

## Keberlanjutan Perdagangan Karet Alam Indonesia ke Pasar Strategis: Perbandingan OLS Dan PPML dalam Regresi Data Panel

Ni Ketut Dela Yanti<sup>1</sup>, Daffa Ibra Danendra<sup>1</sup>, Dina Roffida Haqqi Daqianus<sup>1</sup>, Titin Suhartini Koswara<sup>1</sup>, Dini Mulia Sari<sup>1</sup>, Muhamad Alfin Hisam<sup>1</sup>, Novindra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agricultural Economics Study Program, Faculty of Economics and Management, IPB University

<sup>2</sup>Department of Resource and Environmental Economics, Faculty of Economics and Management, IPB University, Indonesia

\*Correspondence to: [yantidela@apps.ipb.ac.id](mailto:yantidela@apps.ipb.ac.id)

**Abstrak:** Penelitian ini menganalisis faktor-faktor penentu ekspor karet alam Indonesia ke pasar strategis global menggunakan Ordinary Least Squares (OLS) dan Poisson Pseudo Maximum Likelihood (PPML) pada data panel tahun 2013-2022. Variabel dependen adalah nilai ekspor karet alam (HS 4001), sementara variabel independen meliputi PDB riil Indonesia dan negara mitra, jarak geografis, nilai tukar riil, indikator kebebasan ekonomi (Government Integrity, Business Freedom, Trade Freedom, Financial Freedom), dan kualitas infrastruktur (Container Port Traffic). Hasil estimasi OLS dengan Fixed Effect Model (FEM) menunjukkan bahwa PDB riil negara mitra, jarak geografis, nilai tukar riil, serta semua indikator kebebasan ekonomi dan Container Port Traffic secara signifikan memengaruhi ekspor karet Indonesia, dengan model menjelaskan 62,48% variasi ekspor. Sebaliknya, PPML hanya menunjukkan PDB riil negara mitra yang signifikan, namun dengan koefisien negatif yang kontradiktif secara teori. Perbedaan ini disebabkan sensitivitas PPML terhadap distribusi data, khususnya ketiadaan observasi nol (zero trade flows) dalam data ekspor, menyebabkan underestimation. Oleh karena itu, OLS terbukti lebih informatif dalam menangkap sensitivitas faktor-faktor penentu ekspor karet Indonesia dalam konteks data ini.

**Kata Kunci:** Karet Alam, Perdagangan Internasional, Model Gravitasi, Regresi Data Panel, OLS, PPML

**Abstract:** This study analyzes the determinants of Indonesian natural rubber exports to strategic global markets using Ordinary Least Squares (OLS) and Poisson Pseudo Maximum Likelihood (PPML) on panel data from 2013-2022. The dependent variable is the export value of natural rubber (HS 4001), while the independent variables include real GDP of Indonesia and partner countries, geographical distance, real exchange rates, economic freedom indicators (Government Integrity, Business Freedom, Trade Freedom, Financial Freedom), and infrastructure quality (Container Port Traffic). OLS estimation using the Fixed Effects Model (FEM) reveals that the real GDP of trading partner countries, geographical distance, real exchange rates, and all economic freedom indicators, as well as Container Port Traffic, significantly influence Indonesian rubber exports, with the model explaining 62.48% of the variation in exports. In contrast, PPML only shows the real GDP of trading partner countries as significant, but with a negative coefficient, which is theoretically contradictory. This difference is attributed to PPML's sensitivity to data distribution, particularly the absence of zero trade flows in the export data, leading to an underestimation. Therefore, OLS proves to be more informative in capturing the sensitivity of factors determining Indonesian rubber exports in this data context.

**Keywords:** Natural Rubber, International Trade, Gravity Model, Panel Data Regression, OLS, PPML

**Citation:** Yanti, N.K.D., Danendra, D. I., Daqianus, D.R.H., Koswara, T.S., Sari, D. M., Hisam, M.A., Novindra. (2026) Keberlanjutan Perdagangan Karet Alam Indonesia ke Pasar Strategis: Perbandingan OLS Dan PPML dalam Regresi Data Panel. *Indonesian Journal of Agricultural, Resource and Environmental Economics*, 5 (1), 52-66.

**Doi:** <https://doi.org/10.29244/ijaree.v5i1.69019>

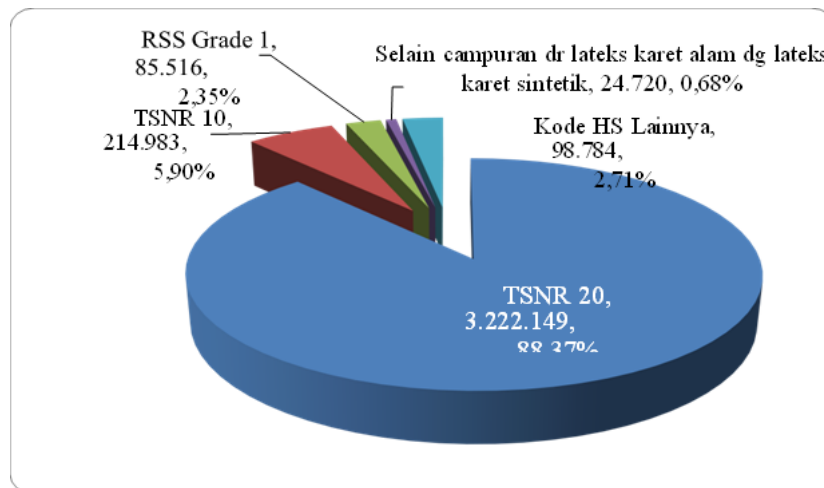
### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu produsen utama karet alam di dunia. Dua jenis utama karet alam yang diekspor Indonesia ke pasar global adalah *Ribbed Smoked Sheet* (RSS) dan *Technically Specified Natural Rubber* (TSNR). Keunggulan dari RSS terletak pada proses produksinya yang lebih rumit dan memerlukan perhatian khusus terhadap kualitas, menjadikannya produk dengan nilai jual lebih tinggi di pasar internasional dibandingkan dengan TSNR. Proses produksi RSS melibatkan proses pengeringan yang cermat, yang mempertahankan sifat fisiknya lebih baik dan mengurangi kerapuhan, menjadikannya pilihan utama bagi produsen ban dan industri lainnya yang membutuhkan kualitas karet yang lebih tinggi. Strategi

hilirisasi melalui insentif riset dan infrastruktur diperlukan (Indonesia Investments, 2024). Menurut Saputra & Hidayat (2022), kebijakan pemerintah dalam meningkatkan kualitas produksi dan akses pasar berperan sentral dalam kinerja ekspor RSS.

