

**PEMUPUKAN DISKRIMINATIF-SELEKTIF:  
SUATU USULAN MEMPERTAHANKAN PERFORMA TANAMAN MENGHASILKAN  
DI TENGAH RENDAHNYA HARGA KARET**

*The Discriminatory-Selective Fertilization: A Concept in Maintaining  
The Performance of Mature Rubber Trees in The Midst of Rubber Low Price*

Priyo Adi Nugroho

Balai Penelitian Sungei Putih - Pusat Penelitian Karet  
Po Box 1415 Medan 20001  
e-mail: priyo.nugroho@puslitkaret.co.id

Diterima 8 Juli 2020 / Direvisi 6 Januari 2021 / Disetujui 15 Februari 2021

**Abstrak**

Pemupukan dan tenaga kerja (penyadapan dan pengolahan) adalah dua komponen utama yang membutuhkan biaya besar dalam usaha agribisnis karet. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemupukan secara nyata dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan meningkatkan ketahanan terhadap penyakit daun. Beberapa kajian juga menunjukkan bahwa *outbreak* penyakit daun *Pestalotiopsis sp* sejak tahun 2016 berkorelasi erat dengan defisiensi hara akibat tidak adanya pemupukan. Di perkebunan besar, pemupukan sudah dilakukan secara diskriminatif artinya telah mempertimbangkan faktor-faktor spesifik seperti kesehatan tanaman, capaian produktivitas, lingkungan (tanah dan iklim) serta hasil-hasil percobaan pemupukan. Hal ini sangat berbeda dengan perkebunan karet rakyat yang pemupukannya masih menggunakan dosis umum (generik). Ketika tren harga karet alam menunjukkan fluktuasi yang sangat dinamis, pemupukan diskriminatif sesuai dengan rekomendasi untuk semua tahun tanam cukup berat untuk dilaksanakan. Pemilihan areal yang dipupuk menjadi penting pada kondisi ini. Pemilihan areal harus mempertimbangkan faktor-faktor eksternal lain seperti analisis ekonomi, proyeksi produksi dan tentunya dengan tidak mengabaikan kesehatan tanaman. Pemupukan yang mempertimbangkan faktor di atas disebut dengan diskriminatif-selektif. Terdapat tiga output yang akan dihasilkan

dalam rekomendasi pemupukan diskriminatif-selektif yaitu (1) tanaman dipupuk sesuai dosis anjuran; (2) pengurangan dosis; dan (3) penundaan pemupukan. Ketepatan dalam pengambilan kebijakan pada pemupukan diskriminatif-selektif sangat ditentukan oleh akurasi dalam perhitungan rekomendasi pemupukan, analisis ekonomi dan kecermatan dalam memproyeksikan kestabilan produksi berdasarkan kondisi tanaman.

Kata kunci: *Hevea brasiliensis*, pemupukan, rekomendasi, diskriminatif-selektif

**Abstract**

*Fertilization and manpower, particularly tapping and rubber processing, are two main components that require high cost in rubber agribusiness. Some previous studies reported that fertilization significantly increased yield and leaf diseases resistance. Other research also suggested that the correlation between the nutrient deficiency as the result of the omission of fertilization and the outbreak of *Pestalotiopsis sp* in the last three year. In the commercial plantation, discriminatory fertilization is already conducted. It considers the specific factors like plant health, yield achievement, environment (soil and climate) and fertilization trial. On the other hand, in the rubber smallholder, the fertilization still follows the general formula of fertilizer. In the midst of a very dynamic rubber price fluctuation, discriminatory fertilization in every single planting year is difficult to be implemented at many rubber plantations. Under*

*the situation, field assessment for fertilizer application becomes crucial. The assessment should consider other external factors i.e. financial analysis, yield projection and plant health as well. The fertilization by considering the assessment is called a discriminatory-selective approach. The discriminatory-selective fertilization will issue three fertilization policies: (1) rubber plant fertilization based on recommendation dosage (full dosage); (2) the reduction of fertilizer dosage and; (3) the postponement of fertilization. The accuracy of discriminatory-selective fertilization is very determined by fertilizer recommendation calculation, financial analysis and the precision of projection on yield stability based on the actual tree condition.*

*Keywords: Hevea brasiliensis, fertilization, recommendation, discriminatory-selective*

## **Pendahuluan**

Ditinjau dari sudut pandang daur hara, perkebunan termasuk ke dalam tipe daur hara terbuka. Daur terbuka bermakna bahwa terdapat hara yang secara sengaja terangkut ke luar sistem daur hara. Penyadapan (*tapping*) dan penanaman ulang (*replanting*) adalah dua aktivitas yang paling besar mengangkut hara dari areal perkebunan karet. Hara yang terangkut sebenarnya telah tergantikan secara alami namun jumlahnya tidak sebanding dengan hara yang terangkut. Penambahan hara diantaranya berasal dari hasil mineralisasi batuan, dekomposisi bahan organik, dan aktivitas mikroorganisme tanah (penambat N<sub>2</sub>, pelarut fosfat, dll) (Istianto, 2006).

Pemupukan adalah cara yang paling cepat menambahkan unsur hara ke dalam tanah dalam jumlah yang relatif besar. Tidak dapat dipungkiri bahwa sistem perkebunan karet sangat tergantung dengan pupuk anorganik. Apalagi tanaman karet di Indonesia umumnya dibudidayakan pada tanah-tanah yang relatif miskin hara, sehingga kontribusi pemupukan sangat besar terhadap keberhasilan usaha agribisnis karet.

Perlambatan ekonomi global sejak beberapa tahun yang lalu, sangat berdampak

terhadap industri manufaktur dan otomotif. Akibatnya penyerapan karet alam sebagai bahan baku juga turun. Pada beberapa perusahaan perkebunan, kultur teknis budidaya tanaman yang selama ini sangat disiplin dijalankan harus dikurangi bahkan dihentikan. Hal tersebut bertujuan untuk menekan harga pokok produksi (HPP) yang sudah tidak sesuai lagi dengan harga jual.

Dalam usaha agribisnis karet, pemupukan dan tenaga kerja (penyadapan dan pengolahan) adalah dua komponen utama yang membutuhkan biaya yang besar. Sekitar 40-60% dari total biaya pemeliharaan adalah pemupukan. Respon pemupukan pada tanaman karet menghasilkan yang tidak langsung terlihat dan adanya keyakinan bahwa guguran daun pada saat refoliasi sudah cukup menggantikan kehilangan hara, menjadi justifikasi bagi perusahaan/*planters* untuk meniadakan kegiatan pemupukan. Selain itu harga pupuk yang cenderung meningkat dari tahun ke tahun dan upah tenaga kerja yang terus naik juga turut menjadi pertimbangan untuk tidak memupuk. Dari sudut pandang budidaya tanaman tindakan meniadakan pemupukan memang kurang tepat. Namun perlu diingat bahwa mencegah kerugian melalui penurunan harga pokok juga sangat penting bagi eksistensi suatu perkebunan.

Tulisan ini akan membahas mengenai pemupukan diskriminatif-selektif sebagai suatu pilihan yang dapat dipertimbangkan dalam mengelola perkebunan karet di tengah fluktuasi harga karet alam yang sangat dinamis. Dalam tulisan ini juga disajikan keterkaitan antara kecukupan hara dengan kesehatan tanaman dan hasil produksi berdasarkan data pengamatan di lapangan dan studi literatur.

