

## PERAN UNSUR MIKRO BAGI TANAMAN KARET

### *Role of Micronutrients on Rubber Plants*

Charlos Togi Stevanus, Jamin Saputra, dan Thomas Wijaya  
Balai Penelitian Sembawa, Jl. Raya Palembang-Betung Km 29.  
P.O Box: 1127 Palembang 30001  
E-mail: togie\_stevanus@yahoo.co.id

Diterima tanggal 17 November 2014/Direvisi tanggal 9 Maret 2015/Disetujui tanggal 16 Maret 2015

### **Abstrak**

Pemupukan merupakan kegiatan penting bagi perkebunan karet. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemupukan pada tanaman karet berpengaruh pada pertumbuhan, status hara, peningkatan produksi dan ketahanan terhadap penyakit. Pemupukan yang intensif pada masa tanaman belum menghasilkan karet akan meningkatkan "nutrient bank", sehingga setidaknya beberapa tahun setelah tanaman masuk ke tahap tanaman menghasilkan, pemupukan dapat diminimalkan sepanjang status hara yang tinggi dapat dipertahankan. Namun demikian, umumnya kegiatan pemupukan tanaman karet hanya mempertimbangkan unsur makro saja (N, P, K, Ca, dan Mg) sehingga mulai gejala defisiensi unsur mikro (B, Cu, Zn, Mn, Mo, dan Fe) terlihat di beberapa perkebunan karet setelah beberapa kali siklus penanaman karet. Selain itu, sistem manajemen budidaya perkebunan karet untuk beberapa dekade terakhir ini seperti penggunaan klon-klon unggul, penerapan tanaman sela diantara tanaman karet dan lahan yang telah digunakam beberapa kali siklus penanaman karet juga ikut menjadi penyebab terjadi defisiensi unsur mikro. Tulisan ini bertujuan untuk mengkaji peran penting unsur mikro pada pertumbuhan karet dan bagaimana gejala defisiensi unsur mikro yang terjadi di perkebunan karet.

Kata Kunci: pemupukan, unsur mikro, tanaman karet

### **Abstract**

*Use of fertilizers is an important in rubber plantations. Several researches had shown that fertilizers influence on growth, nutrient status, yield increased and disease resistance of rubber plant. Intensive use of fertilizers in young plant will increase nutrient "bank" at the plant, so that at least a few years after the start of mature period, fertilizer application can be reduced as long as the high nutrient status on the plant can be maintained. However, fertilizer application only concerns the macronutrients (N, P, K, Ca and Mg) and thus micronutrients (B, Cu, Zn, Mn, Mo, and Fe) deficiency symptoms occur in some rubber plantations after several cycles of rubber management. In addition, rubber plantation management practices for the last few decades such as the use of superior clones, intercropping system and the land has used for several cycles of planting rubber causes micro nutrient deficiency in the rubber plantations. This paper aims to examine role micronutrient for rubber and how symptoms of micronutrients deficiency occurs.*

*Key words: fertilization, micronutrient, rubber plants*

### **Pendahuluan**

Tanaman karet telah lama dibudidayakan oleh perkebunan besar negara atau swasta, bahkan pada kebun-kebun peninggalan penjajahan telah memasuki siklus ke empat. Shorrocks (1965) melaporkan bahwa 1,779 ton N, 0,276 ton P, 1,233 ton K, dan 0,417 ton Mg terimobilisasi pada tanaman karet klon RRIM

501 pada umur 33 tahun. Siregar *et al.*, (1981) melaporkan kehilangan hara N dan K melalui pencucian dan erosi bervariasi antara 10-30% tergantung pada tekstur tanah. Kehilangan hara nitrogen melalui volatilisasi sebagai akibat penaburan Urea dilaporkan Adiwiganda (2005) mencapai 20-30% pada tanah liat berpasir. Sementara itu, menurut Istianto dan Munthe (2003), dan Istianto dan Munthe (2004) setiap produksi 1.000 kg karet kering juga akan terangkut hara N sebanyak 9,4 kg, hara P sebanyak 2,3 kg, hara K sebanyak 8,3 kg, dan Mg sebanyak 1,7 kg. Hal ini menunjukkan bahwa telah banyak unsur hara yang terangkut ke luar dari sistem tanah, sehingga diperlukan pemupukan untuk meningkatkan ketersediaan hara dan menjaga kesuburan tanah.