Indonesia mengandalkan dua jenis karet ini untuk ekspor global, meskipun volumenya lebih besar untuk TSNR. Sementara itu untuk ekspor wujud karet manufaktur didominasi oleh TSNR, dimana TSNR 20 dengan kode HS 4001.22.20 pada tahun 2022 nilai ekspornya sebesar USD 3,22 miliar atau 88,37% dari total nilai ekspor karet wujud manufaktur. Karet wujud manufaktur dengan kode HS lainnya hanya berkontribusi di bawah 5% kecuali TSNR 10 terhadap total nilai ekspor karet wujud manufaktur. Ekspor karet TSNR 20 tahun 2022 turun 11,79% jika dibandingkan tahun sebelumnya sebesar USD 3,65 milyar. Secara rinci, nilai serta share wujud karet manufaktur ini terhadap total ekspor dapat dilihat pada Gambar 1.

Secara tonase Indonesia mengekspor sekitar 1,6 juta ton TSNR pada tahun 2023, sedangkan ekspor RSS hanya mencapai 37.447 ton (World Bank, 2024). Meskipun demikian, perbedaan harga yang signifikan antara RSS dan TSNR memungkinkan Indonesia untuk mendapatkan keuntungan lebih tinggi dari ekspor RSS. Harga RSS di pasar internasional pada tahun 2023 tercatat sekitar 2.800 USD per ton, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan harga TSNR yang hanya mencapai 1.800 USD per ton (GoodStats, 2024). Penelitian Arifin (2020) menunjukkan bahwa efisiensi rantai pasok karet berkualitas tinggi seperti RSS secara signifikan meningkatkan daya saing ekspor Indonesia. Hal ini menandakan potensi besar bagi Indonesia untuk fokus pada peningkatan ekspor RSS meskipun volumenya lebih kecil.

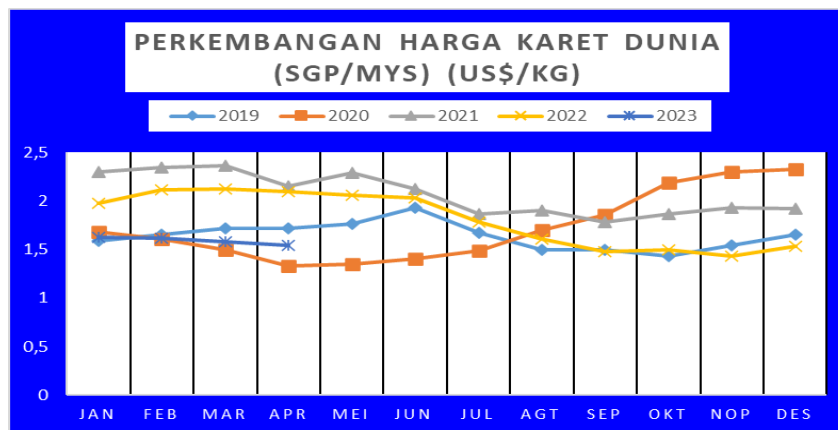


**Gambar 1.** Share Nilai Ekspor Karet Indonesia Wujud Manufaktur Berdasarkan Kode HS Tahun 2022 (Nilai dalam ribu USD). (Pusdatin dalam BPS 2023)

Harga karet alam di pasar internasional dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk permintaan industri ban yang sangat bergantung pada kualitas tinggi karet alam untuk produksi ban premium. RSS, dengan kualitas yang lebih tinggi, biasanya dipilih oleh negara-negara yang membutuhkan karet untuk industri ban mobil premium, sedangkan TSNR lebih sering digunakan oleh negara-negara yang membutuhkan karet dalam jumlah besar dengan harga yang lebih rendah (BPS, 2023). Studi Yusuf & Resosudarmo (2019) membuktikan bahwa integrasi pasar global dan kebijakan liberalisasi perdagangan berpengaruh positif terhadap ekspor karet bernilai tambah tinggi seperti RSS. Perbedaan harga ini memberikan Indonesia kesempatan untuk lebih memaksimalkan keuntungan dari ekspor RSS dengan meningkatkan kapasitas produksi dan kualitasnya, serta memperluas jaringan distribusi ke negara-negara yang membutuhkan produk berkualitas tinggi.

Tren harga karet pada lima tahun terakhir tahun 2019 - 2023 fluktuatif, tetapi cenderung konstan, tidak mengalami peningkatan yang signifikan. Pada Januari 2019 sampai Desember 2019 terus mengalami fluktuatif, jika pada Januari 2019 harga karet masih bertengger di harga 1,59 US\$/kg, selanjutnya harga bulanan cenderung sedikit naik sehingga pada Desember 2019 harga karet jenis SGP/MYS hanya mencapai 1,66 US\$/kg atau rata-rata naik tipis sebesar 1,47 persen per tahun. Selama tahun 2020 harga karet dunia masih cenderung fluktuatif di harga yang relatif rendah, dengan kisaran harga terendah 1,33 US\$/kg di Bulan April 2020 sampai tertinggi di 2,33 US\$/kg di bulan Desember 2020, dengan rata-rata harga bulanan

