Warta Perkaretan 2026, 45 (1), 93 - 108

PROSPEK PENGEMBANGAN INDUSTRI KARET GELANG BERBASIS LATEKS DADIH DI TINGKAT PERKEBUNAN RAKYAT : SEBUAH TINJAUAN KOMPREHENSIF

Prospects for the Development of Rubber Band Industry Based on Creamed Latex at the Smallholder Plantation Level: A Comprehensive Review

Hafis Pratama Rendra Graha[1] dan Afrizal Vachlepi[2]

[1]Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha No. 10 Kota Bandung, Jawa Barat 40132
[2]Pusat Penelitian Karet. Jalan Raya Palembang-Pangkalan Balai Km.29 Desa Lalang Sembawa, Banyuasin, Sumatera Selatan, Indonesia, 30953
Email:a.vachlepi@puslitkaret.co.id

Diterima 24 Februari 2026 / Direvisi 27 April 2026 / Disetujui 17 Juni 2026

Abstrak

Karet alam merupakan komoditas strategis di Indonesia yang sebagian besar dihasilkan oleh perkebunan rakyat, namun umumnya masih dijual dalam bentuk mentah dengan nilai tambah rendah. Oleh karena itu, diperlukan diversifikasi produk, salah satunya melalui pengembangan karet gelang yang memiliki prospek pasar baik karena penggunaannya luas dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, proses pembuatannya relatif sederhana dan dapat memanfaatkan bahan baku lateks dadih, sehingga berpotensi menjadi alternatif hilirisasi yang sesuai untuk skala perkebunan rakyat. Makalah ini bertujuan untuk mengkaji prospek pengembangan industri karet gelang pada tingkat perkebunan karet rakyat secara komprehensif dengan menitikberatkan pada aspek teknologi produksi, mulai dari penyiapan bahan baku hingga proses pembuatan dalam skala usaha kecil. Hasil kajian menunjukkan bahwa industri karet gelang berbasis lateks dadih memiliki prospek untuk dikembangkan pada skala perkebunan rakyat, terutama sebagai upaya peningkatan nilai tambah komoditas karet yang selama ini didominasi oleh penjualan bahan mentah. Tahapan proses produksi meliputi pencampuran dan pengadukan lateks dadih dengan bahan aditif, pencetakan, pengeringan melalui proses vulkanisasi, pemotongan, hingga pengemasan. Secara teknis, rangkaian proses ini relatif sederhana dan dapat diadaptasi pada skala kecil–menengah dengan kebutuhan teknologi yang tidak terlalu kompleks. Dari sisi implementasi, pengembangan dalam bentuk *pilot project* di Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan menunjukkan indikasi awal yang positif dengan kapasitas awal bisa mencapai 1 ton per bulan. Secara analitis, pengembangan industri ini memiliki keunggulan komparatif pada aspek ketersediaan bahan baku lokal dan biaya tenaga kerja yang relatif rendah. Akan tetapi, keunggulan tersebut perlu diimbangi dengan peningkatan efisiensi proses dan skala produksi agar tercapai keekonomian usaha. Dengan biaya produksi sekitar Rp.35.000,- harga jual karet gelang bisa mencapai Rp.75.000,- per kg. Produk karet gelang mempunyai sifat elastisitas yang baik mencapai 325-450%.

Kata kunci: lateks, karet gelang, pendadihan, perkebunan rakyat, elastis

Abstract

Natural rubber remains a strategic commodity in Indonesia, predominantly produced by smallholder plantations; however, it is generally sold in raw form with relatively low added value. Therefore, product

diversification is needed, one of which is the development of rubber bands, which have strong market prospects due to their widespread use in daily life. In addition, the production process is relatively simple and can utilize coagulated latex as a raw material, making it a suitable downstreaming alternative for smallholder plantations. This paper aims to comprehensively assess the prospects for developing a rubber band industry at the smallholder plantation level, with a focus on production technology aspects, from raw material preparation to small-scale manufacturing processes. The results indicate that a rubber band industry based on coagulated latex has strong potential for development at the smallholder level, particularly as an effort to increase the added value of rubber commodities that are currently dominated by raw material sales. The production stages include mixing and compounding coagulated latex with additives, molding, drying through vulcanization, cutting, and packaging. Technically, this process chain is relatively simple and can be adapted to small- to medium-scale operations with modest technological requirements. From an implementation perspective, a pilot project in Musi Banyuasin Regency, South Sumatra Province, has shown promising initial results, with a production capacity reaching up to 1 ton per month. Analytically, this industry offers comparative advantages in terms of local raw material availability and relatively low labor costs; however, these advantages must be supported by improvements in process efficiency and production scale to achieve economic feasibility. With production costs of approximately Rp 35,000 per kg, the selling price can reach around Rp 75,000 per kg. The resulting rubber bands exhibit good elasticity, ranging from 325–450%.

Keywords: latex, rubber band, creaming, smallholder plantation, elasticity

Pendahuluan

Karet alam merupakan salah satu komoditas strategis bagi perekonomian Indonesia. Sebagai negara produsen karet alam terbesar kedua di dunia, Indonesia memperoleh devisa sekitar 3 miliar USD dari ekspor karet alam (Kementerian Pertanian, 2025). Kontribusi devisa tersebut didominasi oleh ekspor produk utama berupa karet remah atau *Standard Indonesian Rubber* (SIR), khususnya SIR 20, yang mencapai sekitar 90% dari total volume ekspor karet Indonesia (BPS, 2024). SIR 20 merupakan jenis karet remah dengan standar mutu terendah dalam klasifikasi produk SIR (Badan Standardisasi Nasional, 2017). Dominasi ekspor produk dengan nilai tambah rendah ini menyebabkan tingginya ketergantungan perkebunan karet Indonesia terhadap pasar global (Prasada & Dhamira, 2021). Kondisi tersebut berdampak pada lemahnya posisi tawar Indonesia dalam penentuan harga karet alam dunia, sehingga fluktuasi harga internasional secara langsung memengaruhi pendapatan petani dan keberlanjutan usaha perkebunan karet nasional.

Upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap ekspor karet alam dapat dilakukan melalui hilirisasi dan peningkatan konsumsi dalam negeri (Perdana, 2020), salah satunya dengan menumbuhkan dan mengembangkan industri barang jadi berbasis karet alam. Salah satu produk yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan adalah karet gelang. Hasil survei menunjukkan bahwa permintaan karet gelang di 4 (empat) pasar yang ada di Kabupaten Musi Banyuasin mencapai 109 pack atau setara dengan 54,3 kg per bulan. Produk ini digunakan secara luas dalam kehidupan sehari-hari, sehingga memiliki tingkat permintaan yang relatif stabil dan berkelanjutan (Agustina *et al.*, 2023). Dengan demikian, setiap pasar diperkirakan membutuhkan karet gelang minimal 13 kg per bulan. Jika diasumsikan bahwa setiap kabupaten/kota memiliki 20 pasar, maka total permintaan karet gelang di tingkat kabupaten/kota dapat mencapai sekitar 260 kg per bulan. Lebih lanjut, dengan jumlah 17 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Selatan, potensi permintaan karet gelang diperkirakan mencapai sekitar 4,4 ton per bulan. Angka ini menunjukkan bahwa potensi pasar karet gelang cukup besar, dan akan semakin signifikan apabila memperhitungkan kebutuhan di kabupaten/kota lainnya di seluruh Indonesia.

Proses produksi karet gelang dapat dilakukan dengan teknologi, metode, dan peralatan yang relatif sederhana, sehingga memungkinkan untuk dikembangkan pada skala kecil, termasuk di tingkat perkebunan karet rakyat. Kondisi ini menjadikan industri karet gelang sebagai alternatif strategis dalam meningkatkan nilai tambah karet alam dan memperkuat perekonomian domestik. Dengan keunggulan ini, industri karet gelang dapat dikembangkan dalam skala kecil seperti di tingkat perkebunan rakyat (Agustina *et al.,* 2025).

Perkebunan karet rakyat menjadi tulang punggung bagi industri karet alam Indonesia dengan luas kepemilikan mencapai 91,7% dari total luas perkebunan karet alam (BPS, 2024). Pengembangan hilirisasi industri karet alam di perkebunan rakyat memiliki keunggulan utama antara lain bahan baku melimpah, tenaga kerja lokal murah, dan potensi nilai tambah melalui pengolahan sederhana. Petani karet berpeluang meningkatkan pendapatan dengan beralih dari memproduksi karet mentah ke produk jadi, sekaligus efisiensi usaha tani. Secara nasional, ini juga akan dorong peningkatan pengetahuan, diversifikasi produk berkelanjutan, dan penyerapan oleh industri lokal yang ujungnya akan memperkuat ketahanan ekonomi dan kontribusi PDB sektor karet(Erni, 2013).

Penelitian atau kajian yang membahas terkait pengembangan industri karet gelang skala kecil (perkebunan rakyat) ditinjau dari sisi teknologi proses masih sangat terbatas. Penelitian yang ditemukan terutama terkait aplikasi karet gelang untuk berbagai kebutuhan seperti perkembangan sosial (Marethi *et al.,* 2023) dan pembelajaran (Yulianti & Heryanto, 2025). Makalah ini bertujuan untuk mengkaji prospek pengembangan industri karet gelang pada tingkat perkebunan karet rakyat dengan menitikberatkan pada aspek teknologi, mulai dari penyiapan bahan baku hingga proses pembuatan karet gelang dalam skala usaha kecil.

Kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai potensi pemanfaatan bahan baku karet rakyat sebagai produk bernilai tambah melalui penerapan teknologi yang sesuai dan terjangkau. Selain itu, makalah ini juga mengulas strategi pengembangan usaha serta berbagai tantangan yang dihadapi dalam menjalankan industri karet gelang di tingkat perkebunan rakyat, baik dari sisi teknis, ekonomi, maupun manajerial. Pembahasan ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi pelaku usaha, peneliti, dan pemangku kepentingan dalam merumuskan langkah-langkah pengembangan industri karet gelang yang berkelanjutan dan berdaya saing.

Kondisi Perkebunan Karet Indonesia

Perkebunan karet merupakan salah satu subsektor strategis dalam pembangunan pertanian dan perekonomian Indonesia. Komoditas ini berperan penting sebagai sumber devisa negara, penyedia lapangan kerja, serta penopang pendapatan masyarakat pedesaan. Indonesia tercatat sebagai salah satu produsen karet alam terbesar di dunia dengan kontribusi yang signifikan terhadap pasokan global (Amiruddin *et al.,* 2022; Harahap & Segoro, 2018). Total produksi karet alam di Indonesia berdasarkan provinsi penghasil karet alam tahun 2023-2024 disajikan pada Tabel 1. Namun demikian, besarnya peran tersebut belum sepenuhnya tercermin pada tingkat kesejahteraan petani karet, khususnya di sektor perkebunan rakyat, yang masih menghadapi berbagai permasalahan mendasar.

Struktur perkebunan karet nasional didominasi oleh perkebunan rakyat yang menguasai lebih dari 80% total luas areal karet Indonesia. Pengelolaan perkebunan rakyat umumnya masih bersifat tradisional dengan tingkat adopsi teknologi yang relatif rendah. Keterbatasan modal, akses terhadap sarana produksi, serta rendahnya kapasitas teknis petani menyebabkan kegiatan pemeliharaan tanaman, seperti pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, serta peremajaan tanaman, belum dilakukan secara optimal. Kondisi ini berdampak pada rendahnya produktivitas dan kualitas hasil karet yang dihasilkan.

Tabel 1. Total produksi karet alam di Indonesia berdasarkan provinsi tahun 2023-2024

Provinsi	Produksi (dalam ton)		Persentase 2024 (%)
	2023	2024	
Sumatera Selatan	639.303	648.179	28,65
Sumatera Utara	269.201	266.926	11,80
Jambi	234.047	235.936	10,43
Riau	189.500	191.327	8,46
Kalimantan Barat	165.648	166.968	7,38
Kalimantan Selatan	132.766	133.972	5,92
Kalimantan Tengah	115.294	117.154	5,18
Sumatera Barat	108.415	110,842	4,90
Lampung	88.924	90.609	4,01
Bengkulu	71.571	71.854	3,18
Lainnya	226.067	228.321	10,09
Total Indonesia	2.240.826	2.262.088	100,00

Sumber : (Kementerian Pertanian, 2024)

Rendahnya tingkat perawatan kebun tersebut berimplikasi langsung terhadap mutu bahan baku karet rakyat. Bahan olah karet yang dihasilkan sering kali memiliki kualitas yang tidak seragam dan cenderung rendah, sehingga hanya dapat diserap oleh industri pengolahan untuk menghasilkan produk bermutu rendah dengan harga jual yang relatif murah. Situasi ini semakin memperlemah posisi tawar petani dalam rantai nilai industri karet dan memperbesar ketergantungan mereka terhadap fluktuasi harga karet alam di pasar internasional.

