

KAJIAN PRODUKSI LATEKS, INDEKS PENYUMBATAN DAN KADAR PADATAN TOTAL PADA POPULASI BIPARENTAL UNTUK MENGIDENTIFIKASI GENOTIPE KARET BERPRODUKSI TINGGI PADA PENYADAPAN FREKUENSI RENDAH

Study of Latex Yield, Plugging Index, and Total Solid Content in a Biparental Population to Identify High-Yielding Rubber Genotypes under Low-Frequency Tapping

Yoga Bagus Setya AJI^{*1,4}, Martini AJI¹, Fetrina OKTAVIA¹, Pascal MONTORO^{2,3},
M. U HARUN^{*4}, YAKUP⁴

¹⁾Pusat Penelitian Karet Jalan Raya Palembang – Pangkalan Balai, Km. 29, Banyuasin, Sumatera Selatan, 30953

²⁾ CIRAD, UMR AGAP Institut, F-34398 Montpellier, France

³⁾ UMR AGAP Institut, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, F-34398 Montpellier, France

⁴⁾ Universitas Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan

*Korespondensi: yoga.getas@gmail.com, mumarharun@unsri.ac.id

Diterima: Januari 2026/Disetujui: Mei 2026

Abstrak

Keterbatasan tenaga penyadap dan tingginya biaya penyadapan menjadi tantangan utama dalam industri karet alam. Sistem *Low-Frequency Tapping* (LFT) dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi tenaga kerja, mengurangi konsumsi kulit sadap, dan mempertahankan produktivitas tanaman. Keberhasilan penerapan LFT memerlukan genotipe yang mampu menghasilkan lateks tinggi pada frekuensi sadap rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi genotipe-genotipe unggul hasil persilangan biparental PB 260 × SP 217 yang berpotensi diterapkan pada sistem penyadapan LFT melalui evaluasi produksi lateks, indeks penyumbatan (*Plugging Index*/PI), dan kadar padatan total (*Total Solid Content*/TSC), serta membandingkan performanya dengan klon-klon komersial. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Karet Sembawa, Sumatera Selatan, menggunakan 192 genotipe biparental dan 8 klon komersial sebagai pembandingan. Pengamatan dilakukan pada sistem penyadapan S/2 d7 ET 2,5% 2w. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), korelasi, regresi linear sederhana, dan *Principal Component Analysis* (PCA). Hasil penelitian menunjukkan produksi

lateks berkisar antara 2,89–43,35 g karet kering per pohon per sadap. Sebanyak 74 genotipe memiliki produksi lebih tinggi dibandingkan PB 260 sebagai klon komersial dengan hasil terbaik. Nilai PI berkisar antara 6,79–58,18% dan berkorelasi negatif dengan produksi lateks ($R^2 = 0,355$), menunjukkan bahwa genotipe dengan PI rendah cenderung memiliki hasil yang lebih tinggi. Sebaliknya, TSC berkisar antara 38,06–63,70% dan tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan produksi lateks ($R^2 = 0,031$). Berdasarkan hasil seleksi, genotipe G054, G232, G185, G229, G048, G254, G253, G217, G035, dan G246 merupakan sepuluh genotipe dengan produksi lateks tertinggi, dengan kisaran produksi 35,64–43,35 g karet kering per pohon per sadap.

Kata kunci : *Hevea brasiliensis*, genotipe, parameter fisiologi, aliran lateks, sistem penyadapan

Abstract

The shortage of skilled tappers and the increasing cost of tapping operations have become major challenges in the natural rubber industry. Low-Frequency Tapping (LFT) systems have been developed to improve labor efficiency, reduce bark consumption, and maintain rubber productivity. The successful implementation of LFT requires

*genotypes capable of producing high latex yield under reduced tapping frequency. This study aimed to identify superior genotypes derived from the biparental cross PB 260 × SP 217 that are suitable for Low-Frequency Tapping (LFT) systems through the evaluation of latex yield, Plugging Index (PI), and Total Solid Content (TSC), and to compare their performance with widely cultivated commercial clones. The study was conducted at the Experimental Estate of the Indonesian Rubber Research Institute, Sembawa, South Sumatra, using 192 biparental genotypes and eight commercial clones as controls. Observations were carried out under the S/2 d7 ET 2,5% 2w tapping system. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), correlation analysis, simple linear regression, and Principal Component Analysis (PCA). The results showed that latex yield ranged from 2,89 to 43,35 g dry rubber tree⁻¹ tapping⁻¹. A total of 74 genotypes produced higher yields than PB 260, the best-performing commercial clone. The Plugging Index ranged from 6,79 to 58,18% and was negatively correlated with latex yield ($R^2 = 0,355$), indicating that genotypes with lower PI values tended to produce higher yields. In contrast, TSC ranged from 38,06 to 63,70% and showed no significant relationship with latex yield ($R^2 = 0,031$). Based on the selection results, genotypes G054, G232, G185, G229, G048, G254, G253, G217, G035, and G246 were identified as the ten highest-yielding genotypes, with latex yields ranging from 35,64 to 43,35 g dry rubber tree⁻¹ tapping⁻¹.
Keywords: *Hevea brasiliensis*, genotype, physiological parameters, latex flow, tapping system*

PENDAHULUAN

Industri karet alam merupakan salah satu sektor strategis (Syarifa et al., 2023) dalam perekonomian negara-negara kawasan tropis, termasuk Indonesia, yang merupakan salah satu produsen karet alam terbesar di dunia (Nurzakiah et al., 2024). Kontribusi komoditas karet tidak hanya terlihat pada peranannya sebagai sumber devisa negara, tetapi juga mendukung perekonomian daerah dan keberlangsungan mata pencaharian petani kecil (Tistama, 2024). Secara global, karet alam memiliki nilai penting dalam berbagai industri, seperti otomotif, manufaktur, konstruksi, serta berbagai aplikasi teknis lainnya yang

menuntut elastisitas dan ketahanan material yang tinggi (Permadi et al., 2025).

Pengelolaan kebun karet memiliki nilai strategis, namun dalam praktiknya masih menghadapi berbagai tantangan (Ikhsan et al., 2024), terutama berkaitan dengan efisiensi biaya produksi maupun keberlanjutan siklus penyadapan. Salah satu komponen biaya terbesar dalam budidaya tanaman karet adalah kegiatan penyadapan (Rouf et al., 2024). Kegiatan ini memerlukan tenaga kerja terampil untuk melakukan penyadapan/sayatan pada kulit batang secara tepat sehingga aliran lateks keluar secara optimal dengan menghindari kerusakan pada kambium (Wang et al., 2023). Tingginya kebutuhan tenaga kerja dan meningkatnya biaya upah menjadikan penyadapan sebagai elemen biaya operasional yang signifikan (Agustina et al., 2017), khususnya di perkebunan besar yang memiliki luasan areal ratusan hingga ribuan hektar.

