

KEBERLANJUTAN PERKEBUNAN KARET RAKYAT DI PROVINSI RIAU

Muhammad Ikhsan¹, Andriyono Kilat Adhi², Harianto³

^{1,2,3}Departemen Agribisnis, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor
Jl. Kamper Wing 4 Level 5 Kampus IPB Dramaga, Indonesia
e-mail: ¹muhammadikhsan097@gmail.com

(Diterima 4 April 2024/Revisi 27 Mei 2024/Disetujui 18 Juli 2024)

ABSTRACT

The rubber plantation sector is a strategic sector that contributes significantly to economic development. The decline in rubber production in Riau Province poses a serious challenge to the sustainability of smallholder rubber plantations. This research aims to assess the sustainability index of smallholder rubber plantations and identify the factors that influence it. Primary data was obtained from interviews, discussions, and questionnaires, while secondary data came from the Central Bureau of Statistics and the Department of Plantation, with a sample size of 120 using purposive sampling technique. The RAP Rubber method with Multi Dimensional Scalling (MDS) approach was used to determine the sustainability status. The sustainability index of smallholder rubber plantations in Riau Province is 38.40, categorized as less sustainable, with economic index value of 26.67, social index of 37.26, and ecological index of 51.29. Sensitive attribute include price fluctuations, rubber prices, pesticide use (economic); land clearing techniques, LCC plant knowledge, number of tapping days (ecological); farmer-trader social relationships, education level, and availability of extension services (social). Sustainability can be improved by the government and relevant parties addressing sensitive attributes.

Keywords: multi dimensional scalling (MDS), rap-rubber, sensitive attribute, sustainability rubber plantation

ABSTRAK

Sektor perkebunan karet merupakan sektor strategis yang berkontribusi besar terhadap pembangunan ekonomi. Penurunan produksi karet di Provinsi Riau menjadi tantangan serius bagi keberlanjutan perkebunan karet rakyat ke depan. Penelitian ini bertujuan menilai indeks keberlanjutan perkebunan karet rakyat dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhinya. Data primer diperoleh dari wawancara, diskusi, dan kuesioner, sementara data sekunder berasal dari BPS dan Dinas Perkebunan, dengan jumlah sampel 120 menggunakan teknik *purposive sampling*. Metode RAP-Rubber dengan pendekatan *Multi Dimensional Scalling* (MDS) digunakan untuk menentukan status keberlanjutan dan faktor-faktor yang sensitif terhadap keberlanjutan. Indeks keberlanjutan perkebunan karet rakyat di Provinsi Riau adalah 38,40, termasuk kategori kurang berkelanjutan, dengan nilai indeks ekonomi 26,67, sosial 37,26, dan ekologi 51,29. Atribut sensitif meliputi fluktuasi harga, harga karet, penggunaan pestisida (ekonomi); teknik pembukaan lahan, pengetahuan tanaman LCC, jumlah hari sadap (ekologi); hubungan sosial petani tengkulak, tingkat pendidikan, dan ketersediaan penyuluhan (sosial). Peningkatan keberlanjutan karet rakyat di Provinsi Riau dapat dilakukan pemerintah dan pihak terkait dengan cara perbaikan atribut yang sensitif.

Kata kunci: atribut sensitif, keberlanjutan perkebunan karet, multi dimensional scalling (MDS), rap-rubber

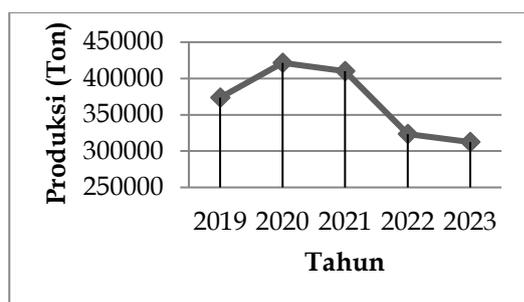
PENDAHULUAN

Sektor perkebunan karet merupakan sektor strategis yang memberikan kontribusi

besar terhadap pembangunan perkonomian nasional (Syarifa *et al.* 2023). Perkebunan karet mampu menyerap tenaga kerja yang cukup besar, lebih dari 2,5 juta kepala keluarga yang

terserap dengan rata-rata luas kepemilikan 1,25 hektare. Selain itu, Jumlah total lahan perkebunan karet di Indonesia mencapai 3.671.302 ha didominasi oleh perkebunan rakyat (85 persen) (Ditjenbun 2020). Hal ini mengindikasikan bahwa perkebunan karet merupakan bagian penting dalam mengurangi kemiskinan (Traldi *et al.* 2023).

Provinsi Riau termasuk tiga besar provinsi produsen karet Indonesia ditinjau dari luas lahan dan produksi (BPS 2023). Perkebunan karet Riau berkembang pesat era 1990 di mana karet mendapatkan perhatian serius pengembangannya dari pemerintah lewat program *Smallholder Rubber Development Project* (SRDP) yaitu salah satu proyek pemerintah untuk mengatasi persoalan pedesaan di Riau (Syofian *et al.* 2020). Namun saat ini, muncul persoalan yang menunjukkan produksi perkebunan karet rakyat Provinsi Riau menunjukkan tren produksi yang semakin menurun. Penyebab rendahnya produksi karet rakyat di Provinsi Riau karena sebagian besar tanaman karet sudah berusia di atas 25 tahun dan menggunakan bibit yang kurang berkualitas. Bibit yang tidak unggul menjadi kendala utama bagi perkebunan di koridor ekonomi Sumatera, yang terlihat dari masa produktif tanaman karet yang kurang dari 30 tahun (Lubis *et al.* 2020).



Gambar 1. Produksi Karet Tahun 2019-2023

Sumber : BPS 2024

Penurunan produksi karet yang terus terjadi di Provinsi Riau merupakan tantangan serius yang mempengaruhi keberlanjutan perkebunan karet ke depan (Jayathilake *et al.* 2023). Fenomena ini menggarisbawahi pentingnya menjaga keberlanjutan sektor perkebunan, terutama dalam konteks perkebunan karet rakyat yang menjadi tulang punggung

perekonomian daerah (Dianti *et al.* 2021). Oleh karena itu, untuk mencapai sistem perkebunan karet rakyat yang berkelanjutan perlu diterapkan konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) (Fauzi 2019).

Definisi pembangunan berkelanjutan yang awal mulanya diajukan oleh *United Nations Commission on Environment and Development* (diketahui selaku *Brundtland Commission*) pada tahun 1987 yaitu upaya pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhannya (Solechah dan Sugito 2023). Menurut Shaker (2015), konsep keberlanjutan harus dilihat sebagai tujuan untuk manusia dalam mencapai penyeimbang ekosistem manusia itu sendiri. Pembangunan berkelanjutan ialah sesuatu proses pergantian di mana seluruh kegiatan semacam pemanfaatan sumber energi, arah investasi, orientasi pengembangan teknologi, serta pergantian kelembagaan terletak dalam penyeimbang serta tingkatkan kemampuan dikala ini serta masa depan buatenuhi kebutuhan dan aspirasi manusia. Oleh sebab itu, tujuan pembangunan ekonomi dan sosial wajib diupayakan dengan prinsip keberlanjutan (Fauzi dan Oxtavianus 2014).

Permintaan konsumen terhadap standar keberlanjutan di perkebunan karet berkembang lebih lambat jika dibandingkan dengan komoditas pertanian lainnya seperti kelapa sawit (Kennedy *et al.* 2017). Salah satu alasan utamanya adalah kompleksitas rantai pasok karet yang melibatkan berbagai pihak seperti pengepul di tingkat desa, kabupaten, dan provinsi sebagai perantara sebelum mencapai produsen produk di pasar lokal atau internasional (Marimin *et al.* 2014). Kompleksitas ini, bersama dengan fluktuasi harga pasar yang tidak stabil, menimbulkan kesulitan bagi petani karet kecil dalam mendapatkan pendapatan yang konsisten. Mereka seringkali memiliki sedikit pengaruh dalam menentukan harga karet, sehingga terkadang bergantung sepenuhnya pada karet saja secara ekonomi tidaklah berkelanjutan (Zhang *et al.* 2019). Akibatnya, beberapa petani karet memilih

untuk meninggalkan budidaya karet atau melakukan diversifikasi tanaman (Langenberger *et al.* 2017).

