasarkan analisis daun terhadap 26 contoh yang berasal dari salah satu perkebunan swasta di Riau dan terhadap 106 contoh yang berasal dari salah satu perkebunan negara di Sumatera Utara masing-masing sebanyak 46 % dan 38 % menunjukkan defisiensi (7, 17).



Gambar 1. Tanaman kelapa sawit muda yang menunjukkan gejala defisiensi B (*hooked leaf*)



Gambar 2. Tanaman kelapa sawit dewasa yang menunjukkan gejala defisiensi B (pelepah abnormal).



Gambar 3. Tanaman kelapa sawit yang menunjukkan gejala rapuh daun akibat defisiensi B (anak daun terkoyak akibat tiupan angin kencang)

Molibdenum (Mo)

Gejala defisiensi unsur ini pada tanaman kelapa sawit belum ada yang melaporkannya. Gejala defisiensi pada tanaman semusim menunjukkan gejala yang sama dengan gejala defisiensi N, karena fungsi Mo di dalam tanaman berperan dalam reduksi NO_3^- dan daun yang tua biasanya lebih dahulu mengalami klorosis. Pertumbuhan tanaman akan terhambat,

daun berubah warnanya menjadi pucat dan kemudian berwarna keputihan (8).

Klor (Cl)

Gejala defisiensi Cl yang pasti hingga saat ini belum dapat diidentifikasi dan efisiensi penggunaan air tanaman akan terganggu jika tanaman mengalami defisiensi unsur ini (13). Berdasarkan analisis daun terhadap 116 contoh yang berasal dari salah satu perkebunan swasta di Riau dan terhadap 105 contoh yang berasal dari salah satu perkebunan negara di Sumatera Utara masing-masing sebanyak 12 % dan 20 % menunjukkan defisiensi (7, 17).

FAKTOR PENYEBAB TERJADINYA DEFISIENSI

Tanah

Pada tanah masam kelarutan unsur mikro sangat tinggi sehingga dalam keadaan demikian dapat bersifat racun bagi tanaman. Dengan naiknya pH sampai di atas nertral bentuk ion dari kation unsur mikro berubah menjadi bentuk hidroksida atau oksida yang tidak larut. Sehingga dengan demikian mempertahankan pH tanah pada tingkat sedang perlu diupayakan agar ketersediaan unsur mikro dalam jumlah yang sedikit dapat terpenuhi. Menurut Lubis (1) kelapa sawit dapat tumbuh pada pH 4,0 – 6,0 tetapi yang tebaik adalah pada pH 5,0 – 5,5.

Besi, mangan, dan tembaga di dalam tanah dijumpai dalam beberapa tingkat valensi. Valensi rendah terjadi bila lingkungan kekurangan oksigen, misalnya akibat kadar air tanah tinggi. Ketiga unsur ini bila teroksidasi umumnya kurang larut pada pH yang biasa dijumpai di dalam tanah, sebaliknya jika terjadi proses reduksi (2).

Tanah yang sangat masam dan berdrainase agak buruk sering mengandung besi dan mangan yang bersifat racun. Dengan demikian pengaturan drainase yang baik sangat dianjurkan agar ketersediaan unsur mikro lebih terjamin.

Curah hujan

Hilangnya unsur hara dari dalam tanah akibat curah hujan adalah terjadinya erosi, yaitu terangkutnya tanah atau bagian tanah dari satu tempat ketempat lain. Selain itu kehilangan unsur hara juga dapat disebabkan oleh pengaruh pencucian. dimana unsur hara tersebut dibawa oleh air ke lapisan tanah yang lebih dalam sehingga tidak dapat diambil oleh akar tanaman. Sebagai informasi dapat disampaikan bahwa kehilangan unsur hara akibat erosi dapat mencapai 182,2 kg N, 19,9 kg P_2O_5, 266,2 kg K_2O, 117,5 kg MgO, dan 28,7 kg CaO/ha/tahun (16). Dalam penelitian tersebut kehilangan unsur mikro akibat erosi tidak diamati. walaupun demikian kehilangan unsur mikro akibat erosi tetap terjadi.

Bahan tanaman

Pada awalnya produktivitas kelapa sawit di Indonesia sangat rendah hanya 1,9 ton/ha CPO dan kemudian sebelum perang meningkat menjadi 3 ton CPO/ha/tahun (1). Setelah periode tersebut sampai dengan tahun 1970 perkebunan kelapa sawit di Indonesia menggunakan material D x D, T x D atau D x T sebagai sumber benih.