Definisi pemupukan secara umum adalah pemberian bahan kepada tanaman ataupun kepada tanah dan substrat lainnya baik langsung maupun tidak langsung (FAO, 1985) yang bertujuan untuk mendorong pertumbuhan tanaman, meningkatkan produksi dan memperbaiki kualitasnya akibat adanya perbaikan nutrisi tanaman (Homenauth, 2013; Alley dan Vanlauwe, 2009). Pada tahun 1970-an, periode Tanaman Belum Menghasilkan (TBM) di Indonesia dan Malaysia secara umum adalah 6 - 7 tahun (Angkapradipta, 1974). Masa TBM yang lama ini menjadikan karet sebagai komoditas yang kurang menarik untuk dikembangkan dibandingkan dengan kelapa sawit yang sudah dapat menghasilkan pada umur 3 tahun (Webster, 1989). Beberapa hasil percobaan pemupukan menunjukkan bahwa TBM tanaman karet dapat dipersingkat menjadi 4 tahun dengan pemupukan yang intensif. Pada Tanaman Menghasilkan (TM), pemupukan dapat meningkatkan produksi 21-56 % dibandingkan dengan tanaman yang tidak dipupuk (Angkapradipta *et al.*, 1986 dan Tambunan *et al.*, 1991). Namun demikian, umumnya kegiatan pemupukan tanaman karet hanya mempertimbangkan unsur makro saja (N, P, K, Ca, dan Mg) sehingga sekarang dijumpai gejala defisiensi unsur mikro.

Menurut Maze (1914) dalam Shorrocks (1983), awal tahun 1869 Zinc (Zn) mulai disarankan sebagai unsur penting bagi tanaman. Hal ini didukung penemuan bahwa Zn merupakan unsur hara esensial bagi pertumbuhan cendawan *Aspergillus niger*. Kemudian pada tahun 1914 dilaporkan bahwa Boron (B), Zinc (Zn), Chlorine (Cl), Aluminium (Al), dan Silikon (Si) dalam jumlah kecil merupakan unsur esensial untuk tanaman. Pada tahun 1930-an, hal tersebut ditegaskan kembali bahwa selain 7 unsur esensial yang ditetapkan (N, P, K, Ca, Mg, S, dan Fe), 5 lainnya seperti B, Zn, Cu, Mg, Mn dan Mo, harus termasuk dalam unsur esensial bagi pertumbuhan tanaman.

Unsur mikro adalah unsur yang dibutuhkan pada tanaman dalam jumlah sedikit (< 1.000 mg/kg) (Pendias, 2011). Tabel 1 memperlihatkan perbandingan jumlah serapan hara makro dan mikro pada tanaman karet umur 27 bulan. Unsur mikro terbesar yang diserap tanaman karet adalah Mn yaitu sekitar 1,18 g/pohon. Jumlah tersebut  $\pm 156$  kali lebih kecil jika dibandingkan unsur N yang merupakan unsur makro terbesar yang diserap tanaman. Jumlah kebutuhan untuk tanaman yang sedikit, harga yang mahal dan sulitnya mendapatkan pupuk mikro di pasaran merupakan beberapa faktor yang menyebabkan sedikitnya perhatian terhadap kebutuhan unsur mikro bagi tanaman di perkebunan karet Indonesia.

Pada perkebunan karet, kehilangan hara yang disebabkan oleh panen lateks sangat sedikit jika dibandingkan dengan kehilangan hara saat peremajaan. Penelitian Ulaganathan *et al* (2012) menghitung bahwa dalam satu siklus penanaman karet, tanah akan mengalami defisit N, K, Ca, dan Mg masing-masing berkisar 755, 833, 1.260 dan 945 kg/ha saat peremajaan, sedangkan kehilangan hara melalui lateks berkisar antara 12,9-15,2; 4,3-4,8; 12,2-13,9; 3,0-3,8; dan 23,6-29,7 kg/ha/tahun berturut-turut untuk N, P, K, Mg dan Ca. Khusus unsur mikro, hara yang hilang saat pengambilan lateks adalah sebesar 18,7-24,1; 1,3-1,6; 9,7-11,4 dan 10,1-13,2

Tabel 1. Perbandingan serapan hara makro dan mikro pada tanaman karet umur 27 bulan.