Kondisi tersebut semakin menantang dengan adanya tren penurunan ketersediaan tenaga kerja penyadap akibat pergeseran preferensi pekerjaan di pedesaan dan meningkatnya kebutuhan tenaga kerja di sektor lain yang dinilai lebih menarik secara ekonomi. Selain itu, sistem penyadapan konvensional dengan frekuensi cenderung tinggi menyebabkan percepatan penggunaan kulit sadap (*bark consumption*). Hasil penelitian (Chotiphan et al., 2023) menunjukkan bahwa frekuensi penyadapan tinggi (d2) menyebabkan konsumsi kulit batang tanaman karet juga lebih tinggi dibandingkan frekuensi penyadapan rendah, sehingga berpotensi memperpendek umur ekonomis tanaman. Di sisi lain, urgensi modifikasi sistem penyadapan juga didorong oleh pesatnya perkembangan sistem wanatani (*agroforestry*) berbasis karet yang lebih efisien. Dalam sistem pertanian terpadu ini, pekebun dituntut untuk mendiversifikasi komoditas guna meningkatkan ketahanan ekonomi, yang berdampak pada semakin terbatasnya alokasi waktu kerja untuk satu komoditas tunggal. Oleh karena itu, inovasi dalam strategi penyadapan tidak hanya diperlukan untuk menghemat konsumsi kulit batang dan menekan biaya produksi, tetapi juga untuk memberikan fleksibilitas alokasi waktu bagi petani dalam mengelola aktivitas produktif agroforestry lainnya.

Low-Frequency Tapping (LFT) dikembangkan sebagai strategi yang mampu mengurangi frekuensi penyadapan tanpa menurunkan produksi secara drastis. Pendekatan ini berfokus pada pengurangan jumlah hari kerja penyadap, menghemat kulit sadap (bark), serta meningkatkan umur ekonomis tanaman. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa LFT dapat menjadi alternatif yang efektif untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja dan efisiensi biaya, terutama jika dikombinasikan dengan penggunaan stimulan berbasis etefon (Soumahin et al., 2010; Nugrahani et al., 2017). Meskipun sistem LFT telah banyak diterapkan untuk meningkatkan efisiensi penyadapan, informasi mengenai karakter fisiologis yang dapat digunakan sebagai kriteria seleksi genotipe pada sistem tersebut masih terbatas.

Pemuliaan tanaman karet memiliki peran penting dalam mendukung implementasi LFT melalui pengembangan genotipe yang responsif terhadap sistem sadap berintensitas rendah. Namun, masih terdapat keterbatasan informasi mengenai performa genotipe baru dengan sistem LFT, terutama terkait parameter produksi (*yield*), *plugging index* (PI), *total solid content* (TSC) dan beberapa karakter fisiologis lainnya. Evaluasi karakter tersebut penting untuk memahami dinamika aliran/produksi lateks, respon terhadap penyadapan, serta potensi produksi jangka panjang.

Populasi biparental hasil persilangan PB 260 × SP 217 merupakan salah satu sumber genetik yang menjanjikan dalam program pemuliaan. Kedua tetua memiliki karakter unggul, dan uji keturunannya berpotensi menghasilkan genotipe berproduksi tinggi yang sesuai untuk sistem LFT. Penelitian ini menjadi penting untuk mengidentifikasi genotipe unggul yang tidak hanya memiliki hasil tinggi tetapi juga menunjukkan indeks penyumbatan (PI) rendah dan TSC yang stabil. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi genotipe-genotipe unggul hasil persilangan biparental PB 260 × SP 217 yang berpotensi diterapkan pada sistem penyadapan frekuensi rendah melalui evaluasi produksi lateks, indeks penyumbatan (*Plugging Index*/PI), dan kadar padatan total (*Total Solid Content*/TSC), serta membandingkan performanya dengan klon-klon komersial.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Karet, Sembawa, Sumatera Selatan mulai Januari hingga Desember 2024. Penelitian menggunakan tanaman karet berupa populasi biparental hasil persilangan PB 260 × SP 217 sebanyak 192 genotipe yang ditanam pada tahun 2016 dan telah memasuki fase tanaman menghasilkan (TM). Penyadapan dilakukan di panel BO-2. Selain itu terdapat 8 klon komersial sebagai pembanding yaitu AV 2037, PR 261, GT 1, RRIC 100, SP 217, IRR 112, IRR 39, dan PB 260. Selama periode pengamatan di lapangan, terdapat beberapa genotipe yang mengalami mortalitas (tumbang/mati) serta tidak menghasilkan lateks akibat gejala kering alur sadap. Oleh karena itu, analisis data dilakukan secara *unbalance* terhadap 197 tanaman (189 genotipe biparental dan 8 klon komersial). Populasi genotipe ditanam pada areal percobaan dan dipelihara sesuai standar budidaya tanaman karet menghasilkan. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dan diulang sebanyak 5 ulangan (blok). Sistem sadap yang digunakan yaitu penyadapan frekuensi rendah tiap 7 hari dengan notasi sadap sesuai dengan Vijayakumar et al. (2009) yaitu S/2 d7 ET2,5% 2w.

Pelaksanaan aplikasi stimulan dilaksanakan dengan metode *Groove Application* (Ga) yaitu dengan mengambil atau menarik skrap karet sadapan sebelumnya yang menempel pada alur sadap (Suherman et al., 2020). Selanjutnya stimulan dioleskan pada alur sadap dengan konsentrasi etefon 2,5%. Frekuensi aplikasi stimulan yaitu 2 kali per bulan selama 9 bulan. Aplikasi stimulan dihentikan sementara saat tanaman memasuki fase gugur daun alami. Penyadapan dilakukan pada setiap pohon dengan interval 7 hari sekali (d7) yang berlangsung selama 1 tahun.

Parameter pengamatan dalam penelitian ini yaitu :

1) Produksi karet per penyadapan

Produksi karet per penyadapan diukur dari bobot lateks yang diperoleh setelah penyadapan rutin dengan frekuensi 7 hari sekali (d7) selama 1 tahun pengamatan. Produksi karet per pohon ditimbang setiap 7 hari sekali pada penyadapan berikutnya dan diperoleh bobot

basah gumpalan karet. Produksi Karet Kering (g/pohon/sadap) dihitung berdasarkan hasil perkalian antara berat karet segar (bobot basah) pada setiap penyadapan dengan persentase Kadar Karet Kering (KKK) masing-masing genotipe. Pengukuran nilai KKK dilakukan secara periodik satu bulan sekali, di mana nilai tersebut digunakan sebagai faktor pengali konversi untuk seluruh data bobot basah yang diperoleh dalam bulan yang bersangkutan.

2) Pengukuran Indeks Penyumbatan / *Plugging Index* (PI)

Plugging index (PI) digunakan untuk mengevaluasi kemampuan aliran lateks setelah penyadapan. Pengamatan dilakukan dengan mencatat volume atau aliran lateks pada interval waktu tertentu setelah penyadapan hingga aliran berhenti. Nilai PI dihitung berdasarkan persentase penurunan aliran lateks terhadap waktu pengamatan. Genotipe dengan nilai PI rendah diinterpretasikan memiliki kemampuan mempertahankan aliran lateks lebih lama dibandingkan genotipe dengan PI tinggi. Nilai PI dihitung berdasarkan rumus Milford et al. (1969):

$$PI (\%) = \frac{\text{Volume lateks 5 menit pertama}}{\text{Volume lateks total}} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

3) Pengukuran Kadar Padatan Total / *Total Solid Content* (TSC)

Pengukuran kadar padatan total (TSC) dilakukan menggunakan metode gravimetri sebagaimana digunakan pada penelitian (Ismawanto et al., 2024).