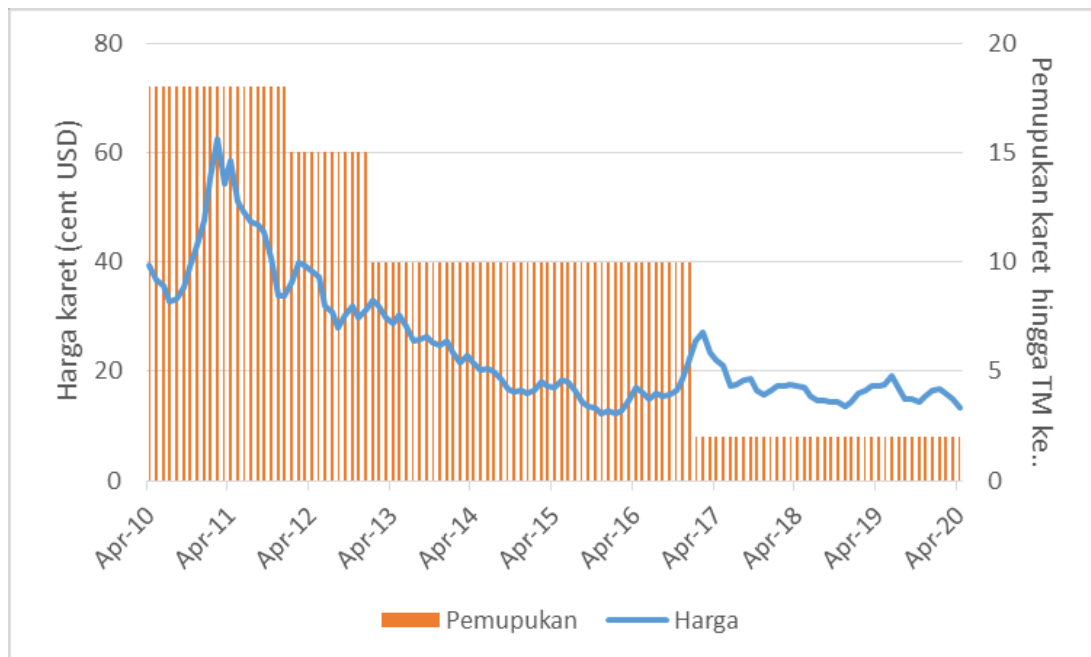
## **Tren Pemupukan Berdasarkan Harga Karet**

Harga merupakan salah satu faktor yang kerap menjadi pertimbangan dalam pelaksanaan pemupukan. Sebagai contoh di salah satu perkebunan besar di Sumatra Utara, luasan tanaman yang dipupuk berbanding lurus dengan penurunan harga karet alam. Pada saat harga karet alam tinggi, pemupukan

Pemupukan diskriminatif-selektif: suatu usulan mempertahankan performa tanaman menghasilkan di tengah rendahnya harga karet

dilaksanakan di semua tahun tanam kecuali pada tahun tanam yang akan ditanam ulang (*replanting*) pada 2 tahun ke depan (X-2) dan produktivitasnya tidak mencapai 1.000 kg/ha. Seiring dengan menurunnya harga karet, jumlah tanaman yang dipupuk juga semakin menurun. Tahun 2012 pemupukan masih dilakukan hingga tanaman menghasilkan

umur 15 tahun. Pada tahun 2013-2016 luas tanaman yang dipupuk terus mengalami penurunan yaitu pada tanaman menghasilkan hingga umur 10 tahun. Puncaknya mulai tahun 2017 pemupukan hanya diberikan pada tanaman menghasilkan umur 1 dan 2 tahun (Gambar 1).



Sumber : [www.indexmundi.com](http://www.indexmundi.com) dan buku rekomendasi pemupukan PT Perkebunan Nusantara

Gambar 1. Perkembangan pemupukan berdasarkan harga karet

Dengan tren harga yang belum membaik (<2 US\$/kg), besar kemungkinan pemupukan pada tanaman menghasilkan dapat ditunda bahkan ditiadakan. Penundaan pemupukan dan pengurangan harga pokok merupakan suatu dilema bagi perkebunan karet. Kebijakan-kebijakan yang berpihak pada keduanya sangat diperlukan. Diharapkan produksi dapat digali secara terus menerus dan pemeliharaan tanaman tetap dilakukan untuk mendukung capaian produktivitas yang diharapkan.

### Pengaruh Pemupukan TM Karet Terhadap Hasil dan Ketahanan Penyakit

Beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa pemupukan berpengaruh nyata terhadap performa tanaman karet, baik itu produksi, ketahanan penyakit, kualitas lateks, termasuk juga mempersingkat masa TBM. Dalam makalah ini pembahasan lebih ditekankan kepada produktivitas dan ketahanan terhadap penyakit.

## Produktivitas

Pengaruh pemupukan anorganik terkait produktivitas tanaman menghasilkan sangat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungannya. Hasil-hasil penelitian terkait pemupukan dan produktivitas disajikan pada Tabel 1 di bawah ini.

Selain meningkatkan produksi lateks, pemupukan juga mempengaruhi kondisi fisiologi tanaman karet. Gohet *et al.* (2013) melaporkan bahwa kandungan sukrosa,

P-inorganik dan thiol meningkat secara signifikan setelah aplikasi pupuk tunggal 110-325 g Urea, 90-270 g TSP, 150-450 g KCl per pohon per tahun. Peningkatan kondisi fisiologi lateks akibat pengaruh pemupukan tersebut, menjadi faktor penting dalam produksi lateks. Hasil percobaan lain oleh Tiva *et al.* (2016) pada klon PB 217 menunjukkan peningkatan sukrosa, P-inorganik dan thiol yang signifikan akibat pemupukan dengan NPK 15-15-15 sebanyak 200-400 gram per pohon per tahun.

Tabel 1. Pemupukan dan kenaikan produktivitas

Lokasi	Hasil penelitian	Kenaikan produktifitas (%)
Indonesia	(Siregar <i>et al.</i> , 1981)	10-15
Indonesia	(Adiwiganda <i>et al.</i> , 1994)	15-30
Srilanka	(Samarapuli, 2000)	10-15
India	(Mandal <i>et al.</i> , 2015)	10-15
Kamboja	(Tiva <i>et al.</i> , 2016)	10
Thailand	(Vaysse <i>et al.</i> , 2017)	12

## Ketahanan terhadap penyakit daun

Tanaman karet yang berada dalam kondisi kecukupan hara cenderung tidak mudah terserang penyakit daun seperti *Corynespora*, *Oidium* dan *Pestalotiopsis*. Kecukupan K dalam jaringan tanaman memegang peranan penting dalam ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit daun (Wijaya *et al.*, 2003; Yosephine *et al.*, 2020). Selain hara makro, ketahanan tanaman terhadap penyakit juga dipengaruhi oleh hara mikro. Terdapat korelasi langsung antara ketahanan tanaman karet terhadap *Oidium* dengan kandungan Zn pada tanaman. Serangan yang serius terjadi pada tanaman yang mengalami defisiensi Zn (Liyanage *et al.*, 2016).