Unsur makro	Jumlah yang diserap (gram/pohon)	Unsur Mikro	Jumlah yang diserap (gram/pohon)
Nitrogen (N)	184	Seng (Zn)	0,400
Posfor (P)	19	Tembaga (Cu)	0,090
Kalium (K)	145	Besi (Fe)	1,140
Kalsium (Ca)	128	Mangan (Mn)	1,180
Magnesium (Mg)	26	Boron (B)	0,130
		Molibdenum (Mo)	0,004

Sumber: Ismail (1981).

g/ha/tahun berturut-turut untuk Fe, Mn, Zn dan Cu. Walaupun jumlah kehilangan unsur mikro tidak sebanyak unsur makro, namun unsur tersebut tetap diperlukan dalam proses metabolisme dan pembentukan enzim selama masa TBM. Peran beberapa unsur mikro tersebut disajikan pada Tabel 2.

Penelitian atau pustaka yang menyatakan bahwa tanaman karet membutuhkan nutrisi tertentu dalam jumlah yang sangat kecil (unsur mikro) untuk membantu pertumbuhan, sangatlah sedikit. Tulisan ini bertujuan untuk mengkaji peran penting unsur mikro bagi

pertumbuhan tanaman karet dan gejala defisiensi unsur mikro.

#### **Kandungan Unsur Hara Mikro di Dalam Tanah dan Tanaman**

Kadar unsur hara mikro di dalam tanah perkebunan karet dipengaruhi oleh banyak faktor sehingga persentase kandungan di dalam tanaman berbeda-beda. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa umur tanaman karet, tanaman sela di antara tanaman karet, penggunaan klon-klon

Tabel 2. Peran unsur mikro pada tanaman.

Ü hara mikro	Peranan dalam tanaman
Boron (B)	Berperan penting dalam diferensiasi dan perkembangan sel (Oku, <i>et al.</i> , 2012), karena berhubungan dengan metabolisme auxin dan translokasi gula di dalam tanaman (Shorrocks, 1983). Kekurangan Boron dapat menyebabkan perubahan fisiologi dan biokimia pada tanaman, seperti struktur dinding sel, fungsi sel membran, aktivitas enzim, dan berbagai produksi metabolisme (Brown <i>et al.</i> 2002)
Mangan (Mn)	Dibutuhkan dalam proses fotosintesis (Oku <i>et al.</i> , 2012) melalui pembentukan klorofil dan komponen beberapa enzim seperti enzim respirasi dan enzim sintesis protein (Shorrocks, 1983).
Tembaga (Cu)	Merupakan komponen dalam metallo enzim (Hawkins, 2011) dan aktivator enzim oksidase yang membantu dalam metabolisme asam askorbat dan poliphenol (Shorrocks, 1983).
Molibdenum (Mo)	Bagian enzim nitrogenase dan nitrat reduktase (mengubah nitrat menjadi nitrit) (Hawkins, 2011) yang merupakan langkah awal dalam pembentukan asam amino dan protein (Shorrocks, 1983).
Besi (Fe)	Berfungsi mengaktifkan beberapa enzim dan merupakan komponen penyusun protein (Hawkins, 2011).

unggul serta kandungan unsur lain di dalam tanah dapat mempengaruhi kadar unsur mikro baik di dalam tanah maupun tanaman karet.

Oku *et al.* (2012) melakukan penelitian mengenai pengaruh umur tanaman karet terhadap ketersediaan unsur mikro (Mn, Fe, Cu dan Zn). Metode yang digunakan adalah dengan melakukan analisis kandungan unsur

mikro Mn, Fe, Cu dan Zn pada tanah Ultisol dengan umur tanaman karet 7, 16, 39 dan 41 tahun. Penelitian tersebut menyatakan bahwa umur tanaman karet nyata mempengaruhi ( $P < 0,05$ ) kandungan unsur Mn, Fe dan Cu di dalam tanah, tapi tidak nyata terhadap kandungan Zn ( $P > 0,05$ ) (Tabel 3).

Tabel 3. Kadar unsur hara mikro di dalam tanah perkebunan karet di Nigeria pada kedalaman 0-15 cm.