Sebanyak ± 2 g sampel lateks segar ditimbang dalam cawan aluminium, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 90°C hingga mencapai bobot konstan. Nilai TSC dihitung menggunakan persamaan:

$$TSC (\%) = \frac{\text{Berat kering lateks}}{\text{Berat basah lateks}} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Data produksi lateks, *Plugging Index* (PI), dan *Total Solid Content* (TSC) dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) berdasarkan rancangan RAK (Rancangan Acak Kelompok) untuk mengetahui kontribusi atau pengaruh keragaman genotipe terhadap variabel-variabel yang diamati. Selanjutnya, untuk melihat keeratan hubungan dan pengaruh antar-parameter produksi serta fisiologis lateks pada populasi biparental, analisis dilanjutkan dengan analisis korelasi Pearson dan regresi linear sederhana. Untuk mengevaluasi pola hubungan secara menyeluruh, mereduksi dimensi data, serta mengelompokkan ke-192 genotipe dan 8 klon pembanding berdasarkan karakteristik fisiologis dan produksinya, digunakan analisis komponen utama atau *Principal Component Analysis* (PCA). Seluruh rangkaian analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak XLStat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi terhadap populasi biparental genotipe karet ditujukan untuk mengidentifikasi individu potensial yang adaptif pada sistem eksploitasi *Low Frequency Tapping* (LFT). Karakter penciri yang diamati meliputi parameter produksi lateks (g/p/s), Indeks Penyumbatan (*Plugging Index*/PI), dan Kadar Padatan Total (*Total Solid Content*/TSC).

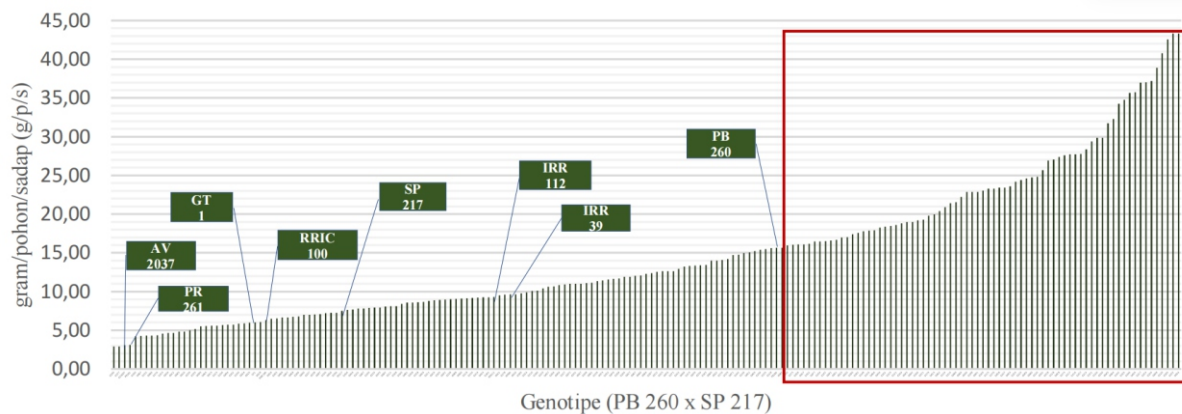
Produksi lateks per penyadapan

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa genotipe berpengaruh sangat nyata terhadap produksi lateks ($F = 18,12$; $P < 0,01$). Hal ini mengindikasikan adanya variabilitas genetik yang sangat luas pada populasi yang diuji. Analisis statistik ini dilakukan secara unbalanced menggunakan nilai Least Square Means (LS means) terhadap 197 genotipe yang tersisa, yang terdiri atas 189 genotipe biparental

hasil persilangan PB 260 × SP 217 dan 8 klon komersial sebagai pembanding.

Pengurangan dari jumlah populasi awal sebanyak 200 genotipe terjadi karena adanya pohon yang tumbang/mati serta pohon tidak mengeluarkan lateks (kering alur sadap). Sebaliknya, faktor jumlah sampel (duplikasi) menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan ($F = 0,21$; $P = 0,65$). Hal ini membuktikan bahwa variasi hasil antar pohon di dalam plot relatif konsisten, sehingga perbedaan performa produksi lateks yang terjadi di lapangan utamanya dikendalikan oleh faktor genetik tanaman. Sedangkan pada ulangan berpengaruh signifikan yang menunjukkan adanya heterogenitas kondisi lingkungan di lokasi penelitian.

Keragaman performa komponen produksi lateks dari 197 genotipe yang dianalisis disajikan pada Gambar 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa genotipe memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap produksi lateks pada sistem penyadapan frekuensi rendah S/2 d7 ET2,5% 2w. Variabilitas hasil yang sangat tinggi, dengan kisaran produksi antara 2,89 hingga 43,35 g karet kering per pohon per sadap mengindikasikan adanya keragaman genetik yang luas dalam populasi biparental hasil persilangan PB 260 × SP 217. Kondisi ini memperlihatkan bahwa populasi tersebut memiliki potensi besar sebagai sumber genotipe unggul yang sesuai untuk sistem penyadapan berintensitas rendah.



Gambar 1. Histogram rerata produksi lateks per penyadapan selama 1 tahun (g/pohon/sadap) pada populasi genotipe biparental yang diuji menggunakan sistem penyadapan frekuensi rendah (S/2 d7 ET 2,5%).

Figure 1. Histogram of the mean latex yield per tapping for 1 year (g/tree/tapping) of a biparental genotype population evaluated under a low-frequency tapping system (S/2 d7 ET 2.5%).

Klon PB 260 menunjukkan hasil produksi tertinggi di antara klon komersial pembanding, sesuai dengan karakternya sebagai klon berdaya hasil tinggi. Namun demikian, ditemukannya sebanyak 74 genotipe (dalam kotak merah pada histogram) yang memiliki hasil lebih tinggi dibandingkan PB 260 mengindikasikan adanya potensi segregasi transgresif pada populasi biparental PB 260 × SP 217. Fenomena ini menunjukkan bahwa genotipe-genotipe baru tersebut memiliki kemampuan adaptasi atau respons awal yang lebih baik dalam penerapan sistem

sadap LFT dibandingkan klon kontrol komersial.

Dari aspek manajemen tenaga kerja, pengurangan frekuensi sadap harian pada sistem LFT ini secara otomatis mereduksi alokasi waktu kerja pekebun di tegakan karet utama. Fleksibilitas waktu yang tercipta menjadi modal penting bagi pekebun untuk mendiversifikasi kegiatannya, seperti mengelola komponen sistem agroforestry lainnya tanpa harus kehilangan momentum pengelolaan komoditas karet sebagai sumber pendapatan utama. Efisiensi ini sekaligus

menjawab tantangan kelangkaan tenaga kerja penyadap dan kebutuhan diversifikasi ekonomi di tingkat petani.