Pada kejadian *outbreak Pestalotiopsis* pada tiga tahun terakhir, kurangnya asupan hara ke tanaman melalui pemupukan sangat berpengaruh besar terhadap meluasnya serangan penyakit ini selain faktor iklim. Hal tersebut diperkuat dengan kajian status hara daun (N, P, K, Mg dan Ca) dalam beberapa tahun terakhir yang kami lakukan di beberapa

lokasi yang terserang penyakit gugur daun cukup berat di Sumatra Utara. Hasil kajian tersebut menunjukkan terdapat penurunan kandungan beberapa jenis unsur hara pada areal yang terserang penyakit (Gambar 2). Cahyo (2018) juga melakukan kajian terhadap faktor abiotik yang mempengaruhi ledakan penyakit daun di Sumatra Selatan. Dari kajian tersebut diperoleh hasil bahwa terdapat korelasi positif ( $r= 0,30-0,50$ ) yang signifikan ( $p-value < 0,05$ ) antara kandungan hara daun N, P, K, Mg terhadap penurunan kerapatan tajuk tanaman karet akibat serangan penyakit daun.

Kedua kajian ini menunjukkan bahwa selain berpengaruh terhadap produksi, unsur hara memegang peranan yang sangat penting dalam kesehatan tanaman. Tanaman yang terserang penyakit daun akan menurunkan produktivitas tanaman. Produktivitas tanaman yang menurun akan berdampak langsung terhadap penurunan pendapatan. Hasil evaluasi yang dilakukan di perkebunan karet di Deli Serdang, Sumatra Utara menunjukkan bahwa kerapatan tajuk yang tipis akibat serangan penyakit gugur daun

Pemupukan diskriminatif-selektif: suatu usulan mempertahankan performa tanaman menghasilkan di tengah rendahnya harga karet

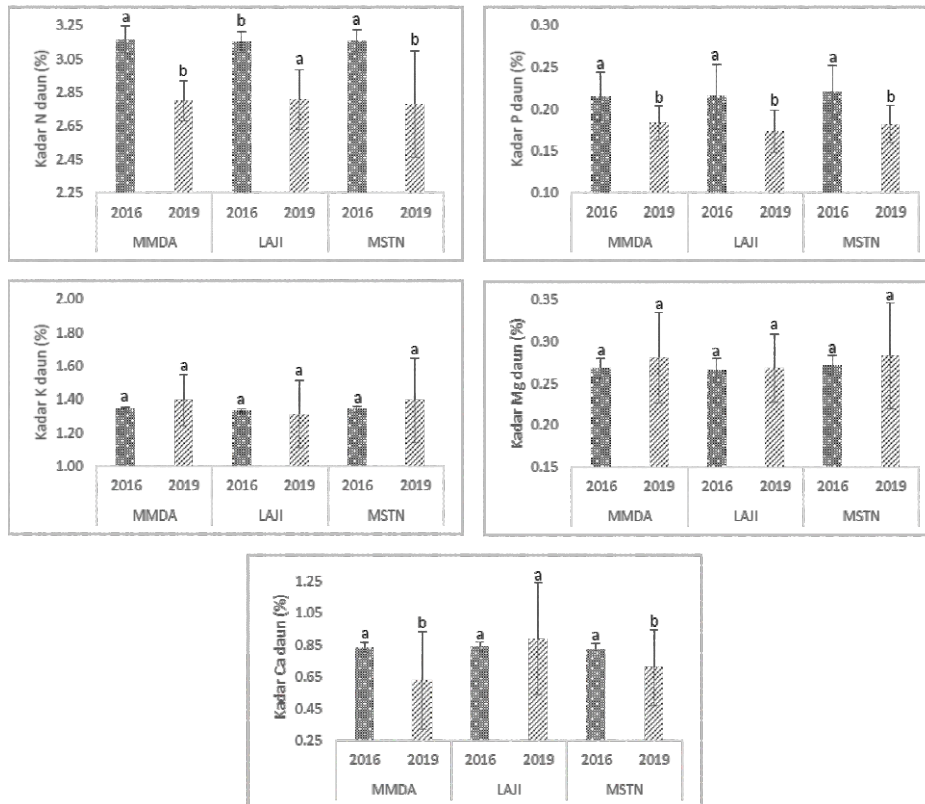
*Pestalotiopsis* menurunkan produksi karet kering sebesar 186-224 kg/tahun atau 12,5-13,4% (Gambar 3).

Jika kehilangan produksi tersebut dihitung menggunakan asumsi sederhana yaitu harga rata-rata RSS 3 pada tahun 2019= 1,64 USD (www.indexmundi.com) nilai tukar 1 USD= Rp 14.146,- (www.bi.go.id) maka akan diperoleh nilai produksi yang hilang setara dengan Rp 4.315.096,- hingga Rp 5.196.675,- per hektar per tahun. Apabila dilakukan pemupukan dengan mengikuti asumsi sebagai berikut:

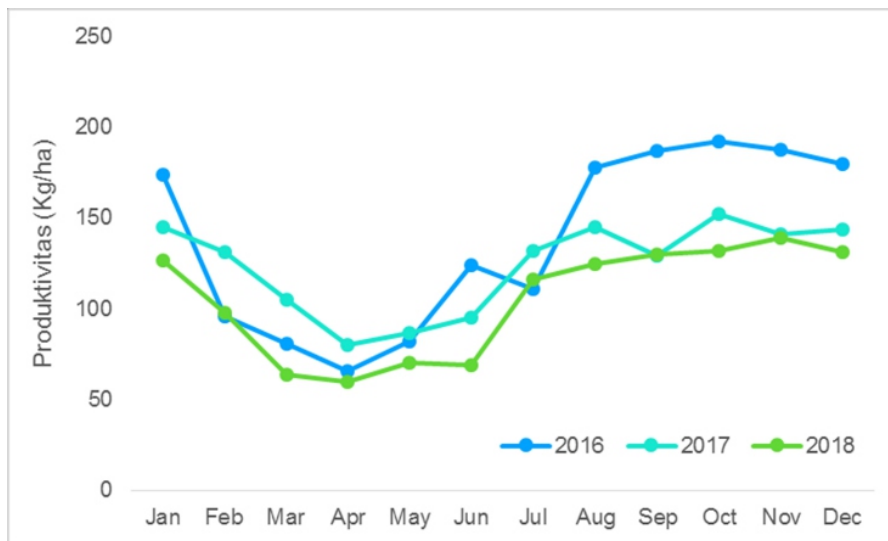
- Harga pupuk majemuk lepas lambat ; Rp 8.250,-/kg
- Dosis pupuk ; 650 gram/pohon
- Jumlah tegakan ; 550 pohon/ha
- Jumlah aplikasi pupuk majemuk (Sumatra Utara) ;1 kali/tahun (*pocket*)
- Kebutuhan tenaga kerja ; 2,5 HK/ha
- Upah tenaga kerja ; Rp 92.000/HK
- Biaya pengangkutan dari gudang ke *supply*

point ; Rp 50/kg

Maka biaya yang akan dikeluarkan per hektar per tahun sebesar Rp 3.197.250,-. Dengan membandingkan antara jumlah produksi yang dapat diselamatkan (Rp/ha) dengan biaya pemupukan (Rp/ha) maka masih diperoleh selisih per hektar per tahun sebesar Rp 1.117.846,- hingga Rp 1.999.425,-. Selain itu akan diperoleh *intangibile benefit* lainnya berupa tanaman karet yang sehat karena memperoleh asupan nutrisi yang cukup. Asumsi lain di wilayah Sumatra Selatan juga dihitung oleh Saputra (2018), yang menunjukkan bahwa penghentian pemupukan menyebabkan petani mengalami penurunan pendapatan yang lebih besar di tahun kedua (Rp 2.940.000,-/ha) dibandingkan dengan tetap melakukan pemupukan (Rp 330.000,-/ha).