Dengan kemajuan ilmu pemuliaan diperolehlah bahan tanaman D x P yang produksinya 20 – 30 % lebih tinggi dibandingkan dengan bahan tanaman sebelumnya. Kemudian sejak tahun 1971 semua perkebunan kelapa sawit menggunakan material tersebut sebagai sumber benih (6). Produktivitas bahan tanaman D x P yang dihasilkan oleh PPKS adalah 6,4 –

7,1 ton CPO/ha/tahun atau 27,0 – 35,5 ton TBS/ha/tahun (5).

Berdasarkan uraian di atas bahwa kelapa sawit di Indonesia khususnya di Sumatera Utara sudah mengalami 3-4 kali *replanting*. Dengan penanaman yang terus menerus dan peningkatan produktivitas 150 % dapat menyebabkan kandungan unsur mikro di dalam tanah akan semakin berkurang.

Pada Tabel 1 dapat dilihat unsur hara yang terangkut bersama hasil panen pada kelapa sawit untuk setiap ton TBS (4).

Tabel 1 menunjukkan bahwa unsur yang paling sedikit terangkut bersama hasil panen adalah Mo (0,0083 g/ton TBS) sedangkan yang terbanyak adalah Cu dan Zn. Unsur Mo terangkut lebih sedikit karena batas kriteria hara pada daun juga paling rendah dibandingkan dengan unsur lainnya, seperti uraian dibawah. Jika di lapangan dijumpai gejala defisiensi unsur ini maka penggunaan pupuk dengan formulasi khusus akan dapat mengatasi masalah ini, seperti yang telah dilakukan pada tanaman kakao.

Pemupukan, ketersediaan, dan antagonisme unsur hara

Pemupukan yang seimbang akan memberikan pengaruh yang sinergis kepada tanaman dan sifat antagonis akan terjadi bila salah satu atau beberapa unsur hara berada dalam jumlah yang berlebihan.

Pemupukan P atau kandungan P yang berlebihan di dalam tanah dapat mengganggu serapan tembaga, besi, dan seng oleh tanaman. Oleh sebab itu pupuk P agar diberikan sebanyak yang diperlukan oleh tanaman untuk pertumbuhan atau produksi saja. Dilaporkan bahwa pemupukan kalium yang berlebihan dapat menimbulkan defisiensi boron dan dapat menurunkan rasio minyak terhadap tandan (13).

Pemberian Zn akan menghasilkkan efek sinergis dalam penyerapan K dan memperbaiki status N, P, dan Cu di dalam tanaman, sehingga berpengaruh terhadap peningkatan produksi yang besarnya mencapai 12 – 78 %. Pemberian Zn melalui daun dengan larutan yang mengandung 1.000 ppm Zn lebih efektif dibandingkan dengan pemberian melalui tanah atau injeksi (20).

Hasil penelitian pemberian hara mikro Fe, Mn, dan Mo pada planlet kelapa sawit di pembibitan awal yang ditanam pada media pasir menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh ketiga unsur tersebut terhadap diameter batang, tinggi bibit, serta luas dan jumlah daun. Pemberian hara mikro B, Cu, dan Zn berpengaruh nyata terhadap diameter batang, tinggi bibit, dan jumlah daun, sedangkan pemberian Fe berpengaruh nyata terhadap klorofil daun, jumlah daun, diameter batang, dan tinggi bibit (15).

Tabel 1. Unsur hara yang terangkut bersama hasil panen setiap ton TBS

Satuan	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	B	Cu	Zn	Mo
Kg	2,89	0,43	3,65	0,80	0,76	-	-	-	-	-	-
g	-	-	-	-	-	1,49	2,43	2,12	4,69	4,85	0,0083

Sifat antagonis pada pemupukan akan terjadi bila (2) :

- Tembaga dan sulfat yang berlebihan dapat menghambat penyerapan molibdenum
- Tembaga, seng, dan mangan yang berlebihan dapat menghambat penyerapan besi
- Pemupukan nitrogen yang berat dapat meningkatkan kekurangan tembaga dan boron
- Kelebihan kalium atau natrium menurunkan serapan mangan dan boron
- Kelebihan kapur dapat menurunkan serapan boron
- Pemupukan nitrogen dan magnesium yang tinggi dapat menyebabkan defisiensi tembaga

Ketersediaan B sebagian besar ditentukan oleh pH tanah dan unsur ini sangat larut pada keadaan masam. Pada tanah masam, sebagian unsur ini di jumpai sebagai asam borat (H_3BO_3) yang tersedia bagi tanaman. Pada tanah masam berpasir B yang larut akan cepat tercuci karena tidak terikat, sedangkan pada tanah yang berstruktur lebih berat pencucian akan diperlambat (2).