Berdasarkan evaluasi lebih lanjut terhadap parameter penelitian produksi lateks, terdapat 10 genotipe terbaik yang memiliki nilai produksi per pohon per sadap (g/p/s) tertinggi (Tabel 1). Seluruh genotipe

terpilih tersebut menunjukkan performa produksi yang unggul dan melampaui klon pembanding PB 260 yang menjadi klon komersial dengan produksi tertinggi. Klon PB 260 yang digunakan sebagai kontrol mencatat rata-rata produksi sebesar 15,64 g/p/s.

Tabel 1. Perbandingan Produksi (g/p/s) 10 Genotipe Terbaik terhadap Klon Kontrol PB 260

Table 1. Comparison of Yield (g/t/t) of the Top 10 Genotypes Against the Control Clone PB 260

Klon Pembanding	g/p/s	Genotipe	g/p/s	% terhadap PB 260
PB 260	15,64	G054	43,35	277,2
		G232	43,33	277,1
		G185	42,56	272,1
		G229	40,79	260,8
		G048	38,90	248,7
		G254	37,18	237,7
		G253	37,03	236,7
		G217	36,97	236,4
		G035	35,75	228,6
		G246	35,64	227,9

Genotipe G054 menempati peringkat tertinggi dengan produksi individu tanaman mencapai 43,35 g/p/s, diikuti oleh genotipe G232 sebesar 43,33 g/p/s. Kedua genotipe ini masing – masing memberikan peningkatan produksi sebesar 277,2% dan 277,1% dibandingkan dengan klon kontrol. Sedangkan genotipe G246 menempati batas bawah dari kelompok 10 genotipe terbaik yang menghasilkan produksi individu tanaman sebesar 35,64 g/p/s. Persentase capaian genotipe G246 tetap lebih tinggi (227,9%) terhadap klon kontrol PB 260.

Capaian produksi dari kesepuluh genotipe yang lebih tinggi dibandingkan dengan produksi klon kontrol PB 260 mengindikasikan adanya potensi genetik yang menjanjikan pada penerapan penyadapan d7. Meskipun demikian, jika ditinjau secara absolut, nilai gram per pohon per sadap (g/p/s) berkisar antara 3 hingga 15 g/p/s untuk klon kontrol dan mencapai 43,35 g/p/s untuk populasi genetik yang diuji. Nilai produksi ini tergolong rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian Kumourm et al. (2025) bahwa capaian sistem LFT stimulasi pada klon komersial seperti RRIT 251 atau RRIM 600 yang dilaporkan mampu berkisar antara 25 hingga 75 g/p/s pada

sistem d2 atau d3. Bahkan, apabila dikomparasikan secara berimbang dengan studi berbasis weekly tapping (d6 atau d7) pada tanaman komersial dewasa, volume yang diperoleh umumnya dapat melampaui 60 hingga 100 g/p/s sebagai kompensasi dari periode istirahat dan regenerasi lateks yang lebih lama di antara dua waktu penyadapan "(Gohet et al., 2024; Sainoi, Sdoodee, Lacote, Gohet, et al., 2017; Sayurandi & Tistama, 2020).

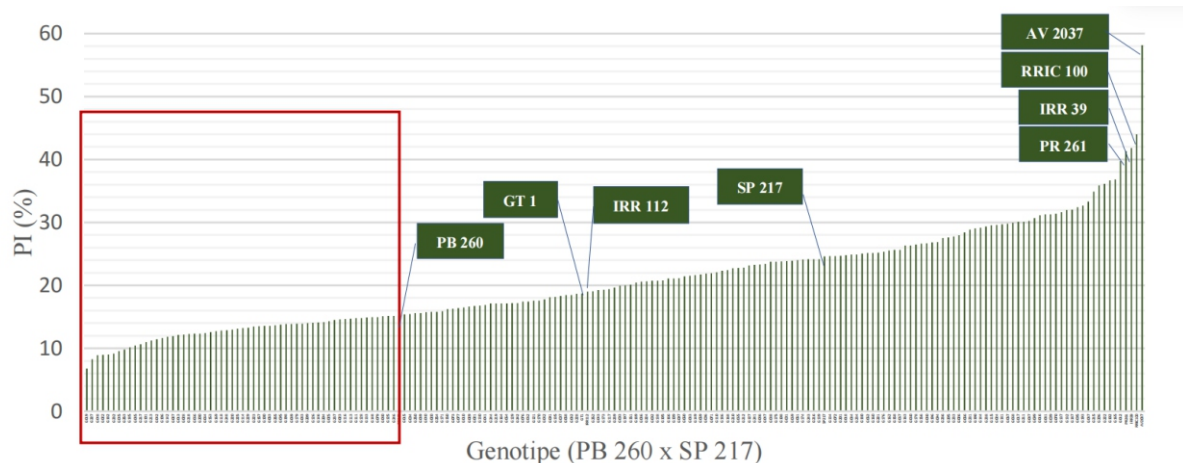
Rendahnya capaian produksi individu tanaman pada populasi yang diuji ini diduga dipengaruhi oleh aspek teknis kedalaman penyadapan (*tapping depth*) yang belum mencapai batas optimal serta pembatasan kapasitas anatomi pembuluh lateks (*laticifer*) pada tahun-tahun awal penyadapan genotipe yang diuji, sejalan dengan hasil penelitian Francis et al. (2022). Akibatnya, nilai hasil yang diperoleh cenderung di bawah kapasitas produksi riil tanaman (*under-estimated*). Cakupan uji performa agronomis, angka produksi absolut sering kali fluktuatif sehingga nilai keunggulan komparatif relatif antar-genotipe menjadi indikator yang lebih valid (Syafaah et al., 2015). Mengingat seluruh populasi genotipe disadap di bawah kondisi

lingkungan makro dan perlakuan agroklimat lokasi penelitian yang homogen, keunggulan performa kesepuluh genotipe terhadap PB 260 mengonfirmasi adanya keragaman genetik yang kuat dan prospektif. Genotipe-genotipe unggul tersebut potensial untuk direkomendasikan dalam tahapan seleksi lanjutan atau program pemuliaan berikutnya guna merakit klon unggul baru berdaya hasil tinggi yang adaptif pada sistem penyadapan frekuensi rendah.

Variabilitas Indeks Penyumbatan

Indeks penyumbatan atau *plugging index* (PI) menunjukkan variabilitas yang tinggi dalam populasi genetik, dengan nilai

berkisar antara 6,79% hingga 58,18%. Variasi ini mencerminkan perbedaan kemampuan fisiologis genotipe dalam mempertahankan aliran lateks setelah penyadapan. Genotipe dengan PI rendah memiliki kecenderungan mempertahankan aliran lateks lebih lama (Purwaningrum et al., 2024), sehingga berpotensi menghasilkan lateks dalam volume lebih tinggi. Pada pengamatan PI klon PB 260 memiliki PI paling rendah dibandingkan klon komersial lain. Namun demikian ditemukan 58 genotipe yang memiliki PI lebih rendah dibandingkan PB 260 dan berpotensi menghasilkan produksi lateks yang lebih tinggi.