Di sisi lain, pengembangan perkebunan karet Indonesia hingga saat ini masih didominasi oleh orientasi ekspor bahan baku atau produk setengah jadi dengan nilai tambah yang rendah. Ketergantungan yang tinggi terhadap pasar global menyebabkan harga karet domestik sangat dipengaruhi oleh dinamika pasar dunia (Harahap & Segoro, 2018), sehingga petani tidak memiliki kendali terhadap penentuan harga. Minimnya diversifikasi produk dan keterbatasan pengembangan industri hilir berbasis karet alam di dalam negeri menjadi tantangan utama dalam meningkatkan nilai ekonomi komoditas karet nasional.

Dalam konteks tersebut, peningkatan nilai tambah karet rakyat menjadi kebutuhan yang mendesak. Pengolahan karet alam menjadi produk jadi atau setengah jadi dapat menjadi alternatif strategis (Marsantia *et al.,* 2014). Pengembangan industri pengolahan karet skala kecil di tingkat perkebunan rakyat berpotensi memanfaatkan bahan baku bermutu rendah secara lebih produktif, meningkatkan pendapatan petani, serta mengurangi ketergantungan terhadap ekspor bahan mentah. Selain itu, peningkatan nilai tambah diharapkan dapat memberikan insentif ekonomi yang mendorong petani untuk secara bertahap memperbaiki perawatan kebun dan kualitas produksi, sehingga mendukung keberlanjutan subsektor perkebunan karet Indonesia.

Teknologi Pengolahan Lateks Pekat

Lateks pekat merupakan lateks karet alam yang sudah diolah lebih lanjut sehingga kadar karet kering karetnya meningkat dari awalnya sekitar 25-35% (Vachlepi *et al.,* 2026) menjadi 60-64% (Delvitasari *et al.,* 2024; Maryanti & Delvitasari, 2021) dan menghasilkan produksi samping berupa lateks skim (Jirasitthanit & Danwanichakul, 2023; Kaesaman *et al.,* 2024). Metode pembuatan lateks pekat terdiri dari pemusingan (*centrifuge*), pendadihan (*creaming*), penguapan (*evaporation*) dan dekantasi listrik (*electro decantation*). Dari keempat metode ini, metode pemusingan dan

pendadihan yang paling umum digunakan (Prastanto *et al.,* 2014).

Sebelum diolah menjadi lateks pekat, lateks karet segar yang diperoleh dari kebun terlebih dahulu harus diawetkan. Prinsip utama pengawetan lateks adalah mencegah dan menekan pertumbuhan mikrobia sehingga partikel-partikel karet yang dilapisi protein dan lipid dapat terdispersi dengan baik di dalam serum dengan suatu sistem koloid yang mantap (Ompusunggu, 1987). Upaya yang dapat dilakukan untuk pengawetan lateks kebun agar dapat diolah menjadi beberapa jenis mutu karet ekspor adalah dengan pemberian bahan pengawet kimia (antikoagulan).

Jenis dan dosis bahan kimia untuk pengawet lateks kebun harus tepat dan disesuaikan dengan jenis mutu karet ekspor yang akan dihasilkan. Waktu pemberian bahan kimia pengawet ke dalam bahan olah lateks harus diusahakan sedini mungkin terutama pada keadaan cuaca mendung atau musim hujan. Pencemaran lateks oleh air hujan akan mempercepat terjadinya prakoagulasi partikel karet hingga terjadi pembuburan. Pemberian bahan kimia pengawet ke dalam bahan olah lateks yang telah mengalami pembuburan tidak dapat berfungsi dengan baik, dan mutu lateks tersebut akan tetap rendah (Balai Penelitian Sembawa, 2014; Prastanto, 2018). Bahan kimia yang umum digunakan untuk pengawetan lateks adalah amonia (Mathew *et al.,* 2017), baik berupa gas maupun larutan, karena harganya murah, mudah didapat, dan cukup efektif.

Lateks yang akan diolah menjadi lateks pekat diawetkan dengan amonia dosis tinggi (0,45-1,50 % b/b) karena harus tetap dalam bentuk cairan yang mantap. Berdasarkan kandungan amonianya, produk lateks pekat dibedakan menjadi dua jenis yaitu lateks pekat amonia tinggi dan amonia rendah (Tabel 2). Lateks pekat dapat menjadi salah satu alternatif bahan baku untuk pembuatan produk karet gelang.

Tabel 2. Jenis dan Dosis Pemberian Amonia Berdasarkan Jenis Mutu Lateks Pekat yang dihasilkan.

Jenis Lateks Pekat	Jenis dan Dosis Pemberian Amonia*)
Lateks pekat pusingan jenis amonia tinggi	Amonia gas, dosis 0,60-0,70 % b/b
Lateks pekat pusingan jenis amonia rendah	Amonia gas, dosis 0,45-0,55 % b/b
Lateks dadih jenis amonia tinggi	Amonia gas, dosis 1,00-1,50 % b/b
Lateks dadih jenis amonia rendah	Amonia gas, dosis 0,75-1,00 % b/b

*) b/b : berat per berat
Sumber : Ompusunggu (1987)

Produksi Lateks Pekat Menggunakan Metode Pendadihan

Metode pengolahan lateks pekat yang dapat diterapkan pada tingkat petani atau perkebunan rakyat adalah metode pendadihan (Nurhayati & Andayani, 2015). Pengolahan lateks pekat dengan pendadihan dilakukan melalui beberapa tahap yaitu penerimaan dan penyaringan lateks kebun, pembuatan larutan pendadih, pendadihan, dan pemanenan. Dalam proses pendadihan, lateks kebun perlu ditambahkan bahan aditif terdiri dari bahan anti koagulan berupa amonia, bahan pemantap seperti amonium laurat, dan bahan pendadih seperti karboksil metil selulosa (carboxy methyl cellulosa/CMC) (Prastanto *et al.,* 2014; Yasinta *et al.,* 2019), hydroxyl ethyl cellulose (Yumae *et al.,* 2010), dan sodium alginat (Nurhayati & Andayani, 2015; Suksup *et al.,* 2017). Adapun dosis setiap bahan aditif yang digunakan yaitu larutan amonia 20 % sebanyak 35 ml per liter lateks, bahan pendadih berupa larutan amonium alginat 2 % sebanyak

50 ml per liter lateks, bahan pendadih berupa 50 ml larutan karboksil metil selulose 2 % per liter lateks, bahan pemantap berupa 2,5 ml larutan amonium laurat 20 % per liter lateks. Campuran lateks kebun dan bahan aditif diaduk dan disimpan ke dalam tangki pendadihan. Proses pemisahan lateks dadih dengan serumnya berlangsung selama 15-21 hari(Balai Penelitian Sembawa, 2014).