Pada umumnya kadar B pada tanah lapisan atas lebih tinggi dibandingkan dengan lapisan bawah,sehingga faktor ini menjadi penyebab seringnya terjadi kekurangan B pada musim kemarau. Oleh karena pada musim kemarau akar tanaman menyerap unsur hara dan air dari lapisan tanah yang lebih dalam (2).

Pada tanah yang sangat masam Mo hampir tidak tersedia, karena unsur ini bereaksi dengan silikat, senyawa besi, dan aluminium. Pengapuran pada tanah masam akan meningkatkan ketersediaan Mo (2).

Sebagian besar klor dalam tanah di jumpai dalam bentuk sangat larut seperti kalium klorida. Ion Cl^- tidak diikat oleh liat yang bermuatan negatif, oleh karena itu unsur tersebut akan turut bergerak mengikuti gerakan air. Penambahan klor dari atmosfir (curah hujan) diduga dapat mencukupi kebutuhan tanaman. Cipratan air laut sepanjang pantai akan menguap ke udara dan NaCl yang ada terbawa angin, kemudian larut dalam air hujan dan akhirnya jatuh ke bumi. Jumlah yang jatuh ke bumi tergatung kepada jarak dan faktor-faktor lain. Diperkirakan rerata 20 kg/ha NaCl yang ditambahkan pada tanah dari atmosfir (2).

Mobilitas boron pada kelapa sawit ternyata tidak bergerak dari daun yang telah membuka ke tunas *(shoot)*, tetapi bergerak dari ujung helaian daun dan tidak ditranslokasikan (12). Selanjutnya kehilangan boron dapat diakibatkan oleh adanya *gutasi* .

Berdasarkan sifat-sifat tersebut maka pemupukan boron sebaiknya ditabur di atas permukaan tanah, karena pemupukan melalui pelepah tidak akan ditranslokasikan langsung ke tunas (*shoot)* atau daun muda. Gejala defisiensi boron diketemukan di Sumatera Utara sejak 25 tahun yang lalu (11).

Kriteria defisiensi

Berdasarkan analisis daun dapat ditetapkan batasan optimum dan defisiensi unsur mikro untuk tanaman kelapa sawit sebagai berikut. Kriteria defisiensi untuk Mn adalah <35 ppm, kriteria optimum untuk Zn adalah 12 – 18 ppm dan defisiensi < 10 ppm, kriteria optimum untuk Cu adalah 5 – 8 ppm dan defisiensi < 3 ppm, kriteria optimum untuk Mo adalah 0,5 – 0,8 ppm dan defisiensi <8 ppm, dan kriteria opti-

mum untuk Cl adalah 0,45 – 0,60 % (20). Kriteria optimum untuk B adalah 10 – 12 ppm (19) dan defisiensi <8 ppm.