Unsur hara mikro	Umur tanaman karet (tahun)				Nilai signifikansi
	7	16	39	41	
Mn (ppm)	5,38±0,95	2,32±0,57	1,18± 0,08	0,94±0,17	P < 0,01
Fe (ppm)	93,98±1,55	90,66±9,25	69,24±3,68	62,80±2,12	P < 0,05
Cu (ppm)	0,74±0,08	1,26±0,06	0,93±0,14	0,64±0,07	P < 0,05
Zn (ppm)	1,47±0,37	0,59±0,08	0,74±0,06	0,69±0,06	P > 0,05

Sumber: Oku *et al.* (2012).

Hasil pengamatan Samarappuli *et al.*, (2001) tentang perubahan kandungan unsur Mn dan Zn pada tanah perkebunan karet, menunjukkan bahwa integrasi tanaman teh dan karet nyata mempengaruhi penurunan kandungan Mn dan Zn di dalam tanah dibandingkan dengan sistem monokultur. Hasil lain yang diperoleh dari penelitian ini adalah kenaikan pH tanah mempengaruhi kandungan Mn dan Zn didalam tanah. pH mempunyai korelasi negatif dengan ketersediaan Mn dan Zn, dimana Mn dan Zn cenderung menurun dengan kenaikan pH tanah. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Oku *et al.*, (2012) yang menyatakan bahwa kelarutan unsur mikro berkurang untuk setiap unit kenaikan pH. Voss (1998) menambahkan bahwa tekstur kasar seperti pasir, cenderung rendah dalam kandungan unsur B, dan tanah yang mengandung Ca tinggi umumnya mengalami defisiensi Cu. Aerasi yang sedikit akibat drainase buruk ikut mempengaruhi defisiensi Fe, Zn dan Mn

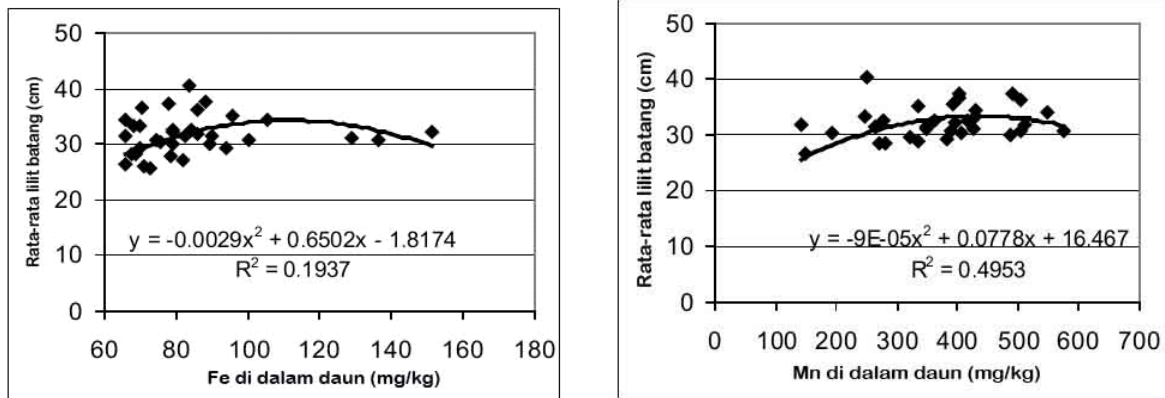
### Pengaruh Unsur Hara Mikro terhadap Pertumbuhan

Respon tanaman karet terhadap unsur mikro, khususnya Cu dan Zn, secara nyata terlihat pada pertumbuhan lilit batang tanaman TBM maupun produksi lateks. Pada