Parameter penentuan mutu lateks pekat terdiri atas kadar jumlah padatan (%), kadar karet kering (%), kadar non karet (%), alkalinitas (%), bilangan KOH (%), uji kestabilan mekanis (detik), dan bilangan asam lemak eteris. Keuntungan yang akan diperoleh dengan membuat lateks pekat antara lain mutu seragam dan lebih konsisten, KKK meningkat menjadi 60-64 %, ongkos angkut menjadi lebih efisien, dan dapat dijual langsung kepada industri barang jadi.Sedangkan kendala yang mungkin dihadapi untuk menghasilkan lateks pekat antara lain diperlukan modal investasi untuk membeli peralatan, kurang terjaminnya ketersediaan bahan-bahan kimia seperti amonia, bahan pendadih, dan amonium laurat, serta diperlukan ketelitian dan kecermatan dalam proses pengolahan (Balai Penelitian Sembawa, 2014).

Teknologi pengolahan lateks pekat dengan teknik pendadihan mempunyai keunggulan antara lain peralatan yang digunakan sederhana hanya berupa mesin pengaduk dan tangki/drum pendadihan, kebutuhan tenaga kerja sedikit, konsumsi tenaga listrik rendah dan kebutuhan ruang pengolahan kecil. Penggunaan lateks dadih sebagai bahan baku karet gelang dapat meningkatkan efisiensi pengolahan, dimana dengan menggunakan lateks dadih, sudah tidak diperlukan proses sentrifugasi yang memerlukan energi listrik tinggi. Selain itu, dengan lateks dadih, alur proses pengolahan dapat diintegrasikan di tingkat perkebunan rakyat, mulai pengumpulan lateks kebun, pengolahan lateks dadih sampai produksi karet gelang.

Karet Gelang

Karet gelang merupakan salah satu produk olahan karet alam paling sederhana sekaligus paling luas pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari (Davuluri & Ravipati, 2022; Liu & Hill, 2020). Secara teknis, karet gelang didefinisikan sebagai cincin elastis berbentuk tipis yang diproduksi dari lateks karet alam *Hevea brasiliensis* melalui proses vulkanisasi. Proses pembuatannya dilakukan dengan mencelupkan lateks ke dalam cetakan silinder berputar, kemudian dikeringkan dan divulkanisasi untuk meningkatkan kekuatan serta elastisitasnya. Produk ini umumnya memiliki ketebalan sekitar 1–2 mm dengan diameter standar 6–8 cm. Sifat utama karet gelang meliputi elastisitas tinggi, ketahanan terhadap air, dan fleksibilitas yang baik. Sejak mulai diproduksi secara massal pada abad ke-19, karet gelang berkembang menjadi komoditas industri penting, terutama di negara-negara produsen karet alam seperti Indonesia, Thailand, dan Malaysia.

Dari sisi pemanfaatan, karet gelang memiliki fungsi yang sangat beragam, mencakup kebutuhan rumah tangga hingga aplikasi industri dan medis. Dalam rumah tangga, karet gelang lazim digunakan untuk mengikat rambut, mengamankan kantong plastik, menutup botol, atau sebagai pengikat sementara berbagai barang kecil. Pada sektor industri, karet gelang dimanfaatkan sebagai pengikat kabel listrik, penanda pada alat musik, serta komponen pendukung pada peralatan olahraga, seperti pita *resistance band*. Di bidang kesehatan, karet gelang steril digunakan sebagai *tourniquet* pada prosedur pengambilan darah, sementara dalam sektor pertanian berfungsi untuk mengikat tanaman, cabang, atau buah. Kombinasi antara kepraktisan, fleksibilitas, dan harga yang relatif murah menjadikan karet gelang sebagai alat bantu yang hampir tidak tergantikan di berbagai sektor.

Jenis karet gelang dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan baku, ukuran, dan tampilan visual. Berdasarkan bahan, dikenal karet gelang berbahan lateks alami, karet gelang non-lateks untuk menghindari risiko alergi, serta karet gelang sintetis berbahan silikon atau poliuretan yang menawarkan daya tahan lebih tinggi. Berdasarkan ukuran, karet gelang dibedakan menjadi ukuran mini (umumnya untuk rambut atau benda kecil), ukuran standar, dan ukuran jumbo untuk pengikatan beban yang lebih besar. Sementara itu, variasi warna digunakan tidak hanya untuk tujuan estetika, tetapi juga sebagai sistem pengkodean ukuran atau fungsi. Di Indonesia, produk karet gelang lokal umumnya diklasifikasikan ke dalam grade A, yang memiliki elastisitas tinggi dan permukaan mulus, serta grade B, yang memiliki cacat minor namun ditawarkan dengan harga lebih ekonomis.

Dari perspektif ekonomi dan keberlanjutan, prospek industri karet gelang dinilai sangat menjanjikan. Pasar global diperkirakan menyerap miliaran unit karet gelang setiap tahunnya. Sebagai produsen karet alam terbesar kedua di dunia, Indonesia memiliki peluang besar dalam pengembangan industri hilir karet, termasuk karet gelang. Ekspor ke pasar Eropa dan Amerika Serikat menunjukkan tren pertumbuhan sekitar 5–7% per tahun, didorong oleh meningkatnya permintaan terhadap produk berbasis bahan alami dan ramah lingkungan. Inovasi seperti karet gelang biodegradable dan pemanfaatan karet daur ulang semakin memperkuat posisi produk ini sebagai komoditas masa depan yang berkelanjutan.

Teknologi Pengolahan Karet Gelang Berbasis Lateks Dadih

Proses pembuatan karet gelang merupakan rangkaian kegiatan pengolahan lateks karet alam menjadi produk elastis yang memiliki kekuatan tarik dan daya regang tinggi. Secara umum, proses ini melibatkan beberapa tahapan utama yang dimulai dari persiapan bahan baku hingga tahap finishing dan pengemasan. Adapun diagram alir skematik pembuatan karet gelang menggunakan bahan baku berupa lateks dadih dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir skematik pengolahan karet gelang

Tabel 2. Dosis bahan aditif untuk pembuatan kompon lateks

Bahan	phr*)	Fungsi
Lateks dadih	100,00	Elastomer
KOH 10%	0,50	Penstabil pH
ZnO 50%	2,50	Aktivator
ZDEC 50%	0,25	Bahan Pencepat
ZMBT 50%	0,25	Bahan Pencepat
Ionol 50%	0,80	Anti oksidan
Belerang 50%	0,75	Bahan pemvulkanisasi

*phr : *parts per hundred rubber* (bagian per seratus karet)

Tahap pertama adalah persiapan bahan baku. Bahan utama dalam pembuatan karet gelang adalah lateks karet alam yang diperoleh dari penyadapan pohon karet (*Hevea brasiliensis*) dan sudah diproses lebih lanjut menjadi lateks dadih. Lateks dadih terlebih dahulu disaring untuk menghilangkan kemungkinan adanya kontaminasi pada saat pembuatan lateks dadih. Setelah itu, lateks dadih dicampur dengan berbagai bahan kimia pendukung, seperti bahan vulkanisasi (belerang), akselerator, antioksidan, serta zat pewarna jika diperlukan. Proses pencampuran dilakukan secara homogen untuk memastikan kualitas produk yang seragam. Campuran dari lateks dadih dan bahan aditif disebut dengan kompon lateks (Mathew *et al.,* 2017; Omar *et al.,* 2025). Contoh dosis bahan aditif untuk pembuatan kompon lateks ditampilkan pada Tabel 2.