KESIMPULAN

Defisiensi unsur mikro antara lain dapat disebabkan oleh pemupukan unsur makro yang terlalu berat atau akibat adanya efek antagonis. Defisiensi Cu umumnya terjadi pada tanah gambut dan penanggulangannya dapat dilakukan dengan pemberian $CuSO_4$. Pada tanah mineral defisiensi unsur mikro yang sering dijumpai adalah B dan di tanah gambut adalah Cu dan Zn. Defisiensi B dapat diakibatkan oleh pemupukan N, K, dan Ca yang berat. Defisiensi Cu dan Zn di tanah gambut terjadi akibat unsur tersebut di absorbsi oleh asam humik, asam pulvik, dan komplek polyphenolik. Defisiensi B pada tanaman menghasilkan dapat terjadi akibat kebutuhan tanaman yang semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya produksi. Defisiensi Fe yang cukup berat dapat menyebabkan matinya tanaman. Pemberian Zn pada tanaman yang mengalami defisiensi unsur tersebut akan menimbulkan efek sinergis dengan unsur lainnya sehingga dapat meningkatkan produksi sampai 78 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. ADLIN, A. U. 1992. Kelapa Sawit *(Elaeis guineensis* Jacq*)* di Indonesia. PPP Marihat-Bandar Kuala, P. Siantar. 435 p.
2. BUCKMAN, H. O and N.C. BRADY. 1960. The nature and properties of soils. The Macmillan Company, New York. 567 p.
3. FIDBER CHAN dan A. U. LUBIS. 1993. Faktor pembatas pengelolaan perkebunan kelapa sawit pada lahan gambut. *In* S. Triutomo *et al.* (eds). Prosiding Seminar Nasional Gambut II. Jakarta 14 - 15 Januari 1993 : 135 – 152.
4. HARTLEY, C.W.S. 1988. The Oil Palm. Third Edition. Tropical Agriculture Series. 761 p.
5. KABUL PAMIN, TRI HUTOMO, dan A. RAZAK PURBA. 1996. Proceeding of the 1996 ISOPA/IOPRI seminar on Agronomic up date in oil palm management, 16-17 January 1996, Pekan Baru, Indonesia. 1-5.
6. LUBIS, A. U. 1973. Perkembangan konsep bahan tanaman kelapa sawit di PNP. PN. Perkebunan-Marihat Research Station. 11 p.
7. LUKMAN, F.M., P. PURBA, SYAMSUL ANWAR, dan D.K. ARSYAD. 1999. Rekomendasi pemupukan kelapa sawit menghasilkan kebun Balimbingan PT. Perkebunan Nusantara IV tahun 2000. Pusat Penelitian Kelapa Sawit Ex. 99201, 40 p.
8. MENGEL, K. and E.A. KIRKBY. 1987. Principles of plant nutrition. International Potash Institute Bern, Switzerland. 687 p.
9. MUTERT, E, T.H. FAIRHURST and H.R. VON UEXKULL. 1999. Agronomic management of oil palms on deep peat. Better Crop International, 13 (1), 22-27.
10. Ng, S. K., Y.P. TAN, E. CHAN and S.P. CHEONG. 1974. Nutritional complexes of oil palms planted on peat soil in Malaysia. II Preliminary results on copper sulphate treatments. Oleagineux, 29 : 445-456.
11. PURBA, A.Y.L and P.D. TURNER. 1973. Severe boron deficiency in young oil palms in Sumatra. Planter, Kuala Lumpur (49).10 p.
12. RAJARATNAM, J. A., 1972. The distribution and mobility of boron within the oil palm *(Elaeis guineensis).* I. Natural distribution II. The fate of applied boron. Ann. Bot., 36, 289-297, 299-305.
13. RANKINE, I and T.H. FAIRHURST. 1999. Management of phosphorus, potassium and magnesium in mature oil palm. Better Crop International, 13(1), 10-15.
14. SINGH, G. 1987. Zinc nutrition of oil palms on peat soils. Proceedings of the 1987 International Oil Palm, Palm Oil Conf., Kuala Lumpur, 23 – 26 Juni 1987. P : 321-328.
15. SUBRONTO, SUGIYONO, dan GALE GINTING. 1999. Pengaruh hara mikro terhadap pertumbuhan planlet kelapa sawit di pembibitan awal. Warta PPKS, 7 (1) : 17 – 21.
16. SIRAIT, H.J. dan M.M. SIAHAAN. 1991. Kehilangan tanah dan unsur hara oleh erosi pada areal tanaman kelapa sawit di kebun Sungai Rumbia. Pusat Penelitian Perkebunan (RISPA) Medan. Bull. Perkebunan 22(1) : 65-81.

17. SYAMSUL ANWAR, D.K. ARSYAD, dan P. PURBA. 2000. Rekomendasi pemupukan kelapa sawit menghasilkan kebun Kalianta Satu PT. Padasa Enam Utama tahun 2000. Pusat Penelitian Kelapa Sawit Ex. 0057, 52 p.

18. TURNER, P.D. and R.A. BULL. 1967. Diseases and disorders of the oil palm in Malaysia. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, 247 p.

19. TURNER, P.D. and R.A. GILLBANKS. 1974. Oil palm cultivation and management. The Incorporated Society of Palnters, K. Lumpur, Malaysia, 672 p.

20. Von UEXKULL H.R. and T.H. FAIRHUST. 1991. The Oil Palm. IPI-Bulletin No. 12. 79 p.

21. WINASURYA, S., H. SETYOBUDI, I. B. MAYUN, and B. SUPRIHATNO. 1999. Iron deficiency of oil palm in Sumatra. Better Crop International, 13 (1) : 33-35.