sebesar 1,73 USD/kg. Rata-rata pertumbuhan harga karet tahun 2020 cukup menggembirakan dengan pertumbuhan positif 3,18%/bulan (BPS, 2023) Untuk tahun 2021 harga rata-rata bulanan karet sebesar 2,07 USD/kg atau meningkat 19,85% dibandingkan harga rata-rata tahun 2020. Untuk tahun 2021 harga karet terendah dicapai pada Bulan Juli yang mencapai 1,87 USD/kg, dan harga tertinggi dicapai pada Bulan Maret sebesar 2,37 USD/kg. Untuk tahun 2022 harga rata-rata bulanan karet sebesar 1,81 USD/kg atau turun 12,59% dibandingkan harga rata-rata tahun 2021. Untuk tahun 2022 harga karet terendah dicapai pada Bulan Nopember yang mencapai 1,43 USD/kg, dan harga tertinggi dicapai pada Bulan Maret sebesar 2,12 USD/kg. Harga bulanan karet dunia selama periode Januari 2019 sampai April 2023 untuk jenis SGP/MYS rata-rata meningkat 0,37% per bulan. Pada tahun 2019 harga bulanan karet rata-rata naik sebesar 1,47% per bulan. Begitu juga di tahun 2020 harga bulanan karet di pasar dunia rata-rata naik sebesar 3,18% per bulan. Untuk tahun 2021 sejak Januari – Desember rata-rata harga karet turun 1,42% per bulan. Untuk tahun 2022, harga bulanan karet di pasar dunia rata-rata turun sebesar 1,67% per tahun. Posisi harga karet di Bulan Januari 2023 sebesar 1,63 US\$/kg dan di Bulan April 2023 sebesar 1,54 US\$/kg. Turunnya produksi mobil di Tiongkok, selama tiga bulan berturut-turut, dengan pengurangan 36.000 unit pada Agustus, menjadi salah satu isu yang paling mengemuka. Isu lainnya ialah kebijakan Honda Motor yang akan memangkas 40 persen produksi pada dua pabriknya di Jepang, karena ada masalah rantai pasok. Pabrik mobil adalah industri yang banyak menggunakan bahan karet alam. Isu pada sektor otomotif itu langsung berpengaruh pada harga karet. (PII, 2022).



Gambar 2. Perkembangan Harga Karet Dunia (World Bank dalam PUSDATIN, 2023)

Tren harga internasional menunjukkan bahwa meskipun ada fluktuasi yang cukup besar dalam harga karet alam global, RSS tetap memiliki harga yang lebih tinggi secara konsisten dibandingkan dengan TSNR. Menurut data dari GoodStats (2024), harga RSS mencapai puncaknya pada tahun 2023 dengan angka yang jauh lebih tinggi daripada harga TSNR. Perbedaan harga ini membuka peluang bagi Indonesia untuk meningkatkan nilai ekspor meskipun dalam volume yang lebih kecil. Hal ini memberikan ruang bagi negara untuk fokus pada produk berkualitas tinggi yang lebih menguntungkan dalam jangka panjang. Ada banyak peluang yang bisa dimanfaatkan untuk meningkatkan konsumsi karet alam, seperti dengan penggunaan karet sebagai campuran aspal, maupun produk barang jadi karet yang permintaannya meningkat akibat pandemi Covid-19, yakni sarung tangan karet dan karet perisai radiasi. ITRC juga berkomitmen melanjutkan dan memperbaiki implementasi Supply Management Scheme (SMS) yang berperan penting dalam mencapai keseimbangan pasokan dan permintaan karet alam di pasar global.

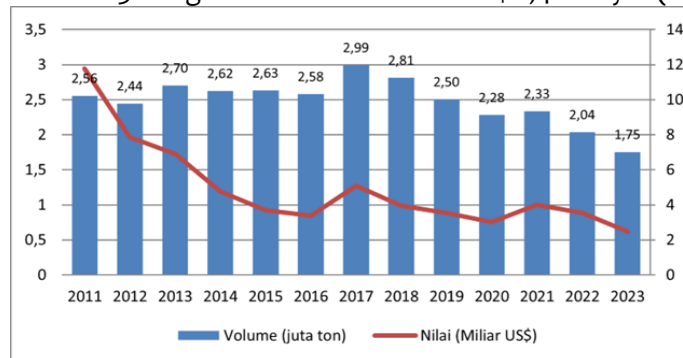
Harga karet dunia dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain suplai karet dari negara-negara penghasil karet dunia seperti Thailand, Indonesia, Vietnam dan Malaysia. Jika pasokan banyak, maka harga cenderung turun. Kelompok negara eksportir karet dunia atau International Tripartite Rubber Council (ITRC), yaitu Indonesia, Thailand, dan Malaysia sepakat melakukan pembatasan ekspor melalui skema Agreed Export Tonnage Scheme (AETS). Faktor lain yang mempengaruhi harga karet dunia adalah harga minyak bumi, sebagai bahan dasar produk saingan karet alam, yaitu karet sintetis. ITRC memiliki dua kesepakatan utama, yaitu negara anggota ITRC sepakat untuk terus berkomitmen dalam menjaga pasokan karet alam melalui skema ITRC dan memperluas kerangka kerja sama dengan negara produsen lainnya. ITRC memiliki skema menjaga pasokan karet alam melalui Skema Pengelolaan Pasokan (Supply Management Scheme/SMS) dan Skema Pembatasan Ekspor (Agreed Export Tonnage Scheme/AETS).

Untuk meningkatkan konsumsi karet di tiga negara, ITRC membentuk Skema Promosi Permintaan (Demand Promotion Scheme/DPS) sebagai wadah bagi negara anggota untuk menyampaikan strategi peningkatan penggunaan karet alam di dalam negeri seperti penggunaan karet sebagai campuran aspal dan berbagai inovasi produk berbasis karet alam. Skema ITRC bertujuan untuk menjaga keberlanjutan karet alam melalui stabilisasi harga karet alam dunia. (Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, 2019).