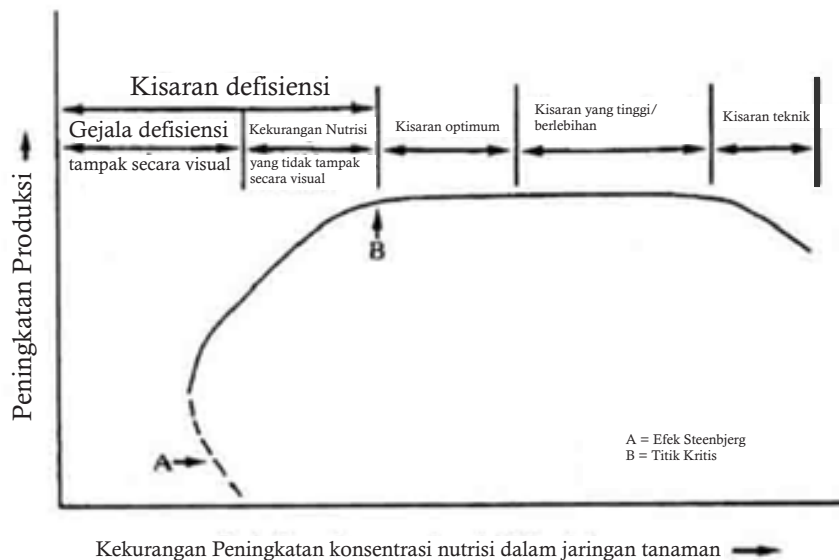
TBM, kisaran lilit batang dengan perlakuan tanpa unsur hara mikro adalah 24,25 cm – 24,87 cm (106% - 118 % terhadap kontrol tanpa pemupukan), sedangkan lilit batang pada perlakuan dengan tambahan unsur mikro berkisar 27,09 cm – 28,20 cm (130 % - 137 % terhadap kontrol tanpa pemupukan). Kisaran produksi TM dengan perlakuan tanpa unsur mikro sebesar 33,31-34,59 g/p/s (121 % - 126 % terhadap kontrol tanpa pemupukan), dengan perlakuan tambahan unsur mikro berkisar 35,04-37,43 g/p/s (128-136 % terhadap kontrol tanpa pemupukan) (Sihotang dan Istianto, 1994).

Suchartgul *et al.* (2012) menyusun suatu model pengaruh Fe dan Mn pada tanaman karet yang dikaitkan dengan laju lilit pertumbuhan batang karet (Gambar 1). Model tersebut menyatakan bahwa kadar optimum Fe dan Mn dalam daun untuk pertumbuhan lilit batang berturut-turut sekitar 80-140 ppm dan 300-500 ppm.

Kurva pertumbuhan secara umum (Gambar 2), menggambarkan respon pertumbuhan tanaman karet terhadap konsentrasi unsur mikro dalam jaringan tanaman. Pada gambar tersebut dijelaskan bahwa jika kadar unsur mikro dalam tanaman karet di bawah batas (defisiensi) atau diatas batas (berlebih) titik optimum, yakni titik B, pertumbuhan tanaman akan terhambat.



Gambar 1. Model respon pertumbuhan lilit batang tanaman karet terhadap kandungan Fe dan Mn di daun (Suchartgul, *et al.*, 2012).



Gambar 2. Respon pertumbuhan secara umum terhadap konsentrasi nutrisi dalam jaringan tanaman.

Defisiensi unsur mikro pada tanaman terbagi menjadi dua fase, yaitu fase defisiensi unsur mikro yang gejalanya dapat terlihat dari visualisasi tanaman karet dan defisiensi unsur mikro yang tidak dapat dilihat melalui visualisasi atau yang disebut dengan “*hidden hunger*” (Gambar 2). *Hidden hunger* ini hanya dapat diketahui melalui analisis daun di laboratorium. Nilai kritis beberapa unsur mikro di dalam daun menurut Suchartgul *et al* (2012) disajikan pada Tabel 3.

Contoh fase defisiensi unsur mikro B yang gejalanya dapat dilihat melalui visualisasi daun TBM seperti yang terjadi di Kebun Percobaan Balai Penelitian Sembawa, Sumatera Selatan (Gambar 3). Defisiensi ini terjadi karena pada lahan tersebut telah ditanami dengan dua kali siklus tanaman karet, sehingga unsur mikro telah terkuras melalui lateks dan *replanting*. Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium Tanah, Balai Penelitian Sembawa, kandungan Boron yang

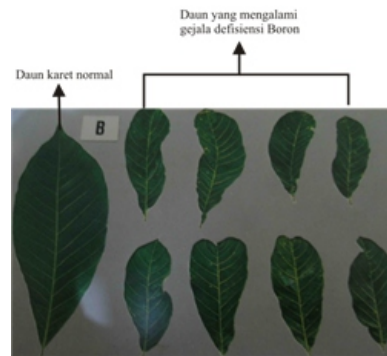
Tabel 3. Kriteria penilaian status hara mikro daun tanaman karet.

Unsur mikro	Rendah	Optimum (ppm)	Tinggi
	B	< 40	40-80
Cu	< 10	10-15	> 15
Mn	< 300	300-500	> 500
Fe	< 50	90-130	> 130

Sumber: Suchartgul *et al* (2012).



a. Daun tanaman karet yang mengalami defisiensi B di Balai Penelitian Sembawa.



b. Gejala defisiensi B berdasarkan hasil penelitian Shorrocks (1983).