Mengelola keberlanjutan dalam perkebunan karet merupakan tantangan yang kompleks (Kenney *et al.* 2018). Konsep keberlanjutan tidak tunggal, melainkan merupakan gabungan dari berbagai faktor yang memengaruhi lingkungan serta kesejahteraan sosio-ekonomi dalam konteks perkebunan karet (Pollesch dan Dale 2015). Ordóñez dan Duinker (2010) menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan adalah kemampuan untuk menjaga stabilitas ekologi, sosial, dan ekonomi dalam mengubah jasa biosfer untuk manusia. Pembangunan berkelanjutan dapat memenuhi dan mengoptimalkan kebutuhan saat ini serta generasi mendatang dalam jangka waktu yang tidak terbatas. Oleh karena itu, konsep keberlanjutan dapat dilihat setidaknya dari tiga aspek dan harus disesuaikan dengan masalah penelitian yang akan diteliti. Prinsip utama dari pengukuran keberlanjutan adalah bahwa dalam proses pembangunan, target sosial, ekonomi, dan lingkungan harus berfungsi dan bersinergi satu sama lain. (Yusuf *et al.* 2021).

Dalam penelitian ini, hasil, analisis, dan pembahasan dapat dibandingkan dengan memperhatikan temuan dari penelitian karet sebelumnya. Penelitian oleh Sari *et al.* (2022) menemukan bahwa dari tiga dimensi karet yang dianalisis, hanya dimensi ekologi yang cukup berkelanjutan dengan nilai indeks 54,69, dengan atribut kekeringan sebagai atribut yang berpengaruh. Dua dimensi lainnya, yaitu sosial budaya dan ekonomi termasuk kurang berkelanjutan. Dimensi sosial budaya memiliki nilai indeks 48,95, dengan atribut penyuluhan pertanian dan perkebunan paling berpengaruh dan dimensi ekonomi dengan nilai indeks 38,28, dipengaruhi oleh kontinuitas dan kepastian permintaan. Penelitian oleh Mamat (2017) menunjukkan bahwa usahatani tanaman karet cukup berkelanjutan dengan nilai indeks 66,69, memberikan manfaat ekonomi, diterima sosial, dan ramah lingkungan. Dimensi sosial mendominasi dengan kontribusi

72,65, dibandingkan dengan ekonomi (68,11) dan ekologi (57,25).

Penelitian mengenai keberlanjutan perkebunan karet telah dilakukan sebelumnya, namun masih terdapat beberapa celah yang perlu dipenuhi. Penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh (Nurhamlin *et al.* 2019), lebih menekankan pada dimensi kelembagaan, sementara penelitian lain oleh Khaswarina dan Eliza (2018) menyoroti menjaga kearifan lokal yang berwawasan lingkungan dalam menjaga keberlanjutan perkebunan karet.

Penelitian keberlanjutan ini bertujuan untuk mengisi celah pengetahuan dengan mengeksplorasi aspek-atribut baru seperti fluktuasi harga dan hubungan sosial petani dan tengkulak dalam perkebunan karet rakyat di Provinsi Riau. Dengan memperdalam pemahaman ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang lebih komprehensif dan lebih berkelanjutan bagi tantangan-tantangan yang dihadapi oleh para petani karet.

Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi indeks dan kondisi keberlanjutan perkebunan karet di Provinsi Riau. Secara lebih spesifik, tujuan penelitian ini adalah untuk (1) menilai indeks keberlanjutan perkebunan karet rakyat perkebunan karet rakyat di Provinsi Riau dan (2) mengidentifikasi atribut sensitif dalam menjaga keberlanjutan perkebunan karet rakyat di Provinsi Riau.

METODE

Penelitian ini memilih Provinsi Riau sebagai lokasi penelitian secara *purposive* (sengaja). Hal ini disebabkan Provinsi Riau merupakan salah satu dari tiga provinsi terbesar dalam produksi karet di Indonesia. Lokasi penelitian yang dipilih adalah Kecamatan Singingi, Kecamatan Gunung Toar, Kecamatan XIII Koto Kampar, dan Kecamatan Kuok dimana kecamatan yang dipilih memiliki luas, produksi terbesar. Besarnya responden untuk masing-masing kecamatan sebanyak 30 responden, sehingga jumlah responden petani dari empat kecamatan memiliki total 120 responden.

Responden petani sebagai aktor utama dalam perkebunan, dipengaruhi oleh beberapa karakteristik dalam pengelolaan perkebunannya, seperti usia, tingkat pendidikan, pengalaman, dan jumlah anggota keluarga. Hasil survei dan wawancara pada petani sampel menunjukkan bahwa rentang usia petani berkisar antara 19 hingga 72 tahun dengan rata-rata usia 39 tahun, yang menunjukkan bahwa mereka masih berada dalam kelompok usia produktif (15-55 tahun) dan memiliki potensi pengembangan yang besar. Pendidikan petani umumnya setara dengan SMP (9 tahun), yang mengakibatkan kesulitan dalam mengadopsi teknik budidaya dan pengelolaan modern, seperti pola tanam, pemupukan, pengendalian hama, pemilihan bibit unggul, dan perhatian terhadap keberlanjutan.

Petani karet memiliki pengalaman bertani yang relatif lama, dengan rata-rata waktu berusaha tani karet selama 16 tahun. Pengalaman ini memungkinkan petani mengenali berbagai tantangan dan membentuk sikap mental yang tangguh dan tekun. Selain itu, pengalaman yang lama juga berkontribusi pada pembentukan jaringan sosial yang luas dan kerja sama yang baik dengan pemangku kepentingan terkait, seperti pemerintah desa, lembaga pertanian, dan pasar. Hal ini memberikan pondasi yang kokoh bagi keberlanjutan perkebunan karet, yang berdampak positif pada produksi dan kualitas hasil serta ketahanan terhadap tantangan eksternal. Selain itu, jumlah anggota keluarga yang ditanggung kepala keluarga petani karet berkisar antara 1-7 orang dengan rata-rata 4 orang, yang mencakup aspek kesehatan dan pendidikan yang bergantung pada usaha perkebunan karet. Umumnya, anggota keluarga petani karet memiliki usia remaja dalam usia sekolah baik perempuan maupun laki-laki.

Pengambilan contoh untuk responden dilakukan secara *purposive sampling*. Yusuf *et al.* (2021) berpendapat bahwa sampel dalam keberlanjutan bukanlah sesuatu yang rigid (kaku) namun harus terkait dengan populasi yang meliputi kriteria objektif, relevan, representatif dan *up to date*. Responden yang dipilih merupakan orang-orang yang memahami

permasalahan yang akan dikaji dan dapat memberikan informasi berupa pernyataan-pernyataan, keterangan, atau data-data secara jelas, akurat, dan terpercaya mengenai suatu permasalahan tertentu yang dapat digunakan mencapai tujuan penelitian.

Responden dalam penelitian ini terdiri dari dua kelompok. Kelompok pertama adalah petani karet rakyat dan kelompok kedua adalah pakar. Pakar adalah mereka yang memenuhi kriteria sebagai ahli atau *expert* pada objek yang dikaji. Jumlah pakar menjadi pertimbangan, pakar yang terlalu sedikit (1-2 orang) ataupun terlalu banyak (>10 orang) dapat menimbulkan ambiguitas (bias) (Yusuf *et al.* 2021). Pakar dalam penelitian ini berjumlah 7 orang yang berasal dari 2 orang penyuluh tingkat kecamatan, 1 orang peneliti karet, 1 orang pegawai Dinas Perkebunan, 1 orang ketua kelompok tani, 1 orang ketua gapoktan dan 1 orang tokoh masyarakat. 7 orang pakar ini memiliki keahlian berdasarkan prinsip kriteria pakar menurut Yusuf *et al.* (2021) yaitu kepakaran berdasarkan keilmuan, kepakaran berdasarkan kedudukan, dan kepakaran berdasarkan kekhususan.