Gambar 2. Perbandingan kadar hara daun setelah tiga tahun penundaan pemupukan  
Huruf yang berbeda di atas bar menunjukkan berbeda nyata pada  $p$ -value < 0,05



Sumber : Nugroho et al. (2019)

Gambar 3. Penurunan produksi karet kering akibat serangan penyakit daun

### Pemupukan Diskriminatif-Selektif

Istilah pemupukan diskriminatif bukan merupakan hal yang baru. Diskriminatif memiliki arti bahwa pemupukan sudah mempertimbangkan faktor-faktor spesifik seperti kesehatan tanaman, capaian produktivitas, lingkungan (tanah dan iklim) serta hasil percobaan pemupukan. Dengan kata lain pemupukan ini tidak lagi menggunakan dosis umum (generik). Di beberapa negara produsen karet alam pemupukan diskriminatif sudah banyak sekali dilakukan. Di Indonesia pemupukan diskriminatif pelaksanaannya masih terbatas pada perkebunan-perkebunan besar seperti PTPN dan swasta nasional/asing sedangkan di perkebunan karet rakyat pemupukan masih menggunakan dosis sesuai rekomendasi umum. Ketika tren harga karet alam terus menunjukkan penurunan, pemupukan diskriminatif sesuai dengan rekomendasi untuk semua tahun tanam cukup berat untuk dilaksanakan. Karena tidak semua areal akan dipupuk maka pemilihan areal menjadi penting untuk saat ini. Pemilihan areal harus mempertimbangkan faktor-faktor eksternal

lain seperti analisis ekonomi dan proyeksi produksi yang selanjutnya disebut dengan “diskriminatif-selektif”. Diharapkan dengan pemupukan diskriminatif-selektif kestabilan produksi dan kesehatan tanaman tetap terjaga tentunya dengan tetap mengedepankan margin keuntungan.

### Pertimbangan dalam pemupukan diskriminatif-selektif

Agar pemupukan diskriminatif-selektif dapat sesuai dengan sasaran terdapat tiga hal yang harus diperhatikan yaitu:

#### 1. Ketersediaan data pendukung

Untuk menentukan areal mana saja yang akan dipupuk di dalam luasan total areal, diperlukan data pendukung yang cukup. Data tersebut selanjutnya akan berfungsi sebagai *tools* dalam membantu planters untuk mengimplementasikan pemupukan diskriminatif-selektif. Sejauh ini data analisis daun dan lateks adalah parameter yang cukup akurat dalam menilai performa tanaman karet. Daun yang dianalisis secara tepat dapat

menjadi indikator untuk melihat sejauh mana kemampuan tanah dalam menyediakan nutrisi bagi tanaman (Tampubolon, 1981; Timkhum *et al.*, 2013). Pada perkebunan komersial analisis jaringan tanaman/daun digunakan untuk mendapatkan pemupukan yang efektif dan efisien dan juga untuk mendiagnosis permasalahan hara secara spesifik (Correia *et al.*, 2002). Hasil penelitian Nugroho & Wijaya (2017) menunjukkan bahwa kandungan hara daun karet (N, P, K dan Mg) yang dibudidayakan pada bahan induk tanah yang berbeda dan dipupuk dengan dosis yang sama memperlihatkan perbedaan yang signifikan. Dalam pemupukan diskriminatif perbedaan dalam kandungan hara daun tersebut sangat berperan menentukan kebijakan pemupukan yang harus dilakukan oleh perusahaan. Kebijakan tersebut dapat berupa pemupukan sesuai dosis rekomendasi, pengurangan dosis pemupukan, penundaan pemupukan bahkan peniadaan pemupukan.

Dalam satu dasawarsa terakhir penilaian kesehatan tanaman juga ditinjau dari sudut pandang fisiologi melalui *latex diagnostic* (LD). Menurut Gohet *et al.* (2008), parameter yang dianalisis meliputi:

- Sukrosa (indikator ketersediaan senyawa pada pembentukan lateks),
- Fosfat inorganik (indikator ketersediaan energi-pada pembentukan lateks),
- Thiols/RSH (indikator tingkat kelelahan tanaman),
- DRC/TSC (indikator keseimbangan antara larutan dalam sel lateks dan biosintesis sitoplasma yang dihasilkan dari regenerasi lateks).

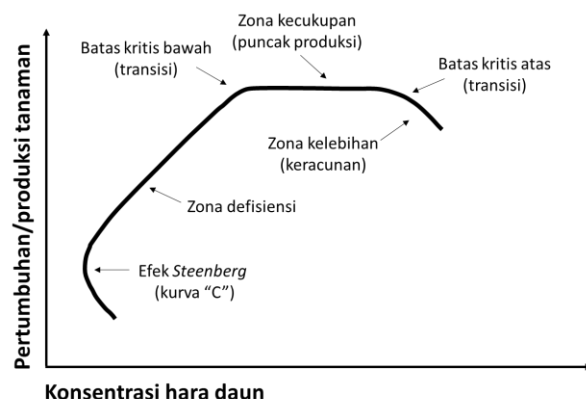
Terdapat keterkaitan antara pengaruh pemupukan dengan parameter fisiologis. Penelitian terdahulu oleh Gohet *et al.* (2013) di Indonesia dan Afrika (klon PB 260 dan IRCA 109), Tiva *et al.* (2016) di Kamboja (klon PB 217) menunjukkan bahwa kandungan sukrosa, fosfat anorganik dan thiol meningkat secara signifikan (10% per pohon) setelah pemberian pupuk (yang mengandung nitrogen, fosfor dan kalium) dibandingkan kontrolnya dan menunjukkan adanya peningkatan kondisi fisiologis lateks yang mempengaruhi produksi.

Menurut Purwaningrum *et al.* (2019) sukrosa dan fosfat anorganik lebih berpengaruh dalam peningkatan produksi PB 260 dibandingkan parameter lainnya. Analisis kualitas lateks dalam hubungannya dengan hara daun akibat pemupukan juga dilakukan oleh Riwandi *et al.* (2017) yang menunjukkan bahwa kandungan N, P dan K pada daun berkorelasi positif lemah hingga sangat kuat ( $r = 0,24-0,88$ ) terhadap kandungan karbohidrat, protein, lipid, DRC dan kadar abu pada lateks.