Merespon hal tersebut Indonesia dapat memanfaatkan potensi ekspor RSS dengan mengadopsi strategi untuk meningkatkan kualitas produksi dan efisiensi. Peningkatan kualitas RSS melalui teknologi yang lebih canggih akan meningkatkan daya saing Indonesia di pasar global, terutama di pasar yang lebih menghargai kualitas tinggi, seperti Jepang dan Eropa. Selain itu, diversifikasi pasar juga menjadi strategi penting. Meskipun pasar utama Indonesia masih berada di negara-negara seperti Jepang dan Amerika Serikat, namun potensi pasar di negara berkembang seperti India dan Vietnam semakin terbuka, seiring dengan pesatnya perkembangan industri otomotif di negara-negara tersebut (Indonesia Investments, 2024). Strategi Indonesia dalam mengoptimalkan potensi RSS dapat didukung oleh kebijakan pemerintah yang fokus pada hilirisasi industri karet, termasuk melalui pemberian insentif untuk riset dan pengembangan, serta investasi di sektor infrastruktur dan transportasi untuk mempermudah akses ke pasar global. Dengan langkah-langkah tersebut, Indonesia berpotensi untuk meraih keuntungan lebih besar dari ekspor RSS, yang memiliki nilai jual lebih tinggi dibandingkan dengan TSNR.

Tren ekspor karet alam Indonesia menunjukkan adanya fluktuasi signifikan dalam volume ekspor, namun ada satu tren positif yang muncul: meskipun volume ekspor menurun, nilai ekspor RSS terus menunjukkan peningkatan. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2023), meskipun volume ekspor karet alam Indonesia secara keseluruhan mengalami penurunan, nilai ekspor RSS yang lebih mahal per kilogram tetap dapat membantu Indonesia mempertahankan pendapatan dari sektor ini. Ekspor RSS Indonesia pada tahun 2023 tercatat sebesar 37.447 ton, tetapi nilai ekspor yang diperoleh mencapai hampir 20% dari total nilai ekspor karet alam Indonesia.

Penurunan volume ekspor karet, karena harga karet di pasar dunia mengalami penurunan. Menurut (World Bank, 2023) harga karet dunia terus mengalami penurunan, jika pada tahun 2019 harga karet Rubber SGP/MYS rata-rata mencapai 1,64 US\$/kg, maka tahun 2020 naik menjadi 1,73 US\$/kg. Pada tahun 2021 harga karet dunia sedikit membaik menjadi 2,07 US\$/kg, sementara pada tahun 2022 harga rata-rata karet dunia masih stabil di kisaran 1,81 US\$/kg. Sedangkan untuk karet jenis TSR 20 tahun 2019 rata-rata harga mencapai 1,41 US\$/kg, sedangkan tahun 2020 turun menjadi 1,33 US\$/kg, dan pada tahun 2021 agak membaik menjadi 1,68 US\$/kg, sebaliknya tahun 2022 harga Kembali turun menjadi 1,54 US\$/kg. Meskipun harga berfluktuasi, tetapi petani/perkebunan dan perusahaan mendorong terus meningkatkan produksi dan melakukan ekspor. Total ekspor karet alam tiga belas tahun terakhir cenderung berfluktuasi. Pada tahun 2011 total volume ekspor mencapai 2,56 juta ton dengan total nilai sebesar US\$ 11,76 milyar, menurun menjadi 1,75 juta ton pada tahun 2023 dengan total nilai sebesar US\$ 2,48 milyar (BPS, 2024).



**Gambar 3.** Perkembangan Volume dan Nilai Ekspor Karet Alam, Tahun 2011-2023  
Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS), 2024

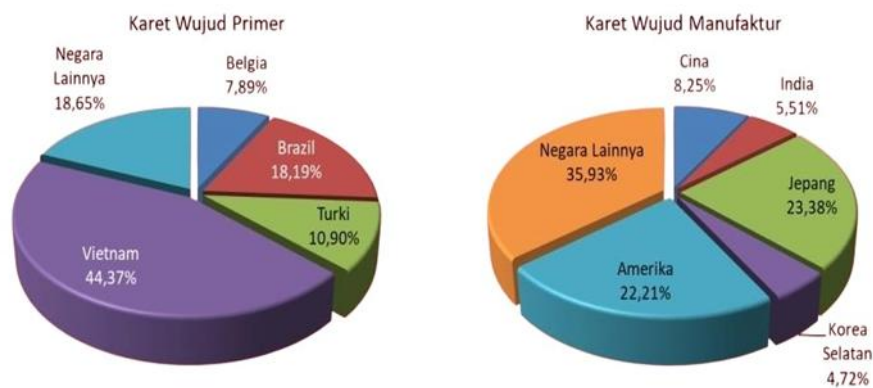
Grafik perdagangan karet alam Indonesia menunjukkan tren menurun dalam volume ekspor TSNR, sementara nilai ekspor RSS relatif stabil dan menunjukkan potensi untuk tumbuh lebih lanjut. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun Indonesia menghadapi tantangan dalam hal volume ekspor, potensi nilai ekspor tetap besar, terutama jika fokus pada produk-produk berkualitas tinggi seperti RSS. Oleh karena



itu, Indonesia perlu meningkatkan kualitas produksi karet alam dan memperluas pasar untuk memaksimalkan potensi nilai ekspor dari RSS (GoodStats, 2024).

Menurut New Trade Theory, perdagangan internasional tidak hanya dipengaruhi oleh keunggulan komparatif, tetapi juga oleh faktor-faktor seperti skala ekonomi dan efisiensi jaringan perdagangan antar negara. Indonesia dapat memanfaatkan teori ini dengan meningkatkan efisiensi produksi karet alam melalui penerapan teknologi yang lebih maju dan pengurangan biaya logistik. Selain itu, membangun jaringan perdagangan yang lebih luas dengan negara-negara yang memiliki permintaan tinggi untuk karet alam akan semakin memperkuat posisi Indonesia dalam pasar global (Krugman, 1991). Fluktuasi harga karet dipengaruhi oleh suplai negara produsen dan harga minyak bumi (World Bank, 2023). Analisis Rahman & Siregar (2021) mengonfirmasi bahwa volatilitas nilai tukar dan harga internasional merupakan determinan kritis volume ekspor karet Indonesia.