Penelitian keberlanjutan perkebunan karet rakyat di Provinsi Riau menggunakan data primer dan sekunder. Data primer merupakan data utama yang diperoleh dari wawancara langsung terhadap responden, diskusi, pengisian kuesioner, serta survei lapangan. Data sekunder diperoleh dari sumber-sumber lain yang sudah ada sebelumnya. Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber seperti Badan Pusat Statistika (BPS) dan Dinas Perkebunan.

Dalam penelitian ini, analisis data bertujuan untuk menilai indeks setiap dimensi. Penentuan indeks dan status keberlanjutan perkebunan karet rakyat digunakan analisis Ordinal dengan *Multi Dimension Scalling* dan *RAP-Rubber* (modifikasi *Rapfish*). Teknik MDS menghasilkan susunan objek pada dimensi tertentu dengan mencari jarak yang paling mendekati antara objek berdasarkan perbedaan atau kesamaannya dalam input nilai. Proses MDS memetakan dua titik berdekatan menjadi satu titik tunggal, dengan

kedekatan objek diukur menggunakan jarak euclidean antara keduanya. Penentuan jarak didasarkan pada *euclidian distance* yang dalam ruang yang berdimensi n dapat ditulis sebagai berikut:

$$d = \sqrt{([X_1 - X_2]^2 + [Y_1 - Y_2]^2 + [Z_1 - Z_2]^2 + \dots)}$$

Keterangan :

d = distance

X1-X2 = selisih nilai pada atribut (X)

Y1-Y2 = selisih nilai pada atribut (Y)

Z1-Z2 = selisih nilai pada atribut (Z)

Skor perkiraan setiap dimensi dinyatakan dengan skala terburuk (bad) 0% sampai yang terbaik (*good*) 100%, yang dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu 0 sampai 24,99% dikategorikan buruk (tidak berkelanjutan), 25,00 sampai 49,99% (kurang berkelanjutan), 50,00 sampai 74,99% (cukup berkelanjutan) dan 75,00 sampai 100% dikategorikan baik atau sangat berkelanjutan, sesuai dengan penjelasan Kavanagh dan Pitcher (2004) sebagaimana ditampilkan di Tabel 1.

Pemilihan atribut yang memiliki pengaruh signifikan terhadap keberlanjutan tiap dimensi perkebunan karet diteliti dengan mengombinasikan analisis *leverage* bersumber pada nilai *Root Mean Square* (RMS) dari tiap atribut. Semakin signifikan transformasi dalam nilai *Root Mean Square* (RMS), semakin signifikan kedudukan atribut tersebut dalam tingkatan status keberlanjutan (Nurhamlin *et al.* 2019). Analisis Monte Carlo keberlanjutan digunakan guna memperhitungkan ukuran ketidakpastian dengan memperhitungkan selang keyakinan 95 persen. Informasi dari analisis Monte Carlo setelah itu disandingkan dengan informasi dari MDS guna mengenali

perbandingan antara keduanya. Secara umum alur *Rap-Rubber* adalah sebagai berikut.

1. Atribut untuk setiap dimensi keberlanjutan dalam penelitian ini terdiri dari tiga dimensi, termasuk sembilan atribut untuk dimensi ekologi, sembilan atribut untuk dimensi ekonomi, dan sembilan atribut untuk dimensi sosial.
2. Penilaian atribut dilakukan menggunakan skala ordinal (*skoring*), yang didasarkan pada urutan hasil pengamatan di lokasi penelitian.
3. Analisis ordinasasi menggunakan MDS digunakan untuk menentukan posisi status keberlanjutan pada setiap dimensi dalam skala indeks keberlanjutan.
4. Indeks dan status keberlanjutan per dimensi dinilai, dengan memperhatikan bahwa skala indeks dari sistem yang diteliti memiliki nilai antara 0 hingga 100 persen, sesuai dengan selang nilai keberlanjutan setiap dimensi seperti yang tertera dalam Tabel 1.
5. Dilakukan analisis sensitivitas atau analisis *leverage* untuk mengidentifikasi variabel sensitif yang memengaruhi keberlanjutan.
6. Ketidakpastian atau *error* dalam dimensi keberlanjutan diukur pada selang kepercayaan 95 persen menggunakan analisis Monte Carlo, dan hasilnya dibandingkan dengan hasil dari analisis MDS. Jika selisih antara kedua analisis tersebut kurang dari 5 persen, maka hasil analisis MDS dianggap baik.
7. Dilakukan perhitungan keakuratan (*goodness of fit*), di mana keakuratan analisis MDS dievaluasi berdasarkan nilai S-Stress yang dihasilkan. Model yang efektif dan

Tabel 1. Kategori Indeks Keberlanjutan Perkebunan Karet Rakyat di Provinsi Riau

No	Nilai indeks	Kategori	Keterangan
1	0,00-24,99	Buruk	Tidak Berkelanjutan
2	25,00-49,99	Kurang	Kurang Berkelanjutan
3	50,00-74,99	Cukup	Cukup Berkelanjutan
4	75,00-100,00	Baik	Berkelanjutan

normal ditunjukkan dengan nilai S-Stress yang kurang dari 0,25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

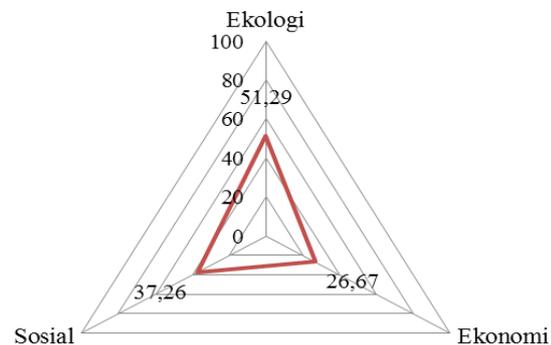
Hasil analisis *Multi Dimensional Scaling* dengan bantuan *software Rap-Rubber* berdasarkan tiga dimensi keberlanjutan, yakni sosial, ekonomi dan ekologi (Tabel 2). Model yang baik ditunjukkan dengan nilai S-Stress yang lebih kecil dari 0,25 dan R^2 yang mendekati 1 (Kavanagh dan Pitcher 2004). Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai S-Stress pada setiap dimensi lebih kecil dari batas ketentuan ($>0,25$), di mana semakin kecil dari 0,25 semakin baik (Tabel 2). Selain itu, koefisien determinasi (R^2) pada setiap dimensi mendekati angka 1. Dengan demikian, kedua parameter statistik ini mengindikasikan bahwa seluruh atribut yang digunakan dan dianalisis secara dimensi telah memenuhi kriteria statistik dan layak untuk menjelaskan keberlanjutan perkebunan karet di Provinsi Riau

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai indeks keberlanjutan perkebunan karet rakyat pada selang kepercayaan 95 persen menunjukkan selisih antara nilai MDS dan nilai Monte Carlo di bawah 5%. Nilai selisih yang kecil ini menunjukkan bahwa sistem yang dikaji memiliki tingkat kepercayaan yang tinggi. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa metode *Rap-Rubber* yang dipilih dalam penelitian ini dapat dipertanggungjawabkan secara statistik dan dapat digunakan sebagai alat evaluasi keberlanjutan perkebunan karet rakyat, khususnya di Provinsi Riau.