Dalam menyusun program pemupukan diskriminatif-selektif, ketersediaan data terutama analisis daun sangatlah penting. Dengan data analisis daun akan diperoleh rekomendasi pemupukan yang diskriminatif sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Rekomendasi tersebut selanjutnya akan dikoreksi dengan pertimbangan biaya dan kenaikan produksi. Oleh sebab itu walaupun pemupukan tidak dilakukan secara rutin, analisis daun setiap 1 atau 2 tahun harus tetap dilakukan untuk memonitor kondisi kesehatan tanaman. Informasi mengenai riwayat produktivitas areal juga sangat penting. Data produksi tanaman nantinya akan sangat diperlukan untuk memproyeksikan produktivitas apabila program pemupukan diskriminatif-selektif dilaksanakan. Selain itu data ini juga akan sangat membantu dalam analisis ekonomi untuk mengetahui potensi laba-rugi yang akan diperoleh.

## 2. Keseimbangan hara

Hara yang diberikan melalui pemupukan harus dapat benar-benar menyokong kesehatan maupun produktivitas. Hara yang diberikan juga harus seimbang agar tidak bersifat kontra produktif yang malahan mengganggu metabolisme pada tubuh tanaman karet. Prévot and Ollagnier (1956) mengobservasi adanya asosiasi antara pertumbuhan/produksi dengan konsentrasi hara. Tujuannya untuk mengembangkan sebuah metode interpretasi yang handal bagi beberapa jenis tanaman. Dengan demikian metode tersebut dapat mendeteksi apakah suatu hara pada tingkat tertentu sudah



Gambar 4. Kurva kecukupan hara (Prévot and Ollagnier, 1956)

mendekati atau berada pada tingkat yang meracun/toksik bagi tanaman (Gambar 4).

Konsep keseimbangan hara merupakan dasar yang sangat penting dalam melaksanakan pemupukan tanaman karet termasuk pemupukan diskriminatif-selektif. Hal ini dikarenakan masing-masing hara mempunyai peranan yang berbeda. Nitrogen (N) merupakan penyusun dari senyawa penting dalam tanaman. Nitrogen juga merupakan bagian dari klorofil. Kekurangan N dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat dan ukuran daun mengecil (Karthikakuttyamma *et al.*, 2000; Munawar, 2011). Fosfor sangat berperan secara esensial dalam penyimpanan dan transfer energi. P terdapat dalam dua senyawa ester (C-P) dan

fosfat kaya energi (ATP dan ADP) (Havlin *et al.*, 1999). Pada tanaman karet, kalium berperan dalam glikolisis, respirasi, formasi pembuluh lateks (*laticiferous vessel*) dan keseimbangan osmotik setelah tanaman disadap, stabilisasi aliran lateks dan merangsang pemulihan kulit sadapan (Pushparajah, 1977; Jacob *et al.*, 2018). Kalsium (Ca) adalah unsur yang banyak ditemukan pada biomasa tanaman karet. Kalsium berperan dalam pembelahan sel, pertumbuhan, pemanjangan akar dan aktivasi enzim (Yingjajaval & Bangjan, 2006). Kandungan Ca yang berlebih dapat terakumulasi di dalam kulit dalam bentuk kristal Ca oksalat yang mempunyai efek merusak (*deleterious effect*) terhadap formasi

Tabel 2. Hara berimbang pada daun tanaman karet

Nilai hara	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)
+5	> 4.31	> 0.291	> 1.80	> 0.260
+4	4.11 - 4.30	0.278 - 0.291	1.71 - 1.80	0.251 - 0.260
+3	3.91 - 4.10	0.264 - 0.277	1.61 - 1.70	0.241 - 0.250
+2	3.71 - 3.90	0.251 - 0.263	1.51 - 1.60	0.231 - 0.240
+1	3.51 - 3.70	0.237 - 0.250	1.41 - 1.50	0.221 - 0.230
0	3.30 - 3.50	0.233 - 0.236	1.31 - 1.40	0.211 - 0.220
-1	3.10 - 3.29	0.208 - 0.232	1.21 - 1.30	0.201 - 0.210
-2	2.90 - 3.09	0.196 - 0.207	1.11 - 1.20	0.191 - 0.200
-3	2.70 - 2.89	0.182 - 0.195	1.01 - 1.10	0.181 - 0.190
-4	2.50 - 2.69	0.169 - 0.181	0.91 - 1.00	0.170 - 0.180
-5	< 2.48	< 0.168	< 0.90	< 0.170

Sumber: Adiwiganda *et al.* (1994)



dan aliran lateks (Watson, 1989; Krishnakumar & Potty, 1992). Magnesium (Mg) menduduki posisi sentral dari klorofil sehingga sangat diperlukan dalam fotosintesis dan kofaktor penting dalam produksi energi (ATP). Magnesium juga berperan penting dalam glikolisis pada lateks. Beberapa unsur hara pada kondisi yang berlebih menjadi kontra produktif bagi unsur hara lainnya, oleh karenanya keseimbangan hara dalam pemupukan harus benar-benar diperhatikan. Penelitian keseimbangan hara sudah dilakukan sejak tahun 1970an oleh Pusat Penelitian Karet (P4TM). Adiwiganda *et al.*, (1994) telah merumuskan hara berimbang berdasarkan hasil analisis daun tanaman karet yang menjadi dasar dalam menentukan keseimbangan hara dalam penentuan dosis pemupukan (Tabel 2).

Pemupukan idealnya harus diarahkan untuk mencapai *kandungan hara optimum* dan *keseimbangan hara optimum* (nilai hara "0"). Namun apabila kandungan hara optimum tidak dapat tercapai karena sesuatu hal maka pemberian pupuk harus mengarah pada keseimbangan hara optimum. Sebagai contoh, hasil analisis daun di suatu blok KCD (Kelompok Contoh Daun) diketahui sebagai berikut: N = 3,41% ; P = 0,20% ; K = 1,16% ; Mg = 0,32%, maka dengan melihat tabel 2, nilai untuk setiap unsur hara adalah N = 0; P = -2 ; K = -2 ; Mg = +2. Semua nilai berada di bawah optimum ("0") kecuali Mg. Ini menunjukkan tanaman mengalami defisiensi hara N, P dan K. Untuk mendapatkan kandungan hara optimum seharusnya dilakukan pemupukan agar nilai hara N, P, K setara dengan nilai Mg (+2). Pada kondisi sekarang, hal ini sulit dilakukan karena pertimbangan harga. Pemupukan diarahkan kepada keseimbangan hara optimum dimana hara hanya pupuk P dan K saja yang diberikan untuk menyesuaikan dengan nilai hara N (0). Pada saat kondisi finansial perusahaan membaik maka pemupukan harus kembali diarahkan ke kandungan hara optimum. Pemupukan diskriminatif-selektif tetap berprinsip pada keseimbangan hara optimum

tetapi tidak selalu harus mengarah ke nilai hara "0". Penyesuaian tersebut sangat bergantung terhadap penilaian berdasarkan analisis ekonomi, proyeksi produksi dan kesehatan tanaman.

Menjaga keseimbangan hara adalah hal yang sangat penting. Beberapa kasus yang pernah dijumpai di Sumatra Utara adalah terjadinya prokoagulasi aliran lateks pada bidang sadap. Beberapa klon sangat responsif dengan kondisi ini misalnya klon BPM 24. Prokoagulasi terjadi diduga karena adanya ketidakseimbangan kation basa (Mg dan Ca) pada lateks. Dugaan tersebut diperkuat dengan kadar Mg dan Ca pada daun yang relatif tinggi (nilai hara > +2). Hal ini sejalan dengan Thinkum *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa ketidakseimbangan Mg dalam lateks dapat menyebabkan instabilitas lateks.