Tahap berikutnya adalah pembentukan atau pencetakan menggunakan alat cetak atau cetakan (*moulder*) berupa silinder logam atau cetakan berbentuk tabung seperti pipa paralon. Pencetakan produk karet gelang dilakukan menggunakan metode pencelupan (*dipping process*). Cetakan dicelupkan ke dalam kompon lateks selama sekitar 5-10 detik sambil diputar secara kontinu hingga terbentuk lapisan tipis di permukaannya. Ketebalan lapisan karet diatur melalui pengaturan viskositas lateks dan jumlah pencelupan yang dilakukan. Setelah pencelupan, cetakan diangkat dan dikeringkan pada suhu ruang (sekitar 27-30 °C) untuk masuk ke tahap pengeringan awal.

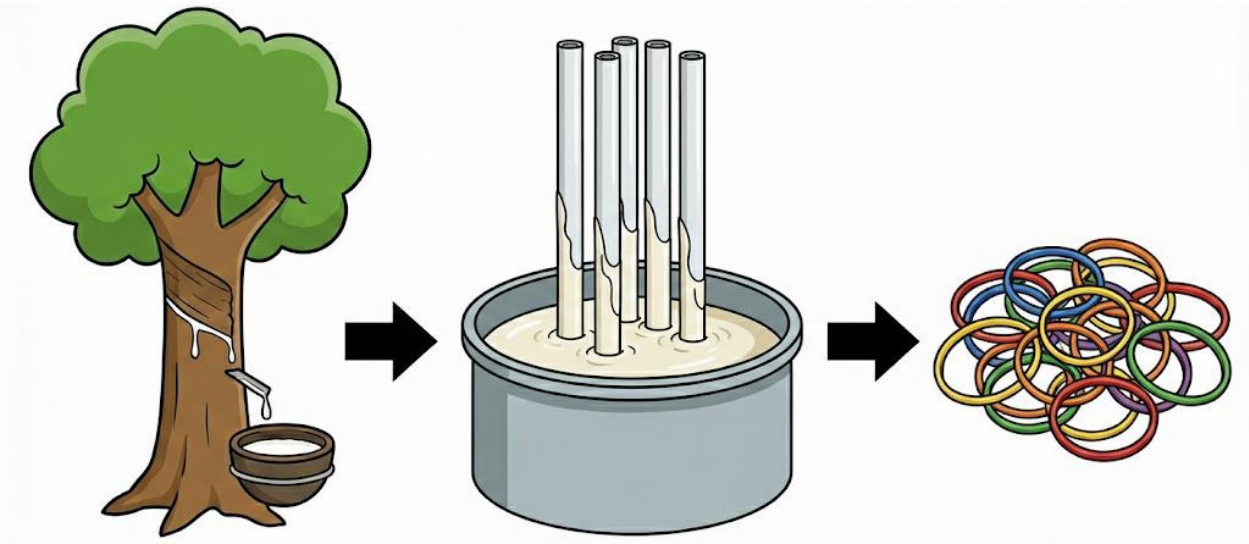
Selanjutnya dilakukan proses pengeringan dan vulkanisasi. Cetakan yang telah terlapisi kompon lateks dimasukkan ke dalam oven pemanas dengan suhu sekitar 120-140 °C selama sekitar 20-30 menit. Pada tahap ini terjadi proses vulkanisasi, yaitu reaksi kimia antara molekul karet dengan belerang (sulfur) yang membentuk ikatan silang (*cross-linking*) yang biasanya disebut sistem vulkanisasi berbasis sulfur (Hasan *et al.,* 2013; Pangamol *et al.,* 2016; Ren *et al.,* 2024; Tomazi *et al.,* 2023). Proses ini sangat penting karena menentukan sifat elastisitas, kekuatan, dan ketahanan karet gelang terhadap panas maupun penuaan. Setelah proses vulkanisasi selesai, dilakukan proses pelepasan dan pemotongan. Lapisan karet yang telah mengering dilepaskan dari cetakan dalam bentuk pipa karet panjang. Pipa karet tersebut kemudian dipotong secara melintang menggunakan alat pemotong khusus hingga terbentuk cincin-cincin karet gelang dengan ukuran tertentu. Pada tahap ini, ukuran diameter dan ketebalan karet gelang disesuaikan dengan standar produksi yang akan dijual.

Tahap selanjutnya adalah proses pencucian dan finishing. Karet gelang yang telah dipotong dicuci untuk menghilangkan sisa bahan kimia dan kotoran. Setelah itu, karet gelang biasanya diberi perlakuan tambahan seperti pelapisan tepung atau bahan pelicin untuk mencegah lengket antar karet gelang. Produk kemudian dikeringkan kembali hingga mencapai kadar air yang sesuai. Tahap terakhir adalah pengujian mutu dan pengemasan. Karet gelang yang telah selesai diproduksi diuji kualitasnya, meliputi uji elastisitas, kekuatan tarik, keseragaman ukuran, serta ketahanan terhadap penuaan. Uji elastisitas menunjukkan bahwa karet gelang dapat meregang berkisar 325-450% yang diberikan beban sebesar 432 gram (Davuluri & Ravipati, 2022). Produk yang sudah dihasilkan selanjutnya dikemas sesuai kebutuhan pasar, baik dalam bentuk kemasan kecil untuk konsumen rumah tangga maupun kemasan besar untuk kebutuhan industri. Melalui rangkaian proses tersebut, lateks karet alam dapat diolah menjadi karet gelang yang memiliki sifat elastis, kuat, dan tahan lama.