Hasil analisis multidimensi *Rap-Rubber*, terlihat situasi keberlanjutan perkebunan karet rakyat di Provinsi Riau masih kurang berkelanjutan, ditunjukkan dengan indeks sebesar 38,40. Nilai ini didapatkan dari pen-

jumlahan tiga dimensi yang mencakup aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan dengan total 26 atribut yang memengaruhi keberlanjutan perkebunan karet rakyat, sesuai dengan prinsip-prinsip dan kriteria keberlanjutan yang telah dimodifikasi.

Melalui metode MDS, maka posisi titik keberlanjutan dapat divisualisasikan dalam bentuk diagram layang-layang (*kite diagram*) seperti terlihat pada Gambar 2. Terlihat bahwa nilai tertinggi terdapat pada dimensi ekologi yakni sebesar 51,29 termasuk kategori cukup berkelanjutan, sebaliknya nilai terendah terjadi pada dimensi ekonomi sebesar 37,26 kategori kurang berkelanjutan dan dimensi sosial termasuk kategori kurang berkelanjutan sebesar 26,67. Nilai dimensi keberlanjutan diproyeksi pada diagram layang pada Gambar 2 dapat diartikan bahwa semakin titik keberlanjutan mengarah keluar dari titik tengah maka nilai keberlanjutan semakin besar.



Gambar 2. Diagram Layang Keberlanjutan Perkebunan Karet Rakyat di Provinsi Riau

Nilai indeks dimensi ekologi adalah yang tertinggi di antara dimensi lainnya dalam penelitian ini. Secara realita di lapangan telah memperlihatkan praktek-praktek pertanian yang ramah lingkungan dilihat dari prinsip-prinsip sistem pertanian yang dikembangkan selama ini. Kepemilikan lahan yang besar

Tabel 2. Hasil Analisis Status Keberlanjutan Perkebunan Karet Rakyat di Provinsi Riau

Dimensi Keberlanjutan	MDS	Monte Carlo	S-Stress	R^2
Ekonomi	26,67	25,72	0,14	0,93
Sosial	37,26	36,33	0,14	0,94
Ekologi	51,29	50,31	0,13	0,95

dikelola oleh perkebunan rakyat memiliki sisi positif sehingga produksi karet tidak sampai dieksploitasi oleh perusahaan-perusahaan besar yang sangat berpotensi merusak lingkungan. Tanaman karet dianggap ramah lingkungan karena memiliki beberapa karakteristik yang mendukung keberlanjutan lingkungan. Pohon karet secara alami membantu dalam penyimpanan karbon dioksida (CO₂) dan meningkatkan kualitas udara dengan menyerap polutan udara (Cahyo *et al.* 2016). Selain itu karet memiliki sistem akar yang dalam, membantu dalam mengikat tanah dan mencegah erosi tanah yang berpotensi merusak lingkungan.

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa dalam ketiga dimensi yang diselidiki, dimensi ekonomi memiliki nilai indeks yang paling rendah. Keberlanjutan perkebunan karet rakyat ditekankan pada atribut sensitif pada dimensi ekonomi yang nilai indeks yang paling rendah. Namun demikian, atribut sensitif pada dimensi lainnya juga perlu mendapatkan perhatian guna meningkatkan status keberlanjutan perkebunan karet rakyat pada wilayah penelitian kepada status cukup berkelanjutan.

Penurunan nilai dimensi ekonomi dalam keberlanjutan perkebunan karet disebabkan oleh dua faktor. Pertama, biaya produksi yang tinggi dalam perkebunan karet, seperti biaya pupuk, pestisida, dan tenaga kerja, dapat mempengaruhi profitabilitas dan kesejahteraan ekonomi petani karet. Kedua, fluktuasi harga karet di pasar global juga dapat memengaruhi pendapatan petani, yang dapat menurunkan nilai dimensi ekonomi keberlanjutan. fluktuasi harga pasar yang tidak stabil, menimbulkan kesulitan bagi petani karet kecil dalam mendapatkan pendapatan yang konsisten. Petani seringkali memiliki sedikit pengaruh dalam menentukan harga karet, sehingga terkadang bergantung sepenuhnya pada karet saja secara ekonomi tidaklah berkelanjutan (Zhang *et al.* 2019). Selain itu, rendahnya akses petani terhadap pasar yang stabil dan harga yang menguntungkan juga dapat menjadi faktor yang berkontribusi terhadap penurunan nilai dimensi ekonomi.

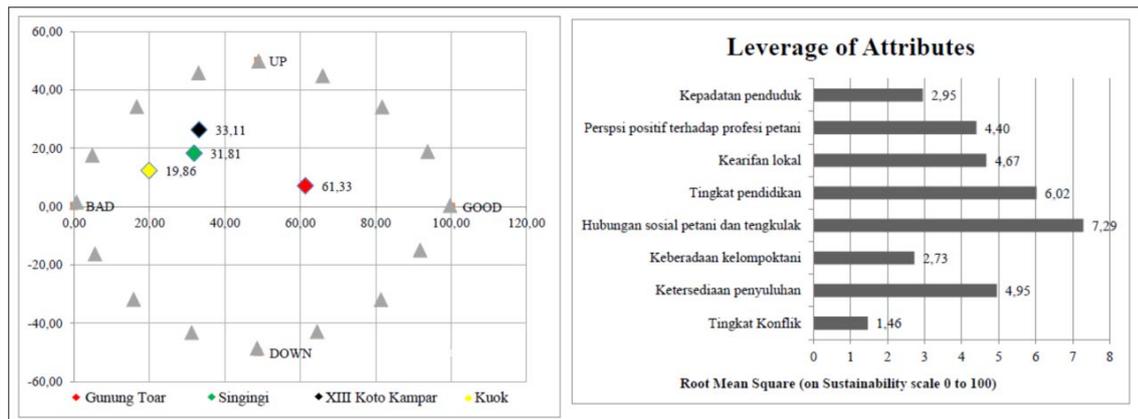
KEBERLANJUTAN PERKEBUNAN KARET MASING-MASING DIMENSI

Dimensi Sosial

Dimensi sosial pertama kali dibahas sesuai dengan prinsip *triple bottom line* yaitu *people, profit dan planet* (Fauzi 2019). Prinsip ini menggarisbawahi pentingnya dalam mempertimbangkan kesejahteraan sosial, keseimbangan ekonomi, serta kelestarian lingkungan. Dimensi sosial keberlanjutan perkebunan karet menggambarkan aspek-aspek yang terkait dengan kesejahteraan sosial, dan interaksi antara manusia dalam konteks perkebunan karet. Berdasarkan hasil analisis Rap-Rubber dengan *Multi Dimensional Scalling* (MDS) yang dilakukan terhadap delapan atribut berpengaruh terhadap keberlanjutan perkebunan karet rakyat, diperoleh nilai indeks keberlanjutan dimensi sosial termasuk kategori kurang berkelanjutan.

Hasil kajian terhadap indeks dimensi sosial keberlanjutan perkebunan karet rakyat di Provinsi Riau termasuk dalam status kurang berkelanjutan dengan nilai S-Stress sebesar $0,14 < 0,25$ (Tabel 1), yang menunjukkan bahwa model dalam penelitian ini cukup mirip dengan keadaan yang sesungguhnya atau cukup sesuai dengan kondisi di lapangan. Nilai R² sebesar 0,94 menunjukkan atribut-atribut dipilih telah menjelaskan 94 persen dari keseluruhan model yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa data dapat dijelaskan dengan baik dari model yang dihasilkan (Yusuf *et al.* 2021).