Gambar 2. Sebaran nilai *Plugging Index* (PI) pada populasi genotipe biparental PB 260 × SP 217 dan klon komersial pembanding pada sistem sadap S/2 d7 ET 2,5% 2w.

Figure 2. Distribution of Plugging Index (PI) values among biparental genotypes and commercial rubber clones under the S/2 d7 ET 2.5% 2w tapping system.

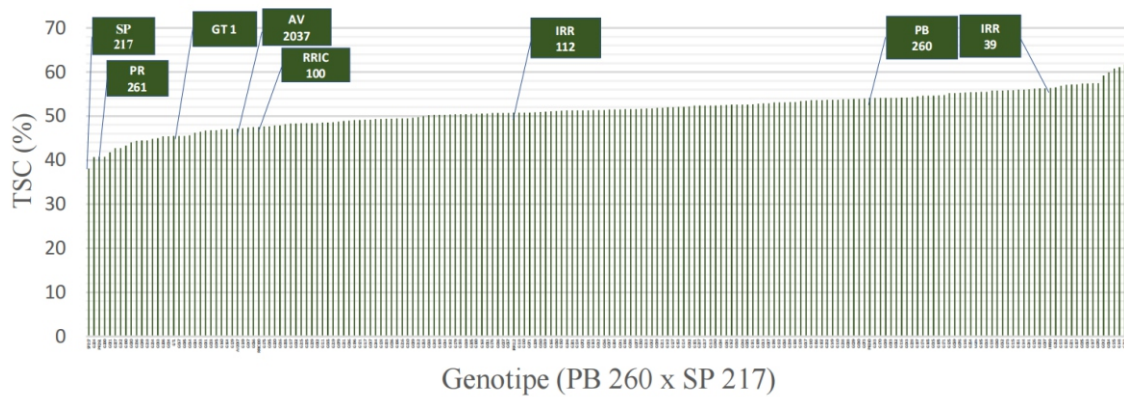
Kadar Padatan Total / Total Solid Content (TSC)

TSC merupakan jumlah padatan yang terkandung dalam lateks yang dinyatakan dengan satuan persentase (%). Hasil penelitian menunjukkan TSC pada genotipe dan klon komersial memiliki variasi yang relatif lebih sempit dibandingkan variabel produksi dan PI, dengan kisaran antara 38,06% hingga 63,70%. Kisaran DRC yang tinggi ini mengindikasikan bahwa kandungan karet dalam lateks cukup bervariasi antar genotipe pada sistem penyadapan S/2 d7 ET2,5% 2w. TSC tidak

selalu berbanding lurus dengan volume produksi lateks, sehingga seleksi klon unggul tetap perlu mempertimbangkan keseimbangan antara kuantitas produksi dan kandungan padatan. Evaluasi TSC secara simultan dengan parameter produksi lainnya menjadi penting untuk memperoleh produktivitas dan efisiensi hasil yang optimal.

Hubungan *Plugging Indeks* terhadap Produksi Lateks

Analisis regresi menunjukkan adanya hubungan negatif yang nyata antara



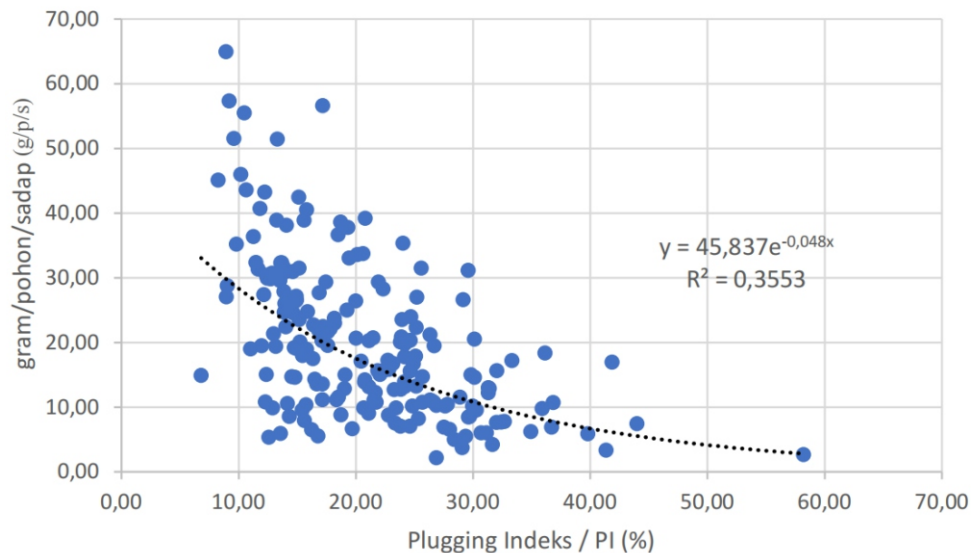
Gambar 3. Distribusi persentase *Total Solid Content* (TSC) pada populasi genotipe biparental PB 260 × SP 217.

Figure 3. Percentage distribution of *Total Solid Content* (TSC) in the PB 260 × SP 217 biparental genotype population.

Plugging Index (PI) dan produksi lateks, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,3553. Hal ini menunjukkan bahwa sekitar 35,53% variasi produksi lateks dapat dijelaskan oleh perbedaan nilai PI, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Hubungan negatif tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah nilai PI, semakin tinggi produksi lateks yang dihasilkan. Kondisi ini sejalan dengan konsep fisiologi lateks bahwa proses penyumbatan pembuluh lateks yang berlangsung lebih lambat akan

memperpanjang durasi aliran lateks setelah penyadapan sehingga volume lateks yang keluar menjadi lebih besar. Sebaliknya, genotipe dengan PI tinggi mengalami penyumbatan aliran lebih cepat sehingga produksi lateks yang dihasilkan cenderung lebih rendah.

Hubungan negatif ini sejalan dengan prinsip dasar fisiologi eksudasi lateks, di mana nilai PI yang tinggi mengindikasikan bahwa laju penyumbatan pembuluh lateks (laticifer) oleh koagulum (inti lutoid dan partikel karet) terjadi lebih cepat setelah penyadapan,