Selain itu, New Trade Theory juga menyoroti pentingnya kebijakan pemerintah dalam menciptakan iklim perdagangan yang kondusif, termasuk pembaharuan kebijakan regulasi dan dukungan untuk inovasi di sektor industri karet. Dengan menerapkan kebijakan yang mendukung efisiensi produksi dan akses



**Gambar 4.** Negara Tujuan Ekspor Karet Indonesia, Tahun 2022. (Pusdatin, 2023)

Dalam hal pangsa pasar, Jepang tetap menjadi negara tujuan utama untuk ekspor RSS Indonesia, menyerap sekitar 22,8% dari total ekspor karet alam Indonesia pada tahun 2023 (BPS, 2023). Selain Jepang, Amerika Serikat dan Tiongkok juga menjadi tujuan utama, masing-masing dengan kontribusi sebesar 21,6% dan 12,3%. Meskipun pasar-pasar ini masih mendominasi, Indonesia dapat memperluas jaringan pasar ekspornya dengan memasuki pasar non-tradisional yang menunjukkan potensi pertumbuhan yang tinggi, seperti India, Filipina, dan Vietnam (GoodStats, 2024). Pasar-pasar baru ini semakin menarik bagi Indonesia, mengingat permintaan yang terus berkembang di sektor industri otomotif dan manufaktur di negara-negara tersebut. Oleh karena itu, perluasan pasar ke negara-negara ini harus menjadi bagian dari strategi ekspor jangka panjang Indonesia untuk memastikan pertumbuhan yang berkelanjutan di pasar karet alam global.

Kebebasan ekonomi dan kualitas infrastruktur pelabuhan sangat berpengaruh terhadap kinerja ekspor karet alam Indonesia. Negara dengan tingkat kebebasan ekonomi yang tinggi, seperti Singapura, menunjukkan kinerja ekspor yang lebih baik karena adanya kebijakan yang mendukung kemudahan berbisnis dan akses pasar yang lebih terbuka (BPS, 2023). Untuk itu, Indonesia perlu terus memperbaiki sistem infrastruktur, terutama di sektor pelabuhan dan logistik, agar para eksportir dapat mengurangi biaya transaksi dan mengirimkan barang tepat waktu. Selain itu, penerapan standar internasional dalam kualitas pelabuhan dan prosedur ekspor akan memperkuat daya saing Indonesia di pasar global. Pentingnya kebebasan ekonomi dalam memfasilitasi perdagangan internasional juga menunjukkan bahwa Indonesia perlu terus berupaya memperbaiki regulasi domestik untuk menciptakan iklim usaha yang lebih kondusif bagi eksportir (GoodStats, 2024).

Berdasarkan kompleksitas dinamika pasar global, fluktuasi harga, dan potensi strategis RSS sebagai komoditas bernilai tinggi, maka identifikasi faktor determinan ekspor karet RSS Indonesia ke negara tujuan utama (Jepang, Amerika Serikat, Tiongkok) menjadi urgensi kritis. Penelitian ini diarahkan untuk mengungkap secara komprehensif pengaruh variabel harga, kualitas produksi, kebijakan perdagangan, infrastruktur logistik, serta diversifikasi pasar dalam mendorong optimalisasi ekspor RSS – sebagai fondasi

ilmiah bagi perumusan strategi hilirisasi berkelanjutan yang selaras dengan New Trade Theory dan tren permintaan global. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis determinan ekspor karet RSS di negara tujuan utama (Jepang, Amerika Serikat, Tiongkok). Pemilihan Jepang, Amerika Serikat, dan Tiongkok sebagai pasar strategis didasarkan pada posisi ketiga negara tersebut sebagai tujuan utama ekspor karet RSS Indonesia dengan tingkat permintaan yang tinggi, karakteristik pasar yang berbeda, serta potensinya dalam mendukung transformasi industri menuju strategi hilirisasi karet nasional yang berorientasi pada peningkatan nilai tambah dan daya saing global.

## METODE

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data panel dengan data cross section 34 negara mitra dagang utama komoditas karet alam Indonesia dengan menggunakan tahunan deret waktu tahun 2013 hingga 2022. Pemilihan 34 negara mitra dagang ini diperoleh dengan cara iterasi. Dimana mengurutkan nilai ekspor karet alam Indonesia dengan kode HS 4001 ke semua negara dari nilai terbesar hingga terkecil. Kemudian, dipilih 34 negara teratas yang memiliki data paling lengkap pada semua variabel penelitian yang akan diuji. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah nilai ekspor karet alam dengan kode HS 4001, sedangkan variabel independen yang digunakan adalah PDB Riil Indonesia, PDB Riil Negara Mitra, Jarak Ekonomi, Nilai Tukar Riil, *Trade Openness*, dan *Dummy Crisis*.

**Tabel 1 . Jenis dan Sumber Data**

| No | Data                              | Unit         | Sumber Data                           | Variabel     |
|----|-----------------------------------|--------------|---------------------------------------|--------------|
| 1  | Nilai Ekspor                      | US\$         | Un Comtrade                           | $T_{ijt}$    |
| 2  | PDB Riil Indonesia                | US\$         | World Development Indicator           | $PDB_{it}$   |
| 3  | PDB Riil Negara Mitra             | US\$         | World Development Indicator           | $PDB_{jt}$   |
| 4  | Jarak Geografis                   | Kilometer    | CEPII                                 | $Dist_{ijt}$ |
| 5  | Nilai Tukar Riil                  | Rp/LCU       | <i>Pacific Exchange Rate</i> dan CEIC | $Exc_{ijt}$  |
| 6  | <i>Government Integrity Index</i> | Indeks 1-100 | Heritage Foundation                   | $GI_{jt}$    |
| 7  | <i>Business Freedom Index</i>     | Indeks 1-100 | Heritage Foundation                   | $BF_{jt}$    |
| 8  | <i>Trade Freedom Index</i>        | Indeks 1-100 | Heritage Foundation                   | $TF_{jt}$    |
| 9  | <i>Financial Freedom Index</i>    | Indeks 1-100 | Heritage Foundation                   | $FF_{jt}$    |
| 10 | <i>Container Port Traffic</i>     | TEU          | World Development Indicator           | $CPT_{jt}$   |