Efisiensi proses produksi dan pengendalian mutu yang baik merupakan faktor penting dalam menghasilkan karet gelang berkualitas tinggi. Efisiensi proses diperlukan agar penggunaan bahan baku, tenaga kerja, waktu, dan energi dapat dioptimalkan sehingga kegiatan produksi berlangsung lebih efektif dan ekonomis. Sementara itu, pengendalian mutu berfungsi untuk memastikan bahwa setiap tahapan produksi, mulai dari pemilihan bahan baku hingga pengemasan produk akhir, memenuhi standar yang telah ditetapkan. Penerapan kedua aspek tersebut secara konsisten tidak hanya mampu menekan tingkat cacat produk, tetapi juga menjaga keseragaman kualitas, daya tahan, dan nilai jual karet gelang. Dengan demikian, produk yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan pasar domestik maupun ekspor secara lebih kompetitif. Perubahan bahan baku lateks kebun sampai menjadi produk karet gelang disajikan pada Gambar 2.

Pilot Project Industri Karet Gelang Skala Perkebunan Rakyat

Sebagai upaya mendorong peningkatan nilai tambah karet alam di tingkat perkebunan rakyat, telah dilaksanakan *pilot project*



Gambar 2. Perubahan dari bahan baku lateks sampai menjadi produk karet gelang

pengembangan industri karet gelang skala kecil. Kapasitas produksi yang dikembangkan menggunakan sistem batch, dengan kemampuan produksi yang dapat mencapai hingga 1 ton per bulan. Program percontohan ini dirancang untuk menguji kelayakan teknis, ekonomi, dan kelembagaan dalam pengolahan karet rakyat menjadi produk jadi yang bernilai tambah, sekaligus sebagai model replikasi bagi daerah sentra karet lainnya. Karet gelang dipilih karena merupakan produk dengan permintaan yang relatif stabil, persyaratan mutu bahan baku yang tidak terlalu ketat, serta proses produksi yang dapat diterapkan dengan teknologi sederhana.

Pilot project tersebut telah diimplementasikan di Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, yang merupakan salah satu sentra produksi karet alam di Indonesia (Agustina *et al.,* 2023). Pemilihan lokasi ini didasarkan pada ketersediaan bahan baku karet rakyat yang melimpah serta tingginya ketergantungan petani terhadap penjualan karet mentah. Melalui kegiatan ini, diharapkan petani dan pelaku usaha lokal dapat memperoleh alternatif sumber pendapatan melalui pengolahan karet menjadi produk jadi di tingkat lokal.

Pelaksanaan *pilot project* dilakukan melalui dua skema pendanaan, yaitu dukungan dana pemerintah daerah melalui Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) serta pendanaan dari program tanggung jawab sosial (*Corporate Social Responsibility*/CSR) perusahaan migas yang beroperasi di wilayah tersebut. Kedua skema difokuskan pada penyediaan sarana dan prasarana produksi, pelatihan teknis, serta pendampingan kelembagaan bagi kelompok sasaran serta pengembangan kapasitas sumber daya manusia. Kegiatan pelatihan dan alih teknologi pengolahan karet gelang bagi petani karet sebagai *pilot project* disajikan pada Gambar 3.

Hasil awal pelaksanaan *pilot project* menunjukkan bahwa industri karet gelang skala kecil dapat dijalankan dengan teknologi yang relatif sederhana dan memanfaatkan bahan baku karet rakyat yang sebelumnya bernilai ekonomi rendah karena hanya diolah menjadi bahan mentah (bahan olah karet/bokar). Selain meningkatkan nilai tambah produk karet, kegiatan ini juga



Praktek pengadukan



Praktek pencelupan

Gambar 3. Kegiatan pelatihan dan alih teknologi pengolahan karet gelang bagi petani karet sebagai *pilot project*

membuka peluang usaha baru di pedesaan, menciptakan lapangan kerja, serta memperkuat keterlibatan masyarakat lokal dalam rantai nilai industri karet. Berdasarkan perhitungan sederhana biaya produksi karet gelang mencapai sekitar Rp.35.000,- per kg terdiri biaya bahan baku lateks dadih, bahan aditif, biaya kemasan dan biaya proses pengolahan. Hasil survei yang dilakukan Agustina *et al.,* (2023) diketahui bahwa harga karet gelang di pasaran berkisar antara Rp.40.000,- sampai Rp.75.000,- per kg tergantung kualitas karet gelang yang dihasilkan.

Secara keseluruhan, *pilot project* industri karet gelang skala kecil di Kabupaten Musi Banyuasin memberikan gambaran nyata mengenai potensi pengembangan industri hilir karet di tingkat lokal. Keberhasilan implementasi melalui dua skema pendanaan tersebut menunjukkan pentingnya sinergi antara pemerintah daerah dan sektor swasta dalam mendukung pengembangan industri berbasis sumber daya lokal. Pengalaman ini diharapkan dapat menjadi referensi dan dasar pengembangan kebijakan untuk replikasi program serupa di wilayah sentra karet lainnya di Indonesia. Kedepannya *pilot project* ini dapat juga dikembangkan dalam kemitraan yang lebih intens dengan melibatkan pihak swasta atau *public-private partnership* (Nofita *et al.,* 2022).

Strategi dan Tantangan Industri Karet Gelang Skala Perkebunan Rakyat

Pengembangan industri karet gelang skala perkebunan rakyat merupakan salah satu strategi penting dalam meningkatkan nilai tambah karet alam dan memperkuat ekonomi pedesaan. Strategi utama yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan bahan baku karet rakyat yang tidak terserap optimal oleh industri besar. Karet rakyat yang mutunya relatif kurang konsisten dapat tetap diolah menjadi karet gelang karena produk ini tidak memerlukan standar mutu bahan baku yang ketat.

Strategi berikutnya adalah penerapan teknologi produksi yang sederhana, terjangkau, dan sesuai dengan kapasitas pelaku usaha kecil. Proses pembuatan karet gelang, seperti pendadihan, pencampuran bahan aditif, pencetakan, dan pengeringan, dapat dilakukan dengan peralatan skala kecil yang tidak memerlukan investasi besar. Contoh konkret penerapan strategi ini adalah penggunaan mesin pengaduk (*mixer*) semi-mekanis serta cetakan sederhana yang dapat dioperasikan oleh tenaga kerja lokal dengan pelatihan singkat.

Penguatan kelembagaan petani dan pelaku usaha juga menjadi strategi kunci dalam pengembangan industri karet gelang skala perkebunan rakyat. Pembentukan kelompok usaha bersama, koperasi, atau unit usaha desa memungkinkan pengelolaan produksi dan pemasaran dilakukan secara kolektif sehingga lebih efisien. Sebagai contoh, kelompok petani karet dapat mengelola unit produksi karet gelang secara bersama-sama, mulai dari pengadaan bahan baku hingga penjualan produk, sehingga meningkatkan posisi tawar dan keberlanjutan usaha.