Hasil ordinasi Rap-Rubber pada dimensi sosial (Gambar 3) terdapat perbedaan nilai indeks yang signifikan antara Kecamatan Gunung Toar (61,33) dengan tiga kecamatan lainnya. Hal ini dikarenakan Kecamatan Gunung Toar merupakan salah satu sentral kelembagaan Asosiasi Petani Karet Kuantan Singingi (APKARKUSI) yaitu wadah tempat berhimpunnya kelembagaan petani, berupa kelompok tani, gabungan kelompok tani, (Gapoktan) koperasi dan Unit Pengolahan Pemasaran Bokar (UPPB). APKARKUSI berperan dalam meningkatkan kelembagaan



Gambar 3. Status Keberlanjutan dan Analisis *Leverage* Dimensi Sosial

sosial dan daya tawar petani karet dalam pemasaran hasil karet.

Hasil analisis *leverage* menunjukkan bahwa dari delapan atribut dimensi sosial yang diukur, atribut yang sensitif terhadap status keberlanjutan perkebunan karet rakyat adalah hubungan sosial petani dan tengkulak dengan nilai *Root Mean Square* (RMS=7,29), kemudian diikuti oleh atribut tingkat pendidikan (RMS=6,02) dan ketersediaan penyuluhan (RMS=4,95). Peningkatan skor dari atribut hubungan sosial petani dan tengkulak dapat digunakan untuk meningkatkan nilai indeks keberlanjutan dimensi sosial keberlanjutan perkebunan karet rakyat.

Atribut hubungan sosial petani dan tengkulak merupakan atribut paling sensitif pada dimensi sosial dengan skor 7,29. Hubungan sosial antara petani dan tengkulak biasanya bersifat informal dan jangka panjang. Hal ini terjadi karena kedua pihak memiliki kepentingan yang saling menguntungkan. Petani membutuhkan tengkulak untuk menjual hasil panennya, sedangkan tengkulak membutuhkan petani untuk mendapatkan pasokan karet.

Hubungan sosial antara petani dan tengkulak juga dapat menimbulkan beberapa masalah, seperti ketergantungan petani terhadap tengkulak dan pemanfaatan tengkulak terhadap petani. Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, diperlukan adanya intervensi dari pemerintah dan pihak-pihak lain yang berkepentingan. Intervensi tersebut dapat berupa penyediaan akses pasar yang lebih

baik bagi petani, peningkatan kapasitas petani, dan regulasi yang melindungi petani.

Atribut tingkat pendidikan memiliki nilai RMS 6,02 dan ketersediaan penyuluhan dengan nilai RMS 4,95. Pendidikan dapat meningkatkan kesadaran petani tentang pentingnya keberlanjutan dan pengetahuan yang diperlukan untuk menerapkan praktik-praktik keberlanjutan. Fauzi (2019) menyatakan bahwa tingkat pendidikan menjadi jembatan antara keberlanjutan dimensi ekonomi dan dimensi sosial. pendidikan yang rendah dapat membatasi interaksi dan komunikasi petani dengan pemangku kepentingan lain, seperti lembaga pertanian, pemerintah, dan pasar. Petani karet dengan pendidikan yang lebih tinggi cenderung memiliki keterampilan komunikasi yang lebih baik, sehingga mampu membangun jaringan sosial yang lebih luas dan memperoleh akses informasi yang lebih baik. Hal ini berpotensi meningkatkan kerja sama dan dukungan dalam pengelolaan perkebunan karet. Pendidikan pertanian muncul sebagai pilar kunci yang tidak hanya memberikan bekal pengetahuan teknis, tetapi juga membentuk mindset para petani agar mendukung keberlanjutan (Monaghan *et al.* 2017).

Penyuluh pertanian berperan penting dalam membantu petani dalam mengatasi masalah teknis dan sarana produksi (benih), proses produksi, teknologi dan pemasaran dalam pengelolaan agribisnis. Penyuluhan yang intens juga dapat meningkatkan kesejahteraan sosial di komunitas petani karet yang dapat mencakup peningkatan akses terhadap

layanan pendidikan dan kesehatan, serta pemberdayaan masyarakat melalui peningkatan kemampuan dan pengetahuan. Hasil yang sama ditemukan pada penelitian oleh Nugroho & Oppie (2020) yang menyatakan semakin sering atau intens kegiatan penyuluhan dilakukan maka proses adopsi inovasi teknologi akan semakin cepat. Sofia et al. (2022) menyatakan bahwa adopsi inovasi yang disampaikan oleh penyuluh merupakan penunjang dalam pembangunan pertanian secara berkelanjutan.

Dimensi Ekonomi

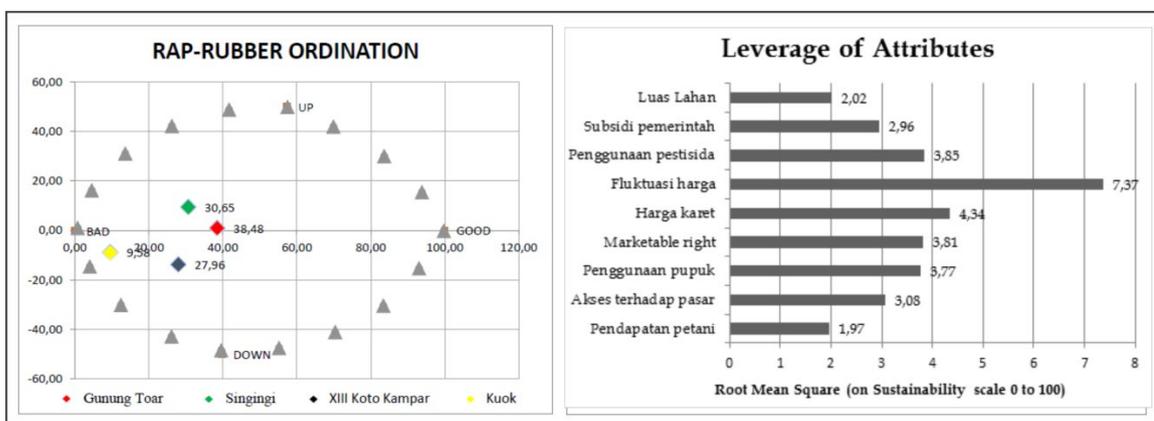
Dimensi ekonomi mencerminkan bagaimana pemanfaatan tanaman karet sebagai sumber daya berdampak secara ekonomi terhadap keberlanjutan kegiatan budidaya karet. Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai indeks keberlanjutan dimensi ekonomi termasuk kategori kurang berkelanjutan (37,26) dengan nilai S-Stress sebesar $0,14 < 0,25$ menunjukkan bahwa model dalam penelitian ini cukup sesuai dengan kondisi di lapangan (Rasihen et al. 2021). Nilai R^2 sebesar 0,94 menunjukkan bahwa data dapat dijelaskan dengan baik dari model yang dihasilkan.

Berdasarkan Gambar 4 nilai pada indeks keberlanjutan perkebunan karet rakyat dimensi ekonomi pada empat wilayah kecamatan memiliki keragaman nilai berselang antara 9,58-38,48. Nilai indeks pada masing-masing kecamatan yaitu Kecamatan Kuok (9,58), Kecamatan XIII Koto Kampar (27,96), Kecamatan Singingi (30,65), Kecamatan Gunung Toar (38,48).

Hasil dari keempat nilai indeks pada kecamatan-kecamatan di Provinsi Riau menunjukkan bahwa keberlanjutan dimensi ekonomi memiliki status kurang berkelanjutan sehingga diharapkan keberlanjutan ekonomi dalam mendukung keberlanjutan perkebunan karet rakyat dapat ditingkatkan.

Dimensi ekonomi yang rendah menunjukkan petani yang teridentifikasi perlu mendapatkan perhatian untuk dipertahankan atau perlu upaya serius untuk ditingkatkan secara ekonomi (Mazziotta et al. 2023). Saat ini pemerintah sedang giat membangun Provinsi Riau dari berbagai sektor, termasuk sektor perkebunan karet. Serapan program di satu sisi dan kewajiban membangun berdasarkan SDGs di sisi lain, mengharuskan banyak pihak ikut terlibat dalam membantu pemerintah agar tidak salah arah dalam pembangunan. Terutama pada pertimbangan kebijakan ekonomis agar mampu memperbaiki atribut-atribut ekonomi petani karet. Atribut-atribut ekonomi juga akan dijelaskan pada gambar 4.

Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan terdapat sembilan atribut dimensi ekonomi yang sangat menentukan atau mempengaruhi keberlanjutan perkebunan karet rakyat berdasarkan nilai yang dicapai dari yang tertinggi nilainya hingga terendah. Analisis keberlanjutan ini menggambarkan kondisi saat ini ((Nurmalina, 2008)). Oleh karena itu, diperlukan analisis *leverage* agar pengelolaan atributnya dapat disesuaikan secara spesifik, adapun atribut yang sensitif yaitu, fluktuasi harga



Gambar 4. Status Keberlanjutan dan Analisis *Leverage* Dimensi Ekonomi

(RMS=7,37), harga karet (RMS=4,34), dan penggunaan pestisida (RMS=3,85). Atribut fluktuasi harga merupakan atribut paling sensitif pada dimensi ekonomi dengan skor 7,37. Dalam hal ini karena kegiatan budidaya karet akan bergantung pada fluktuasi harga karet. Harga yang diterima petani sering tidak menentu ada jangka waktu yang tidak dapat diperkirakan. Sesuai data lapangan yaitu rata-rata harga pada Bulan Agustus Rp. 9.534, Bulan September Rp. 10.740, Bulan Oktober Rp. 11.327, Bulan November Rp. 11.232, Bulan Desember Rp. 11.195, dan Bulan Januari Rp. 10.300. Kondisi ini jelas akan mempengaruhi keberlanjutan perkebunan karet rakyat. Jika keadaan pasar tidak stabil maka akan terjadi fluktuasi yang berdampak pada pendapatan, dan tingkat kesejahteraan petani perkebunan (Muani 2018). Pada tingkat petani, fluktuasi harga sesuai perkembangan harga yang ditentukan oleh APARKUSI atau mengacu pada perkembangan karet pada pasar global.

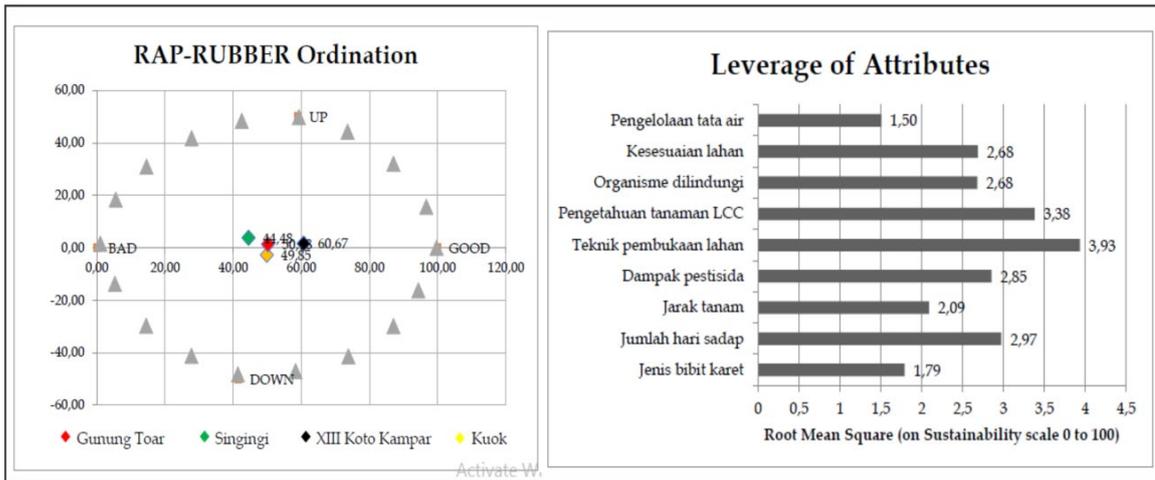
Berdasarkan analisis *leverage* atribut yang menjadi sensitif selanjutnya adalah harga karet (getah beku) dengan skor 4,34. Harga karet rata-rata di tingkat petani kepada pihak ke tiga yakni pedagang perantara atau tengkulak. Harga yang diterima petani dari pihak ke tiga tidak didasarkan pada umur tanaman, melainkan didasarkan dibuat sama untuk semua umur. Harga karet menjadi penting karena merupakan salah satu faktor keengganan petani untuk melakukan budidaya karet dan memperbaiki kualitasnya, ditambah lagi adanya permainan harga yang dilakukan oleh pedagang pengumpul atau tengkulak yang justru merugikan petani. Harga yang diterima petani sering tidak menentu ada jangka waktu yang tidak dapat diperkirakan. Pada tingkat petani, Harga karet alam terbukti sangat fluktuatif (Jayathilake *et al.* 2023). Harga karet naik tiga kali lipat pada tahun 2001-2011 dan setelah itu mengalami penurunan lebih dari 70% karena permintaan yang menurun dari Tiongkok (Ahrends *et al.* 2015). Kompleksitas dan fluktuasi harga pasar ini menjadi kendala keberlanjutan bagi petani karet rakyat dalam memperoleh pendapatan yang stabil dan dapat diandalkan (Marimin *et al.* 2014).

Atribut dominan yang ketiga adalah penggunaan pestisida sebagai pengendali gulma maupun tingkat serangan hama dan penyakit pada tanaman karet. Penggunaan pestisida yang tepat dapat membantu meningkatkan produktivitas pertanian dengan mengendalikan serangan hama dan penyakit tanaman. Dengan demikian, penggunaan pestisida dapat menjadi pengungkit untuk meningkatkan hasil panen dan produksi pertanian secara keseluruhan. Dengan mengurangi kerugian hasil tanaman akibat serangan hama dan penyakit, penggunaan pestisida dapat meningkatkan pendapatan petani. Tanaman yang sehat dan produktif cenderung menghasilkan hasil yang lebih baik.

Dimensi Ekologi

Dimensi ekologi merepresentasikan dampak dari pemanfaatan dan pengelolaan perkebunan karet rakyat. Karet merupakan komoditi yang penting dalam perekonomian Provinsi Riau. Budidaya karet memerlukan pemanfaatan dan pengelolaan yang tepat agar tidak mengancam keberlanjutan lingkungan. Hasil kajian terhadap indeks dimensi ekologi keberlanjutan perkebunan karet rakyat di Provinsi Riau termasuk dalam status cukup berkelanjutan dengan nilai S-Stress sebesar $0,13 < 0,25$ yang menunjukkan bahwa model dalam penelitian ini cukup mirip dengan keadaan yang sesungguhnya. Nilai R^2 sebesar 0,95 menunjukkan bahwa data dapat dijelaskan dengan baik dari model yang dihasilkan.

Pada gambar 5 menunjukkan indeks keberlanjutan karet rakyat pada empat kecamatan di Provinsi Riau berkisar antara 44,48-60,67, dimana Kecamatan Kuok memiliki nilai Singingi 44,48, Kecamatan Kuok 49, 85, Gunung Toar 50,85 dan XIII Koto Kampar 60,67. Dapat dijelaskan bahwa status sistem perkebunan karet berada pada kategori cukup berkelanjutan dari sisi dimensi ekologi. Secara realita di lapangan telah memperlihatkan praktek-praktek pertanian yang ramah lingkungan dilihat dari prinsip-prinsip sistem



Gambar 5. Status Keberlanjutan dan Analisis *Leverage* Dimensi Ekologi

pertanian yang dikembangkan selama ini, namun secara ilmiah perlu dibuktikan dalam sebuah riset. Hal ini juga yang mempengaruhi perilaku petani tidak banyak menggunakan pupuk kimia karena lahan petani dianggap sangat subur dalam menjamin kebutuhan hara tanaman dalam siklus hidupnya.