### Metode Analisis Data

#### Metode Panel Data OLS

Dalam kajian ekonometrika, data yang digunakan dalam analisis statistik dapat dikategorikan menjadi tiga jenis utama, yaitu data time series, data cross-section, dan data panel. Data panel atau pooled data merupakan kombinasi antara data time series dan cross-section, yang memungkinkan pengamatan terhadap unit analisis tertentu dalam periode waktu tertentu secara simultan. Model regresi yang menggunakan data panel dikenal sebagai model regresi data panel, yang menjadi salah satu metode utama untuk menganalisis hubungan antara variabel-variabel ekonomi dalam konteks heterogenitas individu dan dinamika waktu.

Menurut Baltagi (2008), data panel memiliki beberapa keunggulan teoretis dan empiris yang menjadikannya alat yang unggul dalam analisis ekonometrika, di antaranya:

1. Data panel memberikan lebih banyak sumber variasi yang membuat estimasi terhadap parameter lebih efisien.
2. Data panel dapat mengontrol masalah heterogenitas variabel-variabel yang tidak dimasukkan dalam model (unobserved individual heterogeneity).
3. Data panel lebih baik dalam mengidentifikasi dan mengestimasi efek yang tidak dapat dideteksi pada time series dan cross-section murni.

Data panel lebih baik untuk penelitian dengan masalah perilaku dinamis yang kompleks. Salah satu karakteristik utama dari model regresi data panel adalah adanya double subscript pada variabel-variabelnya, yang mencerminkan dimensi individu (i) dan waktu (t) secara bersamaan (Baltagi, 2005). Secara umum, persamaan regresi data panel statis dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Keterangan :

- $y_{it}$  : nilai variabel dependen untuk setiap unit individu  $i$  pada periode  $t$   
 dengan  $i = 1, \dots, N$  dan  $t = 1, \dots, T$   
 $\alpha$  : intersep  
 $x_{it}$  : nilai variabel independen yang terdiri atas sejumlah  $K$  variabel  
 $\beta$  : parameter yang diestimasi  
 $\varepsilon_{it}$  : error term

Dalam analisis data panel, terdapat dua pendekatan utama yang sering digunakan, yaitu *Fixed Effects Model* (FEM) dan *Random Effects Model* (REM) (Firdaus, 2011). Kedua pendekatan ini dibedakan berdasarkan asumsi mengenai keberadaan korelasi antara komponen error dengan variabel bebas. Pada model *one-way error components*, istilah error hanya mencakup dua komponen, yaitu efek individu ( $\lambda$ ) dan error acak ( $u_{it}$ ). Oleh karena itu, struktur komponen error pada model ini dirumuskan sebagai berikut:

$$\varepsilon_{it} = \lambda_i + u_{it} \quad (2)$$

Sementara itu, pada *two-way error components model*, komponen error dirumuskan dengan lebih kompleks untuk mencakup tiga elemen, yaitu efek individu ( $\lambda$ ), error acak ( $u_{it}$ ), dan efek waktu ( $\mu_t$ ). Struktur komponen error dalam model ini secara spesifik dirumuskan sebagai berikut:

$$\varepsilon_{it} = \lambda_i + \mu_t + u_{it} \quad (3)$$

### Estimasi Model OLS

#### Model Pooled Least Square

Pendekatan menggunakan *Pooled Least Squares* (PLS) memanfaatkan penggabungan seluruh data (*pooled*) menjadi satu kesatuan, menghasilkan total observasi sebanyak  $N \times TN$ , di mana  $N$  merepresentasikan jumlah unit *cross-section* dan  $T$  merupakan jumlah periode waktu yang digunakan (Firdaus 2011). Model yang diterapkan dalam pendekatan ini dirumuskan sebagai berikut:

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

dengan asumsi bahwa nilai intersep ( $\alpha_i$ ) bersifat konstan untuk seluruh observasi, yaitu  $\alpha_i = \alpha$ . Pendekatan ini memiliki keterbatasan asumsi, di mana intersep dan koefisien setiap variabel diasumsikan sama untuk seluruh individu dalam sampel. Oleh karena itu, metode ini kurang sesuai untuk analisis data panel karena mengabaikan perbedaan karakteristik antarindividu maupun antarwaktu. Selain itu, estimasi parameter ( $\beta$ ) yang dihasilkan berpotensi bias, mengingat model ini tidak mampu membedakan perbedaan observasi pada periode yang sama ataupun mengidentifikasi variasi observasi yang sama pada periode yang berbeda (Firdaus 2011).

#### Fixed Effect Model (FEM)

*Fixed Effects Model* (FEM) diterapkan ketika efek individu dan efek waktu menunjukkan korelasi dengan  $x_{it}$  atau mengikuti pola tertentu yang tidak bersifat acak. Pendekatan ini didasarkan pada asumsi bahwa variabel-variabel yang dihilangkan dari model dapat menyebabkan variasi dalam intersep antar unit (*cross-section*) maupun antar waktu (*time-series*).

Untuk mengakomodasi variasi intersep ini, variabel *dummy* ( $D_i$ ) dapat ditambahkan ke dalam model, yang kemudian diestimasi menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS). Model tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$y_{it} = \sum \alpha_i D_i + \beta x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

dengan  $\alpha_i$  sebagai intersep yang bervariasi di antara unit *cross-section*. Estimasi parameter pada FEM dapat dilakukan melalui berbagai teknik, seperti *Pooled Least Squares* (PLS), *Least Squares Dummy Variable* (LSDV), dan *Within Group* (WG). Masing-masing teknik menawarkan pendekatan berbeda untuk menangkap variasi dalam intersep, yang bertujuan untuk menghasilkan estimasi parameter yang tidak bias dan konsisten.