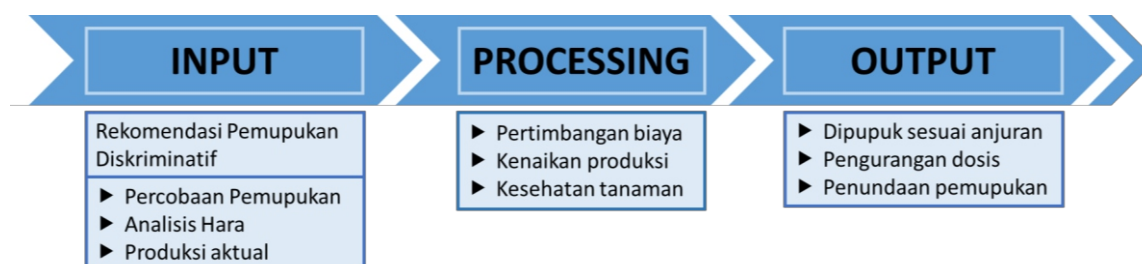
Selain partikel karet, lateks juga mengandung bahan lain seperti logam. Unsur-unsur basa seperti kalium dan magnesium ditemukan dalam konsentrasi yang cukup besar jumlahnya dalam lateks (Vaysse *et al.*, 2017; Riwandi *et al.*, 2017). Hasil analisis data primer status hara daun dengan TSC (*total solid content*) menunjukkan bahwa unsur basa K, Mg dan Ca secara bersama-sama mempengaruhi kandungan TSC lateks ( $r=0,37$ ;  $p\text{-value} < 0,05$ ) sedangkan secara tunggal pengaruh  $Mg > K$  ( $p\text{-value} < 0,05$ ). Dengan demikian menjaga keseimbangan unsur logam dalam lateks terutama basa sangat diperlukan.

### 3. Analisis kelayakan ekonomi

Kondisi finansial merupakan penentu dari pemilihan kebijakan pemupukan diskriminatif-selektif. Diperlukan analisis sensitivitas dengan beberapa skenario agar diperoleh manfaat yang sebesar-besarnya terutama dari sisi peningkatan pendapatan. Untuk mengoptimalkan pendapatan, efisiensi memang diperlukan namun tidak hanya pada kegiatan pemupukan saja. Efisiensi dari komponen produksi lainnya juga perlu dilakukan. Pada penyadapan misalnya, penurunan intensitas sadap ke intensitas

rendah (*low tapping frequency*) dari sistem d3 (3 hari sekali) ke d4 atau d5 (4 atau 5 hari sekali) adalah satu pilihan kebijakan yang dapat dilakukan.

Analisis kelayakan ekonomi dengan berbagai skenario pemupukan diskriminatif terhadap stabilitas produksi dan kesehatan tanaman perlu dilakukan secara cermat.



Gambar 5. Alur pengambilan kebijakan pemupukan diskriminatif-selektif

Agustina *et al.*, (2010) pernah melakukan analisis ekonomi pemupukan dengan skenario harga karet kering Rp. 12.500,- dan harga pupuk urea Rp 3.400/kg dan KCl Rp 11.600,-/kg. Dari analisis tersebut diperoleh nilai B/C ratio >1 dengan catatan produktivitasnya harus >2,5 ton/ha. Data tersebut menggambarkan bahwa stabilitas produksi sangat diperlukan untuk mencapai usaha agribisnis karet yang *sustainable*. Stabilitas produksi didapatkan salah satunya dengan menjaga kesehatan tanaman melalui pemupukan. Pemutakhiran analisis ekonomi berdasarkan dinamika kultur teknis dan harga karet saat ini akan disajikan dalam tulisan lain.

### Implementasi pemupukan diskriminatif-selektif

Setelah diperoleh data yang cukup kemudian dihitung kebutuhan hara tanaman (dikombinasikan dengan analisis ekonomi) diharapkan dapat menambah keyakinan dalam pengambilan kebijakan pemupukan diskriminatif-selektif. Alur dari pemupukan diskriminatif-selektif disajikan pada Gambar 5.

Ketepatan dalam pengambilan kebijakan pemupukan diskriminatif-selektif sangat ditentukan oleh akurasi dalam perhitungan rekomendasi pemupukan dan kecermatan

dalam memproyeksikan kestabilan produksi berdasarkan kondisi tanaman. Terdapat tiga output yang akan dihasilkan dalam pengambilan kebijakan pemupukan diskriminatif-selektif yaitu (1) tanaman dipupuk sesuai dosis rekomendasi, terutama pada areal yang produktivitasnya sudah sangat menurun dan menunjukkan gejala defisiensi namun masih potensial untuk ditingkatkan; (2) pengurangan dosis, diperuntukkan pada tanaman yang cukup stabil produktivitasnya tetapi mulai menunjukkan gejala defisiensi ringan; (3) Penundaan pemupukan, ditujukan pada tanaman yang produktivitasnya masih stabil belum menunjukkan tanda-tanda defisiensi, yang umumnya dijumpai pada tanaman menghasilkan yang masih muda. Konsep tabel rekomendasi pemupukan diskriminatif-selektif dengan pertimbangan analisis ekonomi (*R/C ratio*) disajikan pada Tabel 3.

### Pengurangan Dosis

Pengurangan dosis adalah salah satu implementasi dari pemupukan diskriminatif-selektif. Damrongrak *et al.*, (2015) melaporkan produksi karet kering klon RRIM 600 yang dipupuk dengan setengah dosis rekomendasi dengan penambahan kompos selama 2 tahun di Thailand mencapai 43,9 g/p/s dan masih

Tabel 4. Kandungan hara daun tanaman karet dengan pengurangan dosis

Wilayah	Dosis pupuk sesuai rekomendasi							
	N		P		K		Mg	
	100%	75%	100%	75%	100%	75%	100%	75%
Deli serdang	3.03	2.84	0.20	0.20	1.20	1.16	0.27	0.32
Serdang Bedagai	2.87	2.22	0.20	0.17	1.18	1.21	0.28	0.30
Asahan	3.03	2.57	0.19	0.20	1.15	1.22	0.27	0.29
Simalungun	3.02	2.59	0.20	0.18	1.24	1.32	0.28	0.32
Labuhan Batu	3.03	2.44	0.19	0.21	1.28	1.11	0.26	0.29
Tapanuli Selatan	3.01	2.30	0.22	0.19	0.97	1.05	0.27	0.28
Langsa/Aceh	3.17	2.39	0.23	0.19	1.00	1.03	0.27	0.31

lebih rendah dibandingkan dengan tanaman karet yang dipupuk dengan dosis rekomendasi penuh yaitu 50,7 g/p/s. Hasil analisis daun menunjukkan tidak terdapat beda nyata pada kandungan hara N, P dan Ca pada kedua perlakuan tersebut. Namun kandungan Mg pada tanaman dengan dosis rekomendasi berbeda nyata lebih tinggi dan hal sebaliknya terjadi pada kandungan hara K daun. Hasil survei Kullawong *et al.* (2020) pada petani karet di wilayah Thailand menunjukkan bahwa pemupukan masih tetap dilakukan walaupun pada kondisi harga karet yang rendah. Pemupukan dilakukan dengan cara menurunkan dosis pupuk anorganik dan mensubstitusinya dengan pupuk organik pelet. Analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa pemupukan berkontribusi 24,4-50% dari total biaya produksi dengan pendapatan bruto sebesar 2.250-2.540 USD/ha/tahun.