Nilai *indeks* keberlanjutan perkebunan karet rakyat pada dimensi ekologi yang berada pada kondisi cukup berkelanjutan harus ditingkatkan ke arah nilai yang lebih mendekati nilai 100% (*good*), melalui perbaikan atribut-atribut sensitif (atribut pengungkit) keberlanjutan. Hasil analisis *leverage* menunjukkan, bahwa faktor yang paling sensitif terhadap keberlanjutan perkebunan karet dimensi ekologi adalah atribut teknik pembukaan lahan yang ditunjukkan oleh nilai RMS (*Root Mean Square*) pada skala 3,93, diikuti pengetahuan tanaman LCC (RMS=3,38); dan jumlah hari sadap (RMS=2,97).

Atribut pada teknik pembukaan lahan, merupakan atribut paling sensitif pertama dalam dimensi ekologi keberlanjutan karet. Petani karet di wilayah penelitian menggunakan dua metode utama untuk membuka lahan. Petani karet menggunakan alat mesin seperti singso untuk menebang pohon-pohon besar, sementara untuk pohon yang lebih kecil, petani mengandalkan kampak dan parang. Meskipun demikian, praktik membakar lahan masih dilakukan, meskipun dalam skala dan intensitas yang lebih kecil. Walaupun para petani sudah memiliki pemahaman

akan aturan larangan membakar lahan sesuai peraturan pemerintah yang diatur dalam Undang-Undang No. 39 Tahun 2014, namun praktik membakar masih dipengaruhi oleh keterbatasan tenaga kerja dan modal yang mereka miliki. Petani karet cenderung memilih cara membakar karena dianggap lebih mudah, meskipun petani sadar akan dampak negatifnya terhadap lingkungan (Khaswarina dan Eliza 2018).

Petani karet cenderung memilih cara membakar karena dianggap lebih mudah, meskipun petani sadar akan dampak negatifnya terhadap lingkungan. Mencegah ekspansi perkebunan karet ke habitat alami merupakan hal yang sangat penting dalam ekologi (Ahrends *et al.* 2015). Kebijakan pemerintah pusat yang mendorong perluasan lahan perlu dievaluasi secara hati-hati. Pada tingkat petani rakyat, pendekatan berbasis dampak yang fokus pada peningkatan kapasitas, pendidikan sosial dan lingkungan dapat dilakukan (Warren *et al.* 2020).

Atribut pengetahuan petani karet terhadap tanaman LCC (*Legum Cover Crop*) juga memiliki dampak yang signifikan terhadap keberlanjutan ekologi. Pengetahuan para petani karet mengenai penggunaan tanaman penutup tanah mencakup pemahaman lokal yang menjadi bagian dari kesadaran petani karet akan praktik pertanian berkelanjutan. Tanaman LCC juga dapat meningkatkan keanekaragaman hayati di perkebunan karet dengan menyediakan habitat dan sumber ma-

kanan bagi berbagai organisme tanah dan serangga (Stevanus *et al.* 2018). Tanaman penutup tanah ini merupakan bagian dari pengetahuan tradisional yang dimiliki oleh petani dan menunjukkan komitmen petani karet terhadap praktik yang ramah lingkungan.

Atribut yang menjadi sensitif selanjutnya adalah jumlah hari sadap. Jumlah hari sadap merupakan periode waktu di mana karet dipanen untuk mengumpulkan lateksnya, memiliki pengaruh signifikan terhadap keberlanjutan ekologi perkebunan karet. Jumlah hari sadap terkait erat dengan praktik pengelolaan dan dampak lingkungan yang terkait dengan proses sadap. Proses sadap yang terlalu intensif atau terlalu sering dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perkebunan. Berdasarkan penelitian Achmad (2021) bahwa peningkatan intensitas eksploitasi atau sadap yang berlebihan akan menyebabkan penurunan kesehatan didalam tanaman karet. Jumlah hari sadap yang tepat diatur untuk memungkinkan pohon karet pulih dari proses ekstraksi lateks, mempertahankan kesehatan pohon, dan meminimalkan dampak negatif terhadap tanaman. pengelolaan yang bijaksana terhadap jumlah hari sadap menjadi penting untuk menjaga keberlanjutan ekologi perkebunan karet.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Nilai indeks keberlanjutan perkebunan karet rakyat di Provinsi Riau secara multidimensi yaitu 38,40, dengan kategori kurang berkelanjutan. Rentang nilai indeks keberlanjutan dalam tiap-tiap dimensi yaitu antara 19,86 sampai 60,67. Dimensi ekonomi menampilkan nilai keberlanjutan sangat rendah (26,67) dalam kategori kurang berkelanjutan, dimensi sosial kategori kurang berkelanjutan (37,26) sedangkan dimensi ekologi mempunyai nilai keberlanjutan paling tinggi (51,29) dengan status cukup berkelanjutan.

Atribut sensitif yang mempengaruhi keberlanjutan pada tiap dimensi (sosial, ekonomi dan ekologi) adalah atribut hubungan sosial petani serta tengkulak, pendidikan, ketersediaan penyuluhan (dimensi sosial); fluktuasi harga, harga karet, pemakaian pestisida (dimensi ekonomi); serta metode pembukaan lahan, jumlah hari sadap, dan keberadaan tumbuhan LCC (dimensi ekologi).

SARAN

Upaya untuk meningkatkan keberlanjutan perkebunan karet dengan memperbaiki atribut sensitif yang diidentifikasi dalam penelitian yaitu hubungan sosial petani serta tengkulak, pendidikan, ketersediaan penyuluhan (dimensi sosial); fluktuasi harga, harga karet, pemakaian pestisida (dimensi ekonomi); serta metode pembukaan lahan, jumlah hari sadap, dan keberadaan tumbuhan LCC (dimensi ekologi) sebagai faktor pendorong keberlanjutan perkebunan karet rakyat di Provinsi Riau.

Penekanan perbaikan keberlanjutan perlu ditekankan pada dimensi ekonomi dan dimensi sosial yang memiliki kategori kurang berkelanjutan. Meningkatkan keberlanjutan pada dimensi ekonomi, perlu dilakukan perbaikan harga dan diversifikasi pendapatan petani dengan mengembangkan usaha lain selain karet. Pada dimensi sosial, menyediakan program pendidikan dan pelatihan keterampilan bagi keluarga petani dapat meningkatkan kesejahteraan mereka. Membangun jaringan sosial yang kuat antar petani melalui kelompok tani atau forum diskusi juga dapat memperkuat hubungan sosial petani.