Gambar 3. Visualisasi defisiensi unsur hara mikro B.

terdapat di dalam daun lebih kecil, yaitu sebesar 21,17 ppm jika dibandingkan standar optimum (Suchartgul *et al.*, 2012) (Tabel 3).

Defisiensi unsur mikro tanaman karet dapat diatasi melalui penambahan khusus unsur mikro yang diberikan dalam bentuk padatan atau larutan. Karena jumlah kebutuhan yang sedikit, maka jenis pupuk mikro sering diberikan lewat daun.

Beberapa gejala defisiensi unsur mikro lain pada tanaman karet yang dapat dilihat secara visual (Shorrocks, 1983):

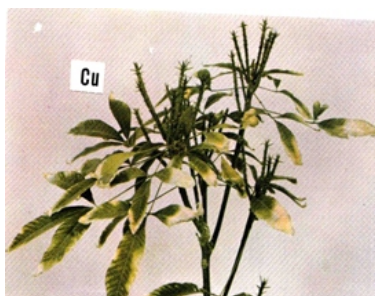
1. Zinc (Zn): Luas daun akan mengecil dibanding daun pada umumnya. Permukaan daun bengkak dan bergelombang. Selain itu, tulang daun akan berwarna kuning karena mengalami klorosis (Gambar 4).



Gambar 4. Gejala defisiensi unsur hara Zn pada tanaman karet (Shorrocks, 1983).

2. Copper (Cu): Layunya daun pada bagian atas, kemudian lambat laun menjadi coklat dan gugur. Gugur daun ini menyebabkan batang meranggas dan tunas apikal mengalami kematian. Pertumbuhan tunas baru berkembang melalui bagian meristem batang (Gambar 5).

Secara umum, defisiensi yang dapat dilihat secara visual baik unsur makro dan mikro mempunyai kesamaan gejala antar unsur. Untuk mengetahui defisiensi yang terjadi pada tanaman secara akurat, maka diperlukan data analisis daun secara laboratorium. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan



Gambar 5. Gejala defisiensi unsur hara Cu pada tanaman karet (Shorrock, 1983).

standar (fase) optimum pada tanaman. Fase optimum adalah fase dimana tanaman dapat tumbuh secara optimal. Bila kandungan unsur mikro tersebut melebihi fase optimum, maka tanaman akan mengalami fase “berlebi”, yang terbagi menjadi fase konsumsi berlebih (*luxurious consumption*) dan fase racun (*toxic range*). Fase racun merupakan tahap tanaman akan mengalami penurunan pertumbuhan (Hawkins, 2010).

### Kesimpulan

Unsur hara mikro seperti B, Cu, Mn dan Fe, memiliki peran penting bagi pertumbuhan tanaman karet, antara lain sebagai pembentuk enzim dan penyusunan protein dalam proses metabolisme selama masa TBM. Defisiensi unsur mikro dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman karet terhambat khususnya pada masa TBM dan menurunkan produksi pada TM.

Beberapa faktor yang mempengaruhi defisiensi unsur mikro pada beberapa perkebunan karet antara lain penggunaan klon-klon unggul, penerapan tanaman sela diantara tanaman karet seperti tanaman teh, lahan yang telah mengalami beberapa kali siklus penanaman karet dan kurangnya pemupukan unsur mikro. Untuk itu, kegiatan pemupukan perlu memperhatikan kebutuhan

unsur mikro sehingga tanaman karet dapat tumbuh secara optimal.

### Daftar Pustaka

- Adiwiganda, Y. T. 2005. Tanya jawab manajemen tanah dan pemupukan tanaman karet. Bio Industri Nusantara. Bandung.
- Alley, M. M. and B. Vanlauwe. 2009. The role of fertilizers in integrated plant nutrient management. Tropical Soil Biology and Fertility Institute of the International Centre for Tropical Agriculture. International Fertilizer Industry Association. 59 p.
- Angkapradipta, P. 1974. Effect of NPK fertilizer on growth of immature GT 1 on red yellow podsolic soil of the Cikadu. Menara Perkebunan, 44(6) 273-278.
- Angkapradipta, P., T. Warsito., dan M.S. Nurdin. 1986. Pengujian dosis anjuran pupuk N, P, dan K untuk tanaman karet GT 1 produktif pada tanah Latosol. Menara Perkebunan, 54(5), 111-119.
- Brown, P. H., N. Bellaloui., M. A. Wimmer., E. S. Bassil., J. Ruiz., H. Hu., H. Pfeffer, F. Dannel., and V. Romheld. 2002. Boron in plant biology. Plant Biology. Vol 4 : 205-223