Untuk melihat bagaimana pengaruh

pengurangan dosis terhadap perubahan kandungan hara daun, suatu analisis menggunakan data primer di perkebunan karet di Sumatra Utara telah dilakukan dan ditampilkan pada Tabel 4.

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa dalam kurun waktu satu tahun pengurangan dosis pupuk sebanyak 25% belum menunjukkan perubahan status hara pada daun P, K dan Mg. Penurunan yang cukup tajam terlihat pada hara nitrogen. Hal ini disebabkan karena nitrogen berperan dalam hampir semua metabolisme tanaman seperti biosintesis protein dan klorofil sehingga dibutuhkan dalam jumlah yang besar oleh tanaman karet.

#### Penundaan Pemupukan

Penundaan pemupukan dapat dilakukan hingga terlihat adanya tren penurunan

Tabel 5. Dampak penundaan pemupukan terhadap produksi tanaman karet (g/p/s)

Jenis tanah (USDA)	TT	Klon	Produksi (g/p/s)		
			2017	2018	2019
Inceptisol	2008	PB 260	49	45	63*
	2008	RRIM 911	30	36	37*
	2009	PB 340	38	41	34
	2010	PB 260	47	48	37
	2011	PB 260	27	34	33*
Ultisol	2008	RRIM 921	49	62	66
	2009	RRIM 911	55	50	74
	2010	RRIM 901	59	55	58

\*) Keterangan : Mengalami perubahan sistem sadap. Pemupukan masih dilakukan pada tahun 2017 dan tidak dilakukan pada tahun 2018 dan 2019.

produksi. Hasil penelitian Wijaya *et al.* (2014) pada tanaman karet TM 1 klon PB 260 pada tanah laterit di wilayah Sumatra Selatan menunjukkan bahwa produksi tanaman karet (gram/pohon/sadap) yang ditunda pemupukannya mengalami penurunan produksi sekitar 9% pada tahun kedua penundaan. Kandungan hara daun juga menurun sebesar 23,1% (N), 61% (K dan Ca) dan 49,6% (Mg) sedangkan P tidak mengalami penurunan. Data tersebut memperkuat penelitian sebelumnya oleh Sihotang & Istianto (1994) di tanah Podsolik Merah Kuning atau Ultisol (USDA) Sumatra Utara yang menunjukkan penurunan produksi sebesar 7-18% sejak 15 bulan penghentian pemupukan.

Kondisi yang demikian tidak terjadi di semua lokasi. Hasil analisis data produksi pada tanaman karet yang tidak dipupuk selama 3 tahun pada tanah Ultisol dan tanah berlahan *alluvial* (Inceptisol) di wilayah Sumatra Utara masih menunjukkan produksi (g/p/s) yang belum konsisten (Tabel 5) namun kandungan hara daun terutama N, P dan Ca menurun secara signifikan (Gambar 2). Siregar *et al.* (1981) menyatakan bahwa pemupukan pada tanaman karet bukan hanya untuk mengejar produktivitas namun utamanya lebih mengarah kepada pemantapan atau menjaga stabilitas produksi dan juga diperuntukkan untuk mempertahankan kesehatan tanaman.

Berdasarkan kedua fakta di atas terlihat bahwa pengaruh penundaan pemupukan terhadap produktivitas bersifat spesifik lokasi. Pada tanah-tanah yang secara inheren miskin hara, respon penurunan produksi akan relatif lebih cepat. Namun demikian penundaan pemupukan dalam jangka waktu yang cukup lama justru akan menjadi kontra produktif. Produktivitas akan terus menurun dan tanaman akan menjadi lemah akibat kurangnya asupan hara.

### **Monitoring dan evaluasi**

Fungsi utama dari monitoring adalah memastikan kegiatan pemupukan tepat sasaran baik secara agronomis maupun secara ekonomi. Secara agronomis pemupukan harus

mencakup empat tepat (4T) yaitu jenis, waktu, dosis dan cara/aplikasi. Selain itu penyimpangan-penyimpangan dalam pemupukan seperti penyediaan pupuk yang tidak sesuai jadwal, inventaris pohon yang tidak sesuai, drainase yang kurang baik, gulma, dan sebagainya. juga harus diminimalisir melalui monitoring. Evaluasi juga perlu dilakukan secara menerus hingga diperoleh metode yang terbaik untuk mencegah *inefficiency* pada pemupukan diskriminatif-selektif.

### **Kesimpulan**

Pemupukan diperlukan untuk menjaga stabilitas produksi dan kesehatan tanaman untuk mendukung ketahanan tanaman terhadap penyakit. Peniadaan pemupukan di satu sisi dapat menekan harga pokok produksi (HPP) namun dalam jangka panjang dapat menurunkan produktivitas, tanaman juga akan menjadi rentan akibat kurangnya asupan hara. Pemupukan diskriminatif-selektif diharapkan menjadi alternatif solusi dalam usaha agribisnis karet di tengah fluktuasi harga komoditas dan biaya produksi yang sangat dinamis. Ketersediaan data pendukung agronomis dan analisis ekonomi dengan berbagai skenario terkait pemupukan serta produksi menjadi faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan (kebijakan) pemupukan diskriminatif. Biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan pemupukan cukup tinggi sehingga pendampingan, pengawasan / monitoring dan evaluasi dalam pelaksanaannya sangat diperlukan.

### **Daftar Pustaka**

- Adiwiganda, Y. T., Hardjono, A., Manurung, A., Sihotang, U. T. B., Sudiharto, Goenadi, D. H., & Sihombing, H. (1994). Teknik Penyusunan Rekomendasi Pemupukan Tanaman Karet. In Forum Komunikasi Karet (pp. 1-17.). Palembang: Pusat Penelitian Karet-Asosiasi Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesia (AP3I).