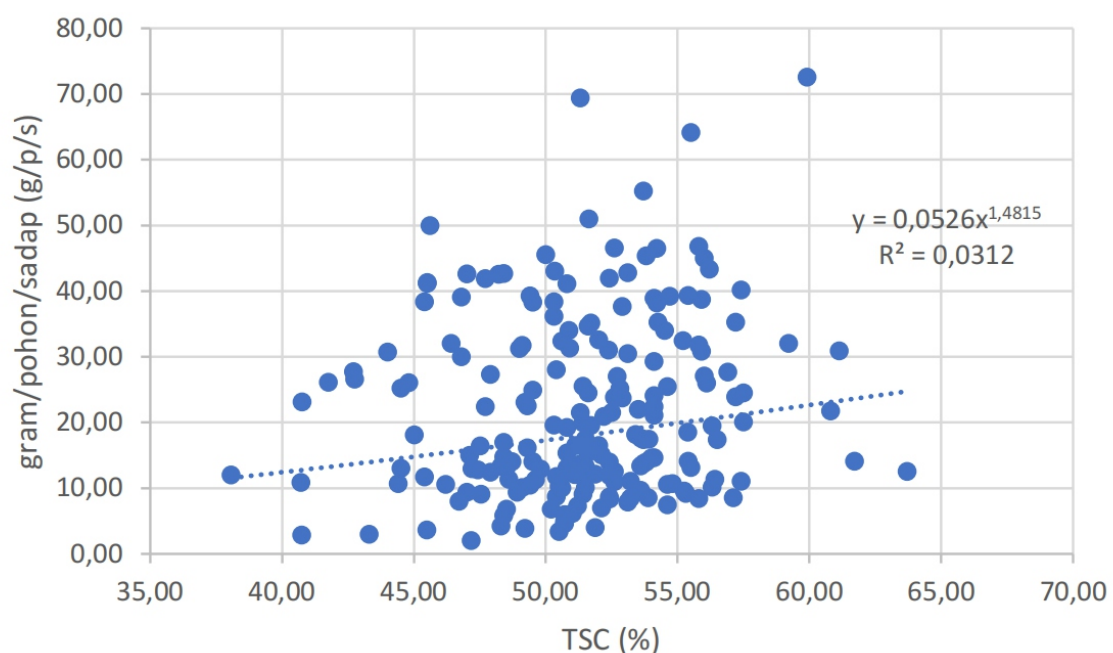
Gambar 4. Regresi Eksponensial antara *Plugging Index* (PI) dengan Produksi Lateks (g/p/s) ($y = 45,837e^{-0,048x}$; $R^2=0,3553$)

Figure 4. Exponential Regression between *Plugging Index* (PI) and Latex Yield (g/t/t) ($y = 45,837e^{-0,048x}$; $R^2=0,3553$)

sehingga mempersingkat durasi aliran lateks dan menurunkan total produksi "(Sainoi, Sdoodee, Lacote, Gohet, et al., 2017; Yeang, 2005). Sebaliknya, nilai PI yang rendah mencerminkan aliran lateks yang berlangsung lebih lama, yang berkontribusi langsung pada peningkatan volume lateks yang dipanen (Sainoi, Sdoodee, Lacote, & Gohet, 2017). Oleh karena itu, PI lebih tepat digunakan sebagai salah satu parameter pendukung dalam seleksi genotipe berpotensi hasil tinggi dari pada sebagai satu-satunya indikator produktivitas lateks (Purwaningrum & Asbur, 2023b).

Hubungan *Total Solid Content* (TSC) dan Produksi Lateks

Analisis regresi menunjukkan bahwa hubungan antara *Total Solid Content* (TSC) dan hasil lateks (Ymean_M9) bersifat positif, namun sangat lemah, yang ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi ($R^2 = 0,0312$). Nilai tersebut mengindikasikan bahwa variasi TSC hanya mampu menjelaskan sekitar 3,12% variasi hasil lateks, sehingga kontribusinya terhadap perbedaan hasil antar genotipe relatif kecil. Dengan demikian, TSC tidak dapat digunakan sebagai prediktor utama untuk menjelaskan



Gambar 5. Regresi Power antara *Total Solid Content* (TSC) dengan Produksi Lateks (g/p/s) ($y=0,0526X^{1,4815}$; $R^2=0,0312$)

Figure 5. Power Regression between *Total Solid Content* (TSC) and Latex Yield (g/t/t) ($y=0,0526X^{1,4815}$; $R^2=0,0312$)

potensi hasil lateks pada genotipe yang dievaluasi.

Rendahnya hubungan antara kedua karakter tersebut menunjukkan bahwa TSC lebih merefleksikan konsentrasi partikel karet dalam lateks daripada jumlah lateks yang dihasilkan. Menurut Junaidi et al. (2022) secara fisiologis, TSC mengindikasikan persentase partikel padat—terutama partikel karet (cis-1,4-polyisoprene) dan komponen non-karet seperti protein dan lipid—yang tersuspensi

dalam sitoplasma sel latisifer. Oleh karena itu, variasi nilai TSC mencerminkan tingkat kepadatan partikel pasca-biosintesis di dalam pembuluh, namun tidak secara linear menentukan volume total lateks yang dapat dieksudasi saat penyesapan.

Hasil lateks tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan padatan, tetapi juga oleh berbagai faktor fisiologis yang mengendalikan proses biosintesis dan aliran lateks, seperti tekanan turgor latisifer, durasi aliran lateks, kecepatan

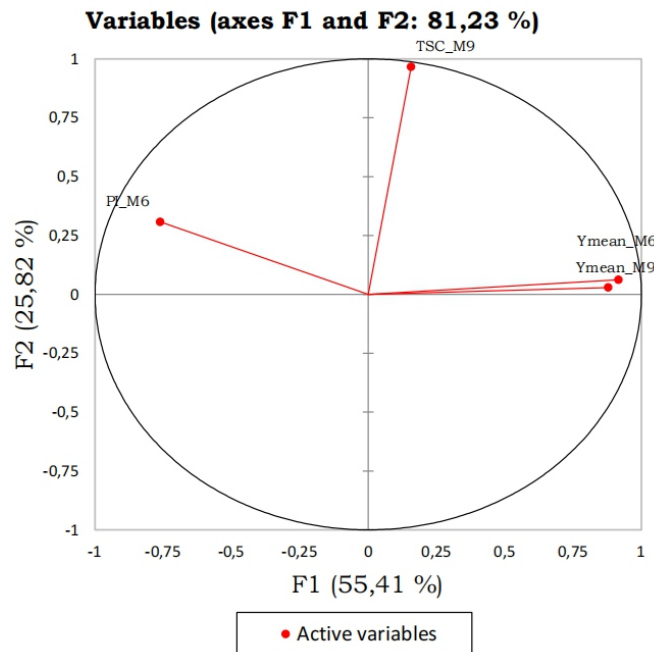
penyumbatan (*plugging*), serta kemampuan regenerasi lateks setelah penyadapan (Purwaningrum & Asbur, 2023a). Oleh karena itu, genotipe dengan nilai TSC tinggi tidak selalu menghasilkan produksi lateks yang tinggi, dan sebaliknya genotipe dengan produksi tinggi dapat memiliki nilai TSC yang sedang. Temuan ini mengindikasikan bahwa keberhasilan produksi pada sistem *Low Frequency Tapping* (LFT) lebih dipengaruhi oleh efisiensi respons fisiologis tanaman terhadap interval penyadapan yang lebih panjang, termasuk kemampuan mempertahankan aliran lateks dan memulihkan cadangan metabolit antar penyadapan. Dengan demikian, TSC lebih berperan sebagai indikator karakteristik

lateks daripada sebagai penentu langsung tingkat produksi.

Principle Component Analysis (PCA) Variabel Produksi Lateks, PI, dan TSC

PCA memberikan gambaran yang jelas mengenai hubungan antar variabel yang diamati. Faktor produksi berkontribusi sangat kuat dan positif terhadap komponen utama pertama (F1). Hal ini menegaskan bahwa hasil produksi lateks merupakan penciri utama yang menjelaskan variasi terbesar dalam populasi genotipe tanaman karet.