#### Random Effect Model (REM)

*Random Effects Model* (REM) digunakan ketika efek individu dan efek waktu tidak memiliki korelasi dengan  $x_{it}$  atau mengikuti pola yang bersifat acak. Berdasarkan asumsi ini, komponen error dari efek individu dan efek waktu dimasukkan ke dalam error keseluruhan model. Pendekatan ini memungkinkan variasi antarindividu dan antarwaktu dimodelkan sebagai bagian dari *error term*. Model yang digunakan pada pendekatan *one-way error components* dirumuskan sebagai:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + u_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Sedangkan untuk *two-way error components*, modelnya mencakup efek waktu ( $\mu_t$ ) dan dirumuskan sebagai:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + u_{it} + \lambda_i + \mu_t \quad (7)$$

Asumsi yang paling penting dikaitkan dalam REM adalah nilai harapan dari  $x_{it}$  untuk setiap  $\tau_i$  adalah 0 atau  $E(\tau_i, x_{it}) = 0$ . Terdapat dua jenis pendekatan yang digunakan untuk menghitung estimator REM, yaitu *Between Estimator* (BE) dan *Generalized Least Square* (GLS).

### Uji Kesesuaian Model

#### 3.4.1 Pemilihan Model

##### 1. Chow Test

Untuk mengetahui model mana yang lebih baik dalam pengujian data panel, dapat dilakukan dengan penambahan variabel *dummy* sehingga dapat diketahui apakah intersepnya berbeda. Hal ini dapat diuji menggunakan **Uji Statistik F**. *Uji Chow Test* digunakan untuk menentukan apakah teknik regresi data panel dengan model **Fixed Effects** lebih baik dibandingkan regresi model data panel tanpa variabel *dummy*, yaitu metode **Pooled Least Squares** (PLS). Adapun hipotesis yang dibentuk dalam Chow test adalah sebagai berikut:

Ho: Model *Pooled Least Square* (PLS)

H1: Model *Fixed Effect* (FEM)

Ho ditolak jika nilai *p-value* lebih kecil dari nilai  $\alpha$  ( $\alpha = 5\%$ ). Ini berarti terdapat perbedaan antar individu (*intercept*) dalam model dan Model *Fixed Effect* lebih baik digunakan. Ho diterima jika nilai *P-value* lebih besar dari nilai  $\alpha$  ( $\alpha$ ) yang ditetapkan. Ini berarti tidak terdapat perbedaan antar individu (*intercept*) dalam model dan Model PLS dapat digunakan.

##### 1. Uji Hausman

Setelah *Uji Chow* menunjukkan bahwa model *Fixed Effect* lebih tepat digunakan dibandingkan model *Pooled Least Squares* (PLS), *Uji Hausman* dilakukan sebagai langkah selanjutnya. Tujuan *Uji Hausman* adalah untuk menentukan secara definitif apakah model *Fixed Effect* atau *Random Effect* yang paling tepat untuk analisis data panel. Adapun hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

Ho: Model *Random Effect* (REM)

H1: Model *Fixed Effect* (FEM)

Ho ditolak jika *P-value* lebih besar dari nilai  $\alpha$ . Sebaliknya, Ho diterima jika *P-value* lebih kecil dari nilai  $\alpha$ . Nilai  $\alpha$  yang digunakan sebesar 5%.

#### 3.4.2 Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik yang digunakan dalam regresi linier dengan pendekatan *Ordinary Least Square* (OLS) meliputi uji autokorelasi, heteroskedastisitas, multikolinearitas dan normalitas. Meskipun demikian, tidak semua uji asumsi klasik harus dilakukan pada setiap model regresi linier dengan pendekatan OLS. Menurut Gujarati dan Porter (2009), persamaan yang memenuhi asumsi klasik hanya persamaan yang menggunakan metode *Generalized Least Square* (GLS). Dalam estimasi panel yang menggunakan metode GLS hanya *Random Effect Model*, sedangkan *Fixed Effect* dan *Common Effect* menggunakan OLS. Dengan demikian perlu atau tidaknya pengujian asumsi klasik dalam penelitian tergantung pada hasil pemilihan metode estimasi. Apabila berdasarkan pemilihan metode estimasi yang sesuai untuk persamaan regresi adalah *Random Effect*, maka tidak perlu dilakukan uji asumsi klasik. Sebaliknya, apabila persamaan regresi terpilih menggunakan *Common Effect* atau *Fixed Effect* (OLS) maka perlu dilakukan uji asumsi klasik.

### Uji Autokorelasi

Autokorelasi adalah korelasi antara anggota serangkaian observasi yang diurutkan menurut waktu seperti dalam *time series* atau diurutkan menurut ruang seperti data dalam *cross section* (Gujarati 2006). Untuk mendeteksi adanya autokorelasi dapat dilakukan dengan menggunakan uji *Durbin-Watson* (DW), yaitu dengan membandingkan nilai *Durbin-Watson* dari model dengan DW-Tabel. Uji autokorelasi bertujuan untuk mengetahui apakah data pada periode sebelumnya mempengaruhi data pada periode sekarang. Sehingga, masalah autokorelasi hanya terjadi pada data *time series*. Pengujian autokorelasi pada data yang tidak bersifat *time series* (*cross section* atau panel) akan sia-sia semata atau tidaklah berarti. Artinya, tidak perlu pengujian masalah autokorelasi pada data panel. Dengan hipotesis sebagai berikut dan aturan pengujiannya tertera sebagai berikut (Juanda 2009):