Meskipun memiliki potensi yang besar, industri karet gelang skala perkebunan rakyat menghadapi berbagai tantangan. Keterbatasan modal usaha masih menjadi kendala utama, terutama untuk pengadaan peralatan produksi dan bahan penunjang. Selain itu, keterbatasan pengetahuan dan keterampilan teknis dalam proses produksi sering menyebabkan kualitas produk yang belum konsisten. Contoh nyata dari tantangan ini adalah ketebalan karet gelang yang tidak seragam atau daya elastis yang rendah akibat kesalahan formulasi bahan dan proses vulkanisasi yang belum optimal.

Keterbatasan pendanaan dalam pengembangan industri karet gelang berbasis lateks dadih dapat diatasi melalui optimalisasi pemanfaatan dana tanggung jawab sosial perusahaan (*Corporate Social Responsibility*/CSR) dari perusahaan-perusahaan yang beroperasi di sekitar wilayah perkebunan rakyat. Pemanfaatan dana tersebut dapat diarahkan pada pengembangan

pilot project yang telah ada sebagai model percontohan, maupun melalui replikasi model serupa di lokasi lain yang memiliki potensi bahan baku dan dukungan kelembagaan yang memadai.

Di sisi lain, keterbatasan pengetahuan dan keterampilan teknis masyarakat dapat diatasi melalui penyelenggaraan program pelatihan teknis yang terstruktur dan berkelanjutan. Program ini dapat dilaksanakan bekerja sama dengan lembaga penelitian atau institusi yang telah memiliki pengalaman dan kompetensi dalam pengembangan teknologi pengolahan lateks dadih menjadi produk karet gelang. Dengan demikian, peningkatan kapasitas sumber daya manusia dapat berjalan secara efektif dan mendukung keberlanjutan implementasi teknologi di tingkat perkebunan rakyat.

Tantangan lainnya adalah aspek pemasaran dan akses pasar. Produk karet gelang skala kecil sering kali sulit bersaing dengan produk industri besar dari segi harga, kemasan, dan kontinuitas pasokan. Sebagai contoh, pelaku usaha rakyat kerap mengalami kesulitan dalam menembus pasar ritel modern atau memenuhi permintaan dalam jumlah besar secara berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan strategi pemasaran yang tepat, seperti pemanfaatan pasar lokal, kemitraan dengan pedagang besar, serta dukungan promosi dari pemerintah daerah, agar industri karet gelang skala perkebunan rakyat dapat berkembang secara berkelanjutan.

Pemasaran karet gelang juga dapat dioptimalkan melalui pelibatan koperasi desa sebagai bagian dari kelembagaan ekonomi lokal. Dalam skema ini, koperasi berperan sebagai *off-taker* yang menyerap hasil produksi dari masyarakat, sekaligus bertindak sebagai agen pemasaran yang mengoordinasikan distribusi produk ke berbagai segmen pasar yang potensial.Melalui peran tersebut, koperasi tidak hanya menjamin keberlanjutan penyerapan produk, tetapi juga meningkatkan efisiensi rantai pasok serta memperluas akses pasar bagi produk karet gelang berbasis lateks dadih. Selain itu, penguatan fungsi koperasi dalam aspek manajerial dan pemasaran menjadi kunci untuk memastikan daya saing produk di tingkat regional maupun nasional. Selain itu, perlu juga melibatkan petani milenial yang memperkuat untuk melakukan inovasi dan peningkatan produktivitas dan pemasaran (Haryono *et al.,* 2024). Petani milenial dapat dilibatkan, terutama dalam kegiatan pemasaran daring melalui berbagai media/toko online.

Kesimpulan

Industri karet gelang berbasis lateks dadih memiliki prospek untuk dikembangkan pada skala perkebunan rakyat, terutama sebagai upaya peningkatan nilai tambah komoditas karet yang selama ini didominasi oleh penjualan bahan mentah. Tahapan proses produksi meliputi pencampuran dan pengadukan lateks dadih dengan bahan aditif, pencetakan, pengeringan melalui proses vulkanisasi, pemotongan, hingga pengemasan. Secara teknis, rangkaian proses ini relatif sederhana dan dapat diadaptasi pada skala kecil–menengah dengan kebutuhan teknologi yang tidak terlalu kompleks. Dari sisi implementasi, pengembangan dalam bentuk *pilot project* di Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan menunjukkan indikasi awal yang positif dengan kapasitas awal bisa mencapai 1 ton per bulan. Secara analitis, pengembangan industri ini memiliki keunggulan komparatif pada aspek ketersediaan bahan baku lokal dan biaya tenaga kerja yang relatif rendah. Akan tetapi, keunggulan tersebut perlu diimbangi dengan peningkatan efisiensi proses dan skala produksi agar tercapai keekonomian usaha. Dengan biaya produksi sekitar Rp.35.000,- harga jual karet gelang bisa mencapai Rp.75.000,- per kg. Produk karet gelang mempunyai sifat elastisitas yang baik mencapai 325-450%.

Daftar Pustaka

Agustina, D. S., Nugraha, I. S., Alamsyah, A., & Syarifa, L. F. (2023). Potensi pengembangan industri karet gelang skala home industry di kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Jurnal Penelitian Karet, 41(1), 59–68.

Agustina, D. S., Nugraha, I. S., Alamsyah, A., Syarifa, L. F., & Vachlepi, A. (2025). Konsepsi model pengembangan usaha karet gelang skala petani di kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Jurnal Penelitian Karet, 43(2), 207–220.

Amiruddin, A., Heliawaty, & Fadhilah, A. (2022). Posisi keunggulan kompetitif daya saing karet Indonesia. Jurnal Agrisep, 23(2), 1–6.

Badan Standardisasi Nasional. (2017). Spesifikasi teknis karet remah SNI 1903:2017. Jakarta, 1–6.

Balai Penelitian Sembawa. (2014). Sapta Bina Usahatani Karet. Balai Penelitian Sembawa.

BPS. (2024). Statistik Karet Indonesia 2023 (Volume 17). Badan Pusat Statistik.

Davuluri, S., & Ravipati, A. (2022). Article A study on the stretching behavior of rubber bands. Journal of Emerging Investigators, 5(January), 1–6.

Delvitasari, F., Maryanti, M., Ersan, E., & Hartari, W. R. (2024). Pembuatan lateks pekat menggunakan sodium alginat dengan mengkombinasikan metode pendadihan dan sentrifugasi. G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan, 8(1), 464–472. https://doi.org/10.33379/gtech.v8i1.3788

Erni, N. (2013). Usulan strategi pengembangan industri karet alam indonesia. Jurnal InovasiTM, 9(2), 70–78.

Harahap, N. H. P., & Segoro, B. A. (2018). Analisis daya saing komoditas karet alam indonesia ke pasar global. Jurnal Transborders, 1(2), 130–143.