Sebaliknya, PI terletak pada sisi berlawanan terhadap hasil pada sumbu F1, yang menegaskan hubungan negatif antara



Gambar 6. *Principal Component Analysis (PCA) antara Indeks penyumbatan (PI), Total Solid Content (TSC), dan Produksi (g/p/s) bulan ke-6 dan ke-9.*

Figure 6. *Principal Component Analysis (PCA) between Plugging Index (PI), Total Solid Content (TSC), and Production (g/t/t) at Months 6 and 9.*

kedua variabel tersebut. Pola ini konsisten dengan hasil analisis korelasi dan regresi, serta mendukung interpretasi fisiologis mengenai peran penyumbatan aliran lateks terhadap produktivitas.

TSC berkontribusi terutama pada komponen utama kedua (F2) dan hampir tegak lurus terhadap vektor produksi lateks dan PI, yang menunjukkan bahwa TSC relatif independen dari kedua variabel

tersebut. Posisi ini menjelaskan bahwa TSC bukan faktor utama penentu hasil dalam sistem penyadapan frekuensi rendah, melainkan karakter fisiologis yang berdiri sendiri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter fisiologis lateks memiliki kontribusi yang berbeda terhadap produksi lateks pada sistem penyadapan S/2 d7 ET 2,5% 2w. Nilai *Plugging Index* (PI) yang

rendah cenderung diikuti oleh produksi yang lebih tinggi karena proses penyumbatan pembuluh lateks berlangsung lebih lambat sehingga durasi aliran lateks menjadi lebih panjang. Hasil penelitian ini sejalan dengan konsep bahwa keberhasilan produksi tidak hanya ditentukan oleh jumlah pembuluh lateks yang aktif, tetapi juga oleh kemampuan tanaman mempertahankan aliran lateks setelah penyadapan. Menurut Jacob et al. (1989), volume total lateks yang diperoleh per pohon per penyadapan merupakan fungsi linier dari laju aliran awal dan durasi atau lamanya aliran lateks berlangsung sebelum terjadinya penyumbatan (*plugging*). Oleh karena itu, PI dapat digunakan sebagai salah satu parameter fisiologis pendukung dalam seleksi genotipe berpotensi hasil tinggi.

Sebaliknya, *Total Solid Content* (TSC) tidak menunjukkan hubungan yang nyata dengan produksi lateks. Kondisi ini mengindikasikan bahwa TSC lebih mencerminkan komposisi lateks dari pada kemampuan tanaman menghasilkan volume lateks. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Putranto et al. (2015) bahwa fluktuasi nilai TSC lebih berperan sebagai indikator homeostasis selular dibandingkan prediktor langsung terhadap kuantitas volume hasil. Perbedaan respons antar genotipe yang diamati dalam penelitian ini juga menunjukkan adanya pengaruh faktor genetik terhadap efisiensi metabolisme dan kemampuan regenerasi lateks setelah penyadapan.

Secara keseluruhan, kombinasi parameter produksi, PI, dan TSC memberikan informasi yang lebih komprehensif dalam mengidentifikasi genotipe karet berpotensi hasil tinggi dibandingkan penggunaan satu parameter secara terpisah. Pendekatan ini diharapkan dapat mendukung program pemuliaan tanaman karet dalam menghasilkan klon unggul yang produktif dan adaptif terhadap sistem penyadapan frekuensi rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian identifikasi genotipe karet berproduksi tinggi pada populasi biparental melalui penyadapan frekuensi rendah ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ada keragaman karakter produksi lateks, *Plugging Index* (PI), dan *Total Solid Content* (TSC) dari semua genotipe hasil persilangan PB 260 × SP 217.
2. *Plugging Index* berkorelasi negatif terhadap produksi lateks ($R^2 = 0,3553$) untuk semua genotipe.
3. TSC tidak menunjukkan hubungan yang nyata terhadap produksi lateks ($R^2 = 0,0312$) untuk semua genotipe.
4. Genotipe G054, G232, G185, G229, G048, G254, G253, G217, G035, dan G246 merupakan sepuluh genotipe dengan produksi lateks tertinggi (35,64–43,35 g/pohon/sadap).

Saran

1. Sepuluh genotipe dengan produksi tertinggi perlu diuji lebih lanjut untuk mengevaluasi stabilitas hasil dan potensi pengembangannya sebagai klon unggul pada sistem penyadapan frekuensi rendah.
2. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengkaji keterkaitan PI dengan parameter fisiologi lateks lainnya guna mendukung pengembangan klon yang adaptif terhadap sistem *Low-Frequency Tapping* (LFT).
3. Dengan frekuensi sadap d7, jumlah hari sadap akan berkurang. Karena keuntungan yang akan diperoleh sangat tergantung dengan harga karet dan jumlah produksi serta biaya produksi maka perlu kajian perbandingan dengan sistem sadap d3 yang memberikan produktivitas yang lebih tinggi, namun biaya penyadapannya lebih tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Eric Gohet (UMR ABSys, CIRAD) atas arahan dan petunjuk teknis beliau dalam perancangan percobaan sistem penyadapan intensitas rendah (*low-intensity tapping system*) pada populasi genetik dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, D. S., Herlinawati, E., & Nugraha, I. S. (2017). Kajian Ekonomi Penundaan Buka Sadap Sebagai Solusi Untuk Menghadapi Harga Karet Rendah. *Warta Perkaretan*, 36(1), 75–82.