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1985. Manual on fertilizer distribution. FAO fertilizer and plant nutrition bulletin. 114p
- Hawkins, B. J. 2010. Seedling mineral nutrition, the root of the matter. National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations. p: 87-97.
- Homenauth, O. 2013. Fertilizer manual (concepts, application, storage and handling). National Agricultural Research and Extension Institute. 32 p.
- Ismail, T. 1981. Major nutrients-their role and deficiency symptoms. RRIM training on soils, soil management and nutrition of Hevea. Rubber Research Institute of Malaysia. p: 87-92
- Istianto dan H. Munthe. 2003. Upaya peningkatan keseragaman tanaman karet melalui pemupukan selektif. Prosiding Konferensi Agribisnis Karet Menunjang Industri Lateks dan Kayu. Medan, 10-11 Desember 2013.
- Istianto dan H. Munthe. 2004. Studi daur ulang hara pada areal perkebunan karet tanaman menghasilkan. Laporan Internal. Balai Penelitian Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet
- Istianto. 2010. Teknologi pemupukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk di perkebunan karet. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan 2010. Palembang, 27-28 Juli 2010.
- Oku, E., A. Iwara., and E. Ekukinam. 2012. Effects of age of rubber (*Hevea brasiliensis* Muel Arg.) plantation on pH, organic carbon, organic matter, nitrogen and micronutrient status of ultisols in the humid forest zone of Nigeria. Kasetart J. Nat. Sci 46 : 684-693.
- Pendias, A. K. 2011. Trace elements in soil and plant (fourth edition). CRC press. 467 p
- Samarappuli, L., A. M. A. Perera., K. H. Lalantha., and W. Rajapakse. 2000. Distribution of Mn and Zn in rubber growing soils and its status in relation to selected management practices. Journal of the Rubber Research Institute of Sri Lanka 83 : 1-16
- Shorrocks, M. V. 1965. Mineral nutrition, growth and nutrient cycle of *Hevea brasiliensis* I. Growth and nutrient content. Journal Rubber Res. Inst. of Malaya 19 (1) 32-47
- Shorrocks, M. V. 1983. Mineral deficiencies in Hevea and associated cover plants. Rubber Research Institute. Kuala Lumpur. Malaysia
- Sihotang, U. T. B. dan Istianto. 1994. Manajemen pemupukan tanaman karet. Forum Komunikasi Karet, Sembawa, 10-11 Mei 1994. Pusat Penelitian Karet, Asosiasi Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesia (AP3I), h. 18-39.
- Siregar, M., U. T. B Sihotang, dan D. Siahaan. 1981. Masalah pemupukan karet di wilayah I. Berkala Penelitian Rubber Research Centre Tanjung Morawa No. 6. Agustus 1981.
- Suchartgul, S., S. Maneepong and M. Issarakrisila. 2012. Establishment of standard values for nutritional diagnosis in soil and leaves of immature rubber tree. Rubber Thai Journal I : 19-31.
- Tambunan, D., H. Sihombing, dan Thomas. 1991. Pemupukan nitrogen dan kalium pada tanaman karet produktif klon PR 261 pada tanah podsolik merah kuning. Buletin Perkebunan Rakyat, 7(1):21-28.
- Ulaganathan, A., V. K. Syamala dan M. D. Jessy. 2012. Secondary and micronutrient status of the traditional rubber growing regions of South India. International Rubber Conference. India
- Voss, R. 1998. Micronutrients. Departement of Agronomy. Iowa State University. 69 p
- Webster, C. C, and E. C. Paardekooper. 1989. The botany of the rubber tree. In Webster, C.C, and W.J. Baulkwill. (Ed.). Rubber. Longman Scientific & Technical, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Wijaya, T., M. J. Rosyid., dan I. Boerhaendy. 2009. Teknologi pengelolaan nutrisi dan air pada perkebunan karet. Makalah seminar nasional teknologi pemupukan dan pengelolaan air di perkebunan: antisipasi terhadap perubahan iklim, 5-6 November 2009. Bandung.