- Agustina, D. S., Syarifa, L. F., & Hendratno, S. (2010). Analisis ekonomi pemupukan pada tanaman karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 28(1), 5564.
- Cahyo, A.N. 2018. The relationship between climate and plant nutrient status on fusisocum leaf fall disease outbreak in indonesia. Disampaikan dalam International Plant Protection Workshop on Integrated Disease Management in Rubber Plantation, AryadutaHotel Palembang, July 31, 2018.
- Correia, P. J., Anastácio, I., Da Fé Candeias, M., & Martins-Loução, M. A. (2002). Nutritional diagnosis in carob-tree: Relationships between yield and leaf mineral concentration. *Crop Science*, 42(5), 1577-1583. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1577>.
- Damrongrak, I., Onthong, J., & Nilnond, C. (2015). Effect of fertilizer and dolomite applications on growth and yield of tapping rubber trees. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 37(6), 643650.
- Gohet, E., Saaban, I., Soumahoro, M., Uche, E., Soumahoro, B., & Cauchy, T. (2013). Sustainable rubber production through good latex harvesting practices: An update on mature rubber fertilization effects on latex cell biochemistry and rubber yield potential. In IRRDB Workshop on Latex Harvesting Technology, Binh Duong, Vietnam, 19-22 November 2013.
- Gohet, E., Scomparin, C., Cavaloc, E., Balerin, Y., Benites, G., Dumortier, F., ... Eschbach, J.-M. (2008). Influence of ethephon stimulation on latex physiological parameters and consequences on latex diagnosis implementation in rubber agro-industry. IRRDB Workshop on Latex Harvesting Technologies.
- Havlin, J. L., Beaton, J. D., Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (1999). An introduction to nutrient management. Soil Fertility and Fertilizers: An Soil Fertility and Fertilizers (6th ed.). Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Istianto. (2006). Daur hara di perkebunan karet dan pemupukan tanaman karet menggunakan pukalet. *Warta Perkaratan*, 25(1), 5061.
- Jacob, J. L., Prévôt, J. C., Roussel, D., Lacrotte, R., Serres, E., dAuzac, J., ... Omont, H. (2018). Yield-limiting factors, latex physiological parameters, latex diagnosis, and clonal typology. In *Physiology of Rubber Tree Latex: The Laticiferous Cell and Latex-A Model of Cytoplasm*. <https://doi.org/10.1201/9781351075695>
- Karthikakuttyamma, M., Joseph, M., & Nair, A. (2000). Soil and nutrition. In P. J. George & C. K. Jacob (Eds.), *Natural rubber: agromanagement and crop processing* (pp. 170-198). Kottayam, India: Rubber Research Institute of India.
- Krishnakumar, A. K., & Potty, S. N. (1992). Nutrition of Hevea. In *Developments in Crop Science*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88329-2.50017-9>.
- Kullawong, S., Aditto, S., Chambon, B., & Promkhambut, A. (2020). Farmer fertilization practices of mature rubber plantations in Northeast Thailand during a period of low rubber prices. *Forest and Society*, 4(1), 119. <https://doi.org/10.24259/fs.v4i1.8980>.
- Liyanage, K. K., Khan, S., Mortimer, P. E., Hyde, K. D., Xu, J., Brooks, S., & Ming, Z. (2016). Powdery mildew disease of rubber tree. *Forest Pathology*, 46(2), 90-103. <https://doi.org/10.1111/efp.12271>.
- Mandal, D., Datta, H., Chaudhury, M., & Kr Dey, S. (2015). Nutrient requirement for natural rubber. *Better Crop*, 99(2), 1920.
- Munawar, A. (2011). *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Bogor: IPB Press.
- Nugroho, P. A., & Wijaya, T. (2017). Leaf nutrient status of rubber tree in different ecology zone of north sumatra. In K. Jacob, A. bin Ibrahim, A. M. Kamarudin, E. Gohet, J. Mathew, L. Rodrigo, ... C. K. See (Eds.), *Proceedings International Rubber Conference* (pp. 774-785).

- Nugroho, P.A., Febiyanti, T.R., Fairuzah, Z., & Nurcahyo, A. (2019). Pestalotiopsis: Ancaman Bagi Perkebunan Karet di Indonesia. Disampaikan pada: Bimbingan teknis Gabungan Perusahaan Karet Indonesia (Gapkindo) Sumatra Utara. PT. Paya Pinang, Tebing Tinggi, 04 September 2019.
- Prévo, P., & Ollagnier, M. (1956) Utilisation du diagnostic foliaire. *Oleagineux*, 11(11): 659-703.
- Purwaningrum, Y., Asbur, Y., & Junaidi. (2019). Latex quality and yield parameters of *Hevea Brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. clone PB 260 for different tapping and stimulant application frequencies. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 79(3), 347355. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392019000300347>.
- Pushparajah, E. (1977). Nutrition and fertiliser use in hevea and asso ciated covers in Peninsular Malaysia-a review. *Jl. Rubb. Res. Fust. Sri Lanka*, 21(5), 165174.
- Riwandi, R., Prasetyo, P., Hasanudin, H., Cahyadinata, I., Munawar, A., & Doni, R. (2017). Improvement of latex quality using locally-produced organic fertilizer from rubber processing sewage sludges. *Journal of Tropical Soils*, 22(3), 155165. <https://doi.org/10.5400/jts.2017.v22i3.155-165>.
- Samarapuli, L. (2000). Economic and Efficiency of fertilizer utilization in mature rubber. *Bulletin of the Rubber Research Institute of Sri Lanka*, 42, 1124.
- Saputra, J. (2018). Strategi pemupukan tanaman karet dalam menghadapi harga karet yang rendah. *Warta Perkaretan*, 37(2), 75-86.
- Sihotang, U. T. B., & Istianto. (1994). Manajemen Pemupukan Tanaman Karet. In Forum Komunikasi Karet (pp. 1839). Palembang: Pusat Penelitian Karet-Asosiasi Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesia (AP3I).
- Siregar, M., Sihotang, U., & Siahaan, D. (1981). Masalah pemupukan karet di wilayah I. *Berkala Penelitian*, 6, 3879.
- Tampubolon, M. (1981). Analisis daun sebagai suatu sistem untuk menentukan dosis pemupukan tanaman karet. *Berkala Penelitian*, 6, 1137.
- Timkhum, P., Maneepong, S., Issarakrisila, M., & Sangsing, K. (2013). Nutrient assessment with omission pot trials for management of rubber growing soil. *Journal of Agricultural Science*, 5(10), 1019. <https://doi.org/10.5539/jas.v5n10p10>
- Tiva, L. K., Lacote, R., Chan, C., Sopheaveasna, M., & Gohet, E. (2016). Effect of fertilization on latex yield potential and physiological parameters of clone PB 217 in cambodia. In International Rubber Conference, November 21 - 25, 2016.
- Vaysse, L., Sathornluck, S., Bottier, C., Liengprayoon, S., Char, C., Bonfils, F., ... Gay, F. (2017). Effect of fertilization and stimulation of *Hevea brasiliensis* trees on mineral compositions and properties of produced latex and rubber. In K. Jacob, A. bin Ibrahim, A. M. Kamarudin, E. Gohet, J. Mathew, L. Rodrigo, ... C. K. See (Eds.), Proceedings of International Rubber Conference (pp. 358369).
- Watson, G. (1989). Nutrition. In C. C. Webster & W. . Baulkwill (Eds.), Rubber (pp. 291348). Singapore: Longman Singapore.
- Wijaya, T., Hidayati, U., & Budiman, A. (2003). Status hara kalium kaitannya dengan serangan penyakit daun *Corynespora* pada klon RRIM 600. *Warta Pusat Penelitian Karet*, 22(1), 2431.
- Wijaya, T., Ardika, R., & Saputra, J. (2014). The effect of omission fertilizer application on rubber yield of PB 260. *Current Agriculture Research Journal*, 2(2), 68-72.
- Yingjajaval, S., & Bangjan, J. (2006). Major plant nutrient contents in para rubber (RRIM 600). *Agricultural Science Journal (Thailand)*, 37(4), 353364.
- Yosephine, I.O., Guntoro, Tistama, R., Nugroho, P.A., & Dalimunthe, C. Hal (2020). Penggunaan mineral kalium dan silikon untuk menekan serangan penyakit gugur daun pada tanaman karet. *Agrium*, 22(3): 173-177.