Haryono, A., Juniarti, I., Matajat, K., Suroso, A. I., & Soesilo, M. (2024). Partnership development of smallholder coffee cultivation: a model for social capital in the global value chain. Economies, 12(12). https://doi.org/10.3390/economies12120349

Hasan, A., Rochmadi, Sulistyo, H., & Honggokusumo, S. (2013). Vulcanization kinetics of natural rubber based on free sulfur determination. Indonesian Journal of Chemistry, 13(1), 21–27. https://doi.org/10.22146/ijc.21321

Jirasitthanit, N., & Danwanichakul, P. (2023). Liquid-phase exfoliation of graphite using the serum from skim natural rubber latex. Engineering Journal, 27(5), 37–50. https://doi.org/10.4186/ej.2023.27.5.37

Kaesaman, A., Kaewchuen, S., & Nakason, C. (2024). Implementing eco-friendly creaming agents to address coagulation issues and minimize acid consumption in skim natural rubber latex processing. Industrial Crops and Products, 222(P1), 119499. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.119499

Liu, M., & Hill, C. (2020). Comparative experimental study on mechanical properties of rubber band and metal spring comparative experimental study on mechanical properties of rubber band and metal spring. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 0–5. https://doi.org/10.1088/1757-899X/774/1/012104

Marethi, E., Putri, M., Guru, P., Usia, A., Fakultas, D., Dan, K., Pendidikan, I., Rubber, P., Rope, B., & Development, S. E. (2023). Pengaruh bermain tali karet gelang terhadap perkembangan sosial emosional anak usia 5 tahun di tk fatimah 5 talang kelapa palembang. II(April), 1–19. https://doi.org/10.47776/tunasaswaja.vli1.353

Marsantia, G., Suroso, E., & Utomo, T. P. (2014). Kajian strategi kebijakan industri olahan karet Ribbed Smoked Sheet (RSS) berbahan baku lateks kebun dalam upaya peningkatan mutu produk. Jurnal Teknologi Industri Dan Hasil Pertanian, 19(1), 84–95.

Maryanti, & Delvitasari, F. (2021). The effect of type of vibration to the quality of concentrate latex on the creaming process. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1012(1), 0–5. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1012/1/012078

Mathew, S., Roopasri, R., & Varghese, S. (2017). Creaming of preserved field latex before and after prevulcanization. Global Scientific Journals, 5(December), 53–67.

Nofita, E., Situmorang, L., & Nanang, M. (2022). Pengembangan kemitraan petani, pemerintah dan swasta dalam peningkatan nilai produk pertanian. EJournal Pembangunan Sosial, 10(4), 88–101.

Nurhayati, C., & Andayani, O. (2015). Treatment process concentrated latex curd using the extraction of salt alginate seaweed for foam rubber products. Jurnal Dinamika Penelitian Industri, 26(1), 49–58.

Omar, M. F., Ali, F., Jami, M. S., Azmi, A. S., Ahmad, F., Marzuki, M. Z., Muniyandi, S. K., Zainudin, Z., & Kim, M. P. (2025). A comprehensive review of natural rubber composites: properties, compounding aspects, and renewable practices with natural fibre reinforcement. Journal of Renewable Materials, 13(3), 497–538. https://doi.org/10.32604/jrm.2024.057248

Ompusunggu, M. (1987). Pengawetan Bahan Olah Lateks Kebun. Warta Perkaretan, 16(2).

Pangamol, P., Sae-Oui, P., & Sirisinha, C. (2016). Use of by-product sulfur from petroleum refinery as vulcanizing agent in natural rubber. Chiang Mai Journal of Science, 43(3), 569–576.

Perdana, R. P. (2020). Kinerja ekonomi karet dan strategi pengembangan hilirisasinya di indonesia. Forum Penelitian Agro Ekonomi, 37(1), 25. https://doi.org/10.21082/fae.v37n1.2019.25-39

Kementerian Pertanian. (2024). Analisis Kinerja Perdagangan Karet. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.

Kementerian Pertanian. (2025). Komoditas Perkebunan Karet. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.

Prasada, I. Y., & Dhamira, A. (2021). The competitiveness of natural rubber by exporting countries in the global market. E3S Web of Conferences, 305, 1–7. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202130502006

Prastanto, H. (2018). Penggunaan tz sebagai anti prakoagulasi lateks pada proses pembuatan rss dengan penggumpal asam format. 37(2), 119–128.

Prastanto, H., Falaah, A. F., & Maspanger, D. R. (2014). Pemekatan lateks kebun secara cepat dengan proses sentrifugasi putaran rendah. Jurnal Penelitian Karet, 32(2), 181–188. https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v32i2.163

Ren, T., Wan, C., Song, P., Rodrigue, D., Zhang, Y., & Wang, S. (2024). Thermo-oxidative degradation behavior of natural rubber vulcanized by different curing systems. Chemical Engineering Science, 295(June 2023), 120147. https://doi.org/10.1016/j.ces.2024.120147

Suksup, R., Imkaew, C., & Smitthipong, W. (2017). Cream concentrated latex for foam rubber products. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 272(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/272/1/012025

Tomazi, R. C., Guerra, N. B., Giovanela, M., Moresco, S., & da Silva Crespo, J. (2023). Evaluation of vulcanization systems in natural rubber elastomeric tire sidewall compositions with lignin as a stabilizing agent. Polymer Bulletin, 80(8), 8977–8994. https://doi.org/10.1007/s00289-022-04485-8

Vachlepi, A., Steven, S., Soekotjo, E. S. A., Pratama, H., Graha, R., Zainal, A., Walmiki, T., Ameir, A., & Setiawan, R. (2026). Development of natural rubber encapsulation technology using spray drying : A comprehensive review. Next Materials, 11(December 2025), 101592. https://doi.org/10.1016/j.nxmate.2026.101592

Yasinta, Y., Edison, R., & Maryanti, M. (2019). Teknologi Pembuatan Lateks Dadih Melalui Proses Penggetaran. Jurnal Agro Industri Perkebunan, 7(1), 51. https://doi.org/10.25181/jaip.v7i1.906

Yulianti, U., & Heryanto, A. (2025). Pengaruh media permainan karet gelang dalam pembelajaran matematika terhadap pemahaman konsep perkalian di kelas ii sekolah dasar. September.

Yumae, N., Kaesaman, A., Rungvichaniwat, A., Thepchalerm, C., & Nakason, C. (2010). Novel creaming agent for preparation of creamed concentrated natural rubber latex. Journal of Elastomers and Plastics, 42(5), 453–470. https://doi.org/10.1177/0095244310374227