- <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v36i1.258>
- Chotiphan, R., Musigamart, N., Suwannalert, S., Chehsoh, J., Lerksamran, T., Lacote, R., & Sajjaphan, K. (2023). Long Term Effect of Low Frequency Tapping Systems Applied to Rubber Tree (*Hevea brasiliensis*), Clone RRIT 251, on Agronomic Performance in Upper Southern Thailand. *Trends in Sciences*, 20(11), 6868. <https://doi.org/10.48048/tis.2023.6868>
- Francis, S. E., Olivier, A. G. J., David, Y. K., Samuel, O., & Justin, K. Y. (2022). Influence of Tapping Depth on Rubber Yield and Tapping Quality in Rubber Tree Plantations in Southeastern Côte d'Ivoire. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 176–189. <https://doi.org/10.9734/jaeri/2022/v23i6509>
- Gohet, E., Soumahoro, M., Kotochi, M., Tonks, C., Serres, T., Cavaloc, E., Groote, P., Madan, N., Stevens, C., Cauchy, T., & Gay, F. (2024, February 19). Rubber Tree Response to Reduced Tapping Frequency in Western Africa: Modeling the Ethephon Stimulation Intensity and the Rubber Production.
- Ikhsan, M., Kilat Adhi, A., & Harianto, H. (2024). Keberlanjutan Perkebunan Karet Rakyat di Provinsi Riau. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 12(2), 259–273. <https://doi.org/10.29244/jai.2024.12.2.259-273>
- Ismawanto, S., Aji, M., Lopez, D., Mournet, P., Gohet, E., Syafaah, A., Bonal, F., Oktavia, F., Taryono, Subandiyah, S., & Montoro, P. (2024). Genetic analysis of agronomic and physiological traits associated with latex yield revealed complex genetic bases in *Hevea brasiliensis*. *Heliyon*, 10(13), e33421. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33421>
- Jacob, J. L., Prevot, J. C., Roussel, D., Lacrotte, R., Serres, E., d'Auzac, J., Eshbach, J. M., & Omont, H. (1989). Yield Limiting Factors, Latex Physiological Parameters, and Latex Diagnosis. In *Physiology of Rubber Tree Latex* (pp. 345–381). CRC Press.
- Junaidi, J., Clément-Vidal, A., Nuringtyas, T. R., Gohet, E., Subandiyah, S., & Montoro, P. (2022). A Meta-Analysis of Latex Physiology Studies Reveals Limited Adoption and Difficulties to Interpret Some Latex Diagnosis Parameters in *Hevea brasiliensis*. *HAYATI Journal of Biosciences*, 30(2), 358–371. <https://doi.org/10.4308/hjb.30.2.358-371>
- Kum-ourm, H., Liengprayoon, S., Onozuka, N., Vaysse, L., Tarachiwin, L., Lacote, R., Chaityut, J., Jantarasunthorn, S., Lerksamram, T., Cakpo, C. B., Gay, F., Ferrer, V., Char, C., Matsuura, A., Sakaguchi-Kitaura, Y., Miyagi-Inoue, Y., & Bottier, C. (2025). Reduction of tapping frequency associated with stimulation of two *Hevea brasiliensis* clones in Thai non-traditional rubber area.1. Effect on production, biochemical composition and particle size of latex. *Industrial Crops and Products*, 235, 121758. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121758>
- Milford, G., Paardekoooper, E., & Ho, C. (1969). Latex Vessel Plugging, Its Importance to Yield and Clonal Behaviour.
- Nugrahani, M. O., Rouf, A., Aji, Y. B. S., Widyasari, T., & Rinojati, N. D. (2017). Kombinasi Sistem Sadap Frekuensi Rendah Dan Penggunaan Stimulan Untuk Optimasi Produksi Dan Penurunan Biaya Penyadapan Di Panel Bo. *Jurnal Penelitian Karet*, 1(1). <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v1i1.350>
- Nurzakiah, S. N., Rifin, A., & Nurmalina, R. (2024). Posisi Pasar Karet Indonesia Di Pasar Internasional. *Forum Agribisnis*, 14(2), 166–175. <https://doi.org/10.29244/fagb.14.2.166-175>
- Permadi, R., Yusuf, A. M., Trijayadi, M. A., & Mulya, O. (2025). Inovasi Dalam Penggunaan Material Rubber: Meningkatkan Efisiensi Dan Keberlanjutan Dalam Industri Modern. 2(3).
- Purwaningrum, Y., & Asbur, Y. (2023a). Latex Production of Rubber Plants

- Based On The Physiological Aspects. 1(1), 31–34.
- Purwaningrum, Y., & Asbur, Y. (2023b). Produksi Karet Dan Kondisi Fisiologis Lateks Klon Gt 1 Pada Berbagai Umur Daun Dan Curah Hujan. *Jurnal Penelitian Karet*, 93–102. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v41i2.833>
- Purwaningrum, Y., Asbur, Y., & Wibowo, M. I. (2024). Increased the Productivity of Pb 260 Clone Rubber Plants Through Stimulant Concentration and Tapping Interval in Afternoon Tapping Time.
- Putranto, R.-A., Herlinawati, E., Rio, M., Leclercq, J., Piyatrakul, P., Gohet, E., Sanier, C., Oktavia, F., Pirrello, J., Kuswanhadi, & Montoro, P. (2015). Involvement of Ethylene in the Latex Metabolism and Tapping Panel Dryness of *Hevea brasiliensis*. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(8), 17885–17908. <https://doi.org/10.3390/ijms160817885>
- Rouf, A., Nugrahani, M. O., Aji, Y. B. S., Wibowo, S. A., Widyasari, T., & Tistama, R. (2024). Manajemen Penjadapan Tanaman Karet Untuk Mengatasi Kelangkaan Tenaga Penjadap. *Warta Perkaretan*, 42(1), 11–24. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v42i1.914>
- Sainoi, T., Sdoodee, S., Lacote, R., & Gohet, E. (2017). Low frequency tapping systems applied to young-tapped trees of *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss.) Müll. Arg. In *Southern Thailand. Agriculture and Natural Resources*, 51(4), 268–272. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2017.03.001>
- Sainoi, T., Sdoodee, S., Lacote, R., Gohet, E., & Chantuma, P. (2017). Stimulation affecting latex physiology and yield under low frequency tapping of rubber (*Hevea brasiliensis*) clone RRIM 600 in southern Thailand. *Australian Journal of Crop Science*, 11(2), 220–227. (informit.821787008131588).
- Sayurandi, & Tistama, R. (2020). Evaluasi Kinerja Klon Karet Unggul Dengan Penerapan Sistem Sadap Intensitas Rendah. *Warta Perkaretan*, 39 (1), 15–26.
- Soumahin, E. F., Obouayeba, S., Dick, K. E., & Dogbo, D. O. (2010). Low intensity tapping systems applied to clone PR 107 of *Hevea brasiliensis* (Muell. Arg.): Results of 21 years of exploitation in South-eastern Côte d'Ivoire.
- Suherman, C., Dewi, I. R., & Wulansari, R. (2020). Pengaruh Metode Aplikasi Dan Dosis Stimulan Cair Terhadap Produksi Lateks Pada Tanaman Karet Klon PR 300 Umur 25 Tahun. *Kultivasi*, 19(1), 1023. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i1.23586>
- Syafaah, A., Ismawanto, S., & Herlinawati, E. (2015). Keragaman Sifat Pertumbuhan, Fisiologi, Dan Daya Hasil Progeni Karet (*Hevea Brasiliensis* Muell., Arg.) Hasil Persilangan Antara Klon PB 260 Dan RRIC 100. 33(2), 121–130.
- Syarifa, L. F., Agustina, D. S., Alamsyah, A., Nugraha, I. S., & Asywadi, H. (2023). Outlook Komoditas Karet Alam Indonesia 2023. *Jurnal Penelitian Karet*, 47–58. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v41i1.841>
- Tistama, R. (2024). Apakah Industri Karet Alam Di Indonesia Dapat Berkelanjutan?: Sebuah Ulasan. *Warta Perkaretan*.
- Vijayakumar, K. R., Gohet, E., Thomas, K. U., Xiaodi, W., Rodrigo, L., Kimthanh, D., Sopchoke, P., Karunaichamyand, K., & Said, M. A. (2009). Revised International Notation for Latex Harvest Technology.
- Wang, L., Huang, C., Li, T., Cao, J., Zheng, Y., & Huang, J. (2023). An Optimization Study on a Novel Mechanical Rubber Tree Tapping Mechanism and Technology. *Forests*, 14(12), 2421. <https://doi.org/10.3390/f14122421>
- Yeang, H. Y. (2005). The Kinetics of Latex Flow from the Rubber Tree in Relation to Latex Vessel Plugging and Turgor Pressure. 8(3), 160–168.