Perlu adanya pemilihan dimensi lain yang digunakan. Dengan hanya menggunakan dimensi ekonomi, sosial, dan ekologi. Aspek kelembagaan dan teknologi yang juga mempengaruhi keberlanjutan perkebunan karet rakyat di Provinsi Riau tidak dimasukkan dalam analisis. Hal ini dapat mengurangi kedalaman pemahaman terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi keberlanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahrends, A., Hollingsworth, P. M., Ziegler, A. D., Fox, J. M., Chen, H., Su, Y., & Xu, J. (2015). Current Trends of Rubber Expansion May Threaten Biodiversity and Livelihoods. *Global Environmental Change*, 34, 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.06.002>
- Cahyo, A. N., Saputra, J., Purbaya, M., & Wijaya, T. (2016). Carbon Footprint Dalam Proses Budidaya Tanaman Karet Dan Produksi Beberapa Produk Karet. *Warta Perkaratan*, 35(1), 49–66. <https://doi.org/10.22302/wp.v35i1.90>
- Dianti, E. F., Mara, A., & Elwamendri, . (2021). Peranan Perkebunan Karet dalam Pembangunan Ekonomi Wilayah di Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Ilmiah Sosio-Ekonomika Bisnis*, 17(2), 37–45. <https://doi.org/10.22437/jiseb.v17i2.2809>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2020). *Pemerintah Terus Dongkrak Harga Karet Rakyat*. Ditjenbun.Pertanian.Go.Id. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/kementan-pemerintah-terus-berupaya-dongkrak-harga-karet-rakyat/>
- Fauzi, A. (2019). *Teknik Analisis Keberlanjutan*. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Fauzi, A., & Oxtavianus, A. (2014). Pengukuran Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Sosial Dan Pembangunan*, 30(1), 42. <https://doi.org/10.29313/mimbar.v30i1.445>
- Jayathilake, H. M., Porte, C., Chang, J. W. J., Edwards, D. P., & Carrasco, L. R. (2023). Transnational Evidence for Socio-Economic Factors Affecting Income and Plantation Expansion Into Natural Habitats in Smallholder Rubber. *Resources, Conservation and Recycling Advances*, 18(August 2022). <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2023.200161>
- Kavanagh, P., & Pitcher, T. J. (2004). Implementing Microsoft Excel. *Fisheries Centre Research Reports*, 12(2), 1–80. https://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2011/12204/pdf/12_2.pdf
- Kennedy, S. F., Leimona, B., & Yi, Z. F. (2017). Making a green rubber stamp: Emerging dynamics of natural rubber eco-certification. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management*, 13(1), 100–115. <https://doi.org/10.1080/21513732.2016.1267664>
- Kenney, L. M., Wong, G., Baral, H., & Russell, A. J. M. (2018). Greening rubber? Political ecologies of plantation sustainability in Laos and Myanmar. *Geoforum*, 92(December 2017), 96–105. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.03.008>
- Khaswarina, S., & Eliza. (2018). Sustainability Analisis of Rubber Plantation in Sarak Island Distric Kampar Riau. *Sosiohumaniora*, 20(1), 65–69.
- Langenberger, G., Cadisch, G., Martin, K., Min, S., & Waibel, H. (2017). Rubber intercropping: a viable concept for the 21st century? *Agroforestry Systems*, 91(3), 577–596. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9961-8>
- Lubis, Y., Gunawan, I., & Purwaningrum, Y. (2020). Penyesuaian yang sesuai pada tanaman karet klon slow starter dari fisiologi dan produksi lateks. *AgriLand Jurnal Ilmu Pertanian*, 8(2), 177–181.
- Mamat, H. . (2017). Analisis Keberlanjutan Usahatani Tanaman Karet Di Lahan Gambut Terdegradasi: Studi Kasus Di Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 22(3), 115. <https://doi.org/https://Doi.Org/10.21082>
- Marimin, Darmawan, M. A., Machfud, Islam Fajar Putra, M. P., & Wiguna, B. (2014). Value Chain Analysis for Green Productivity Improvement in The Natural Rubber Supply Chain: A Case Study. *Journal of Cleaner Production*, 85, 201–211.

- <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.098>
- Mazziotta, A., Borges, P., Kangas, A., Halme, P., & Eyvindson, K. (2023). Spatial Trade-Offs Between Ecological and Economical Sustainability in The Boreal Production Forest. *Journal of Environmental Management*, 330, 117144. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117144>
- Monaghan, K., Swisher, M., Koenig, R. L., & Rodriguez, J. C. (2017). Education for sustainable agriculture: a typology of the role of teaching farms in achieving learning goals and objectives. *Environmental Education Research*, 23(6), 749-772. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1091877>
- Nugroho, E. D., & Oppie. (2020). Adopsi Inovasi Padi Organik Berbasis Kemitraan Di Desa Banyuputih Kidul Kecamatan Jatiroto Kabupaten Lumajang. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis (JEPA)*, 4, 604-613. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2020.04.03.14>
- Nurhamlin, Rasyad, A., Zulkarnain, & Suwondo. (2019). Model of sustainable development of smallholders in Riau Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 314(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/314/1/012081>
- Nurmalina, R. (2008). Analysis of Sustainability Index and Status of Rice Availability System in Several Regions in Indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi*, 26(1), 47-79. https://scholar.google.co.id/Scholar?hl=Id&As_Sdt=0%2C5&Scioq=Keberlanjutan+Pembangunan+Pulau-Pulau+Kecil%3A+Studi+Kasus+Kelurahan+Pulau+Panggang+Dan+Pulau+Pari%2C+Kepulauan+Seribu%2C+DKI+Jakarta&Q=Analisis+Indeks+Dan+Status+Keberlanjutan+Sistem+Ketersedi
- Ordóñez, C., & Duinker, P. N. (2010). Interpreting sustainability for urban forests. *Sustainability*, 2(6), 1510-1522. <https://doi.org/10.3390/su2061510>
- Pollesch, N., & Dale, V. H. (2015). Applications of Aggregation Theory to Sustainability Assessment. *Ecological Economics*, 114, 117-127. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.03.011>
- Rasihen, Y., Kilat Adhi, A., & Suprehatin, S. (2021). Analisis Keberlanjutan Usahatani Perkebunan Kelapa Rakyat Kabupaten Indragiri Hilir. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 9(2), 177-187. <https://doi.org/10.29244/jai.2021.9.2.177-187>
- Sari, M., Kurniati, D., & Maswadi, M. (2022). Keberlanjutan Perkebunan Karet Rakyat Di Kabupaten Ketapang Kalimantan Barat. *Jurnal Agrica*, 15(2), 155-168. <https://doi.org/10.31289/agrica.v15i2.6471>
- Sofia, S., Suryaningrum, F. L., & Subekti, S. (2022). Peran Penyuluh Pada Proses Adopsi Inovasi Petani Dalam Menunjang Pembangunan Pertanian. *Agribios*, 20(1), 151. <https://doi.org/10.36841/agribios.v20i1.1865>
- Solechah, W. M., & Sugito, S. (2023). Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan sebagai Kepentingan Nasional Indonesia dalam Presidensi G-20. *Dialektika : Jurnal Ekonomi Dan Ilmu Sosial*, 8(1), 12-23. <https://doi.org/10.36636/dialektika.v8i1.1487>
- Stevanus, C. T., Ardika, R., & Saputra, J. (2018). Pengaruh Sistem Olah Tanah Dan Cover Crop Terhadap Sifat Fisik Tanah Dan Pertumbuhan Tanaman Karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 35(2), 139-148. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v35i2.357>
- Syarifa, L. F., Agustina, D. S., Alamsyah, A., Nugraha, I. S., & Asywadi, H. (2023). Outlook Komoditas Karet Alam Indonesia 2023. *Jurnal Penelitian Karet*, 41(September), 47-58. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v41i1.841>

- Syofian, S., Sujianto, S., & Handoko, T. (2020). Modal Sosial Kelembagaan Petani Karet di Kabupaten Kuantan Singingi. *Gulawentah: Jurnal Studi Sosial*, 5(1), 52. <https://doi.org/10.25273/gulawentah.v5i1.6388>
- Traldi, R., Silva, J. A., Potapov, P., Tyukavina, A., Epprecht, M., Gore, M. L., & Phompila, C. (2023). Cultivating inequality? Regional rubber dynamics and implications for voluntary sustainability programs in Lao PDR. *World Development*, 170, 106312. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106312>
- Warren, T. E., Nelson, L., Juthong, W., Bumrungsri, S., Brattström, O., Stroesser, L., Chambon, B., Penot, É., Tongkaemkaew, U., Edwards, D. P., & Dolman, P. M. (2020). Rubber agroforestry in Thailand provides some biodiversity benefits without reducing yields. *Journal of Applied Ecology*, 57(1), 17-30. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13530>
- Yusuf, M., Wijaya, M., Surya, R. A., & Taufik, I. (2021). *MDS RAPS Teknik Analisis Keberlanjutan*. Penerbit Toha.
- Zhang, J. Q., Corlett, R. T., & Zhai, D. (2019). After The Rubber Boom: Good News and Bad News for Biodiversity in Xishuangbanna, Yunnan, China. *Regional Environmental Change*, 19(6), 1713-1724. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01509-4>