**Tabel 2.** Hipotesis Uji Durbin-Watson

| Nilai DW                     | Keputusan                              |
|------------------------------|----------------------------------------|
| $0 < DW < dL$                | Tolak $H_0$ , ada autokorelasi positif |
| $dL \leq DW \leq dU$         | Tidak tentu, coba uji yang lain        |
| $dU < DW < 4 - dU$           | Terima $H_0$ , tidak ada autokorelasi  |
| $4 - dU \leq DW \leq 4 - dL$ | Tidak tentu, coba uji yang lain        |
| $4 - dL < DW < 4$            | Tolak $H_0$ , ada autokorelasi negatif |

### Uji Heteroskedastisitas

Salah satu asumsi yang harus dipenuhi agar estimasi parameter dalam model regresi bersifat BLUE (*Best Linier Unbias Estimator*) adalah  $\text{var}(u_i)$  harus sama dengan  $\sigma^2$  (konstan), atau dengan kata lain semua residual atau *error* mempunyai varian yang sama. Kondisi tersebut disebut homoskedastisitas. Sebaliknya bila varian tidak konstan atau berubah-ubah disebut dengan heteroskedastisitas. Heteroskedastisitas biasanya terjadi pada data *cross section*. Data panel lebih mendekati ciri data *cross section* dibandingkan *time series*. Sehingga pengujian heteroskedastisitas perlu dilakukan pada data panel. Cara mendeteksi adanya heteroskedastisitas bisa dengan menggunakan uji Park, uji White, uji Breush-Pagan-Godfrey atau membandingkan nilai *sum square resid* pada *weighted statistics* dengan *sum square resid* pada *unweighted statistic*. Jika nilai *sum square resid* pada *weighted statistic* lebih kecil maka terjadi masalah heteroskedastisitas. Untuk mengatasi masalah ini dapat dilakukan dengan mengestimasi GLS menggunakan *white-heteroscedasticity*.

### Uji Multikolinearitas

Multikolinearitas adalah hubungan linear yang kuat antara variabel-variabel bebas dalam persamaan regresi berganda. Gejala multikolinearitas ini dapat dideteksi dari nilai  $R^2$  tinggi tetapi tidak terdapat atau sedikit sekali koefisien dugaan yang berpengaruh nyata dan tanda koefisien regresi tidak sesuai dengan teori (Gujarati 2006). Ada dua uji formal yang bisa dilakukan untuk mendeteksi masalah ini yaitu Eigenvalues dan Conditional Index serta VIF dan Tolerance. Multikolinearitas dalam *pooled data* dapat diatasi dengan dilakukan dengan menambah jumlah data atau mengurangi jumlah data observasi, menambah atau mengurangi jumlah variabel independennya yang memiliki hubungan linear dengan variabel lainnya, mengkombinasikan data *cross section* dan *time series*, mengganti data, dan mentransformasi variabel atau pemberian pembobotan (*cross section weight*) atau GLS, sehingga parameter dugaan pada taraf uji tertentu (*t*-statistik maupun *F*-hitung) menjadi signifikan.

#### 1.4.3 Uji Statistik

##### 1. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) digunakan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh/kontribusi variabel  $X$  terhadap variabel  $Y$ , dengan rumus sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \quad (8)$$

keterangan:

$SSR$  : jumlah kuadrat regresi

$SST$  : jumlah kuadrat total

Koefisien determinasi ( $R^2$ ) dalam model regresi menunjukkan kekuatan hubungan antara variabel independen dan variabel dependen, dengan nilai yang berkisar antara 0 dan 1. Nilai  $R^2 = 1$  menunjukkan kecocokan sempurna, di mana seluruh variasi variabel dependen dapat dijelaskan oleh regresi. Sebaliknya,  $R^2 = 0$  menunjukkan tidak adanya hubungan antara kedua variabel. Semakin tinggi nilai  $R^2$ , semakin kuat hubungan dan semakin banyak variasi variabel dependen yang dijelaskan oleh regresi.

##### 2. Uji F

Uji F dilakukan untuk mengetahui apakah secara keseluruhan variabel independen berpengaruh nyata atau tidak terhadap variabel dependen (Gujarati 2004). Adapun hipotesis yang digunakan dalam Uji F sebagai berikut :

$H_0$ :  $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_K$

$H_1$ : Minimal ada satu  $\beta_j \neq 0$  ( $j = 1, 2, \dots, k$ )

Tolak  $H_0$  jika  $F\text{-statistik} > F_{\alpha, (k-1, NT-N-K)}$  atau probabilitas  $F\text{-statistik} < \alpha$ , maka artinya dengan tingkat keyakinan  $1-\alpha$  kita dapat menyimpulkan bahwa variabel independen yang digunakan di dalam model secara bersama-sama mampu menjelaskan variabel dependen.

### 3. Uji t-statistik

Uji t-statistik digunakan untuk mengetahui apakah variabel-variabel independen berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen secara parsial. Hipotesis dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

Tolak  $H_0$  jika  $t\text{-statistik} > t_{\alpha/2, (NT-K-1)}$  atau jika probabilitas  $t < \alpha$ , maka artinya dengan tingkat keyakinan  $1-\alpha$  kita dapat menyimpulkan bahwa variabel bebas ke-k secara parsial memengaruhi secara signifikan variabel tak bebas.

## 3.5 Model Penelitian

Adapun model yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \ln T_{ijt} = & \beta_0 + \beta_1 \ln PDB_{it} + \beta_2 \ln PDB_{jt} + \beta_3 \ln Dist_{ijt} + \beta_4 \ln Exc_{ijt} + \beta_5 GI_{jt} \\ & + \beta_6 BF_{jt} + \beta_7 TF_{jt} + \beta_8 FF_{jt} + \beta_9 CPT_{jt} \end{aligned}$$

Keterangan :

|              |                                                                                                |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $T_{ijt}$    | : Nilai ekspor karet alam Indonesia HS 400121 (i) ke negara mitra dagang (j) tahun ke-t (US\$) |
| $PDB_{it}$   | : Produk Domestik Bruto Riil Indonesia (i) tahun ke-t (US\$)                                   |
| $PDB_{jt}$   | : Produk Domestik Bruto Riil negara mitra dagang (j) tahun ke-t (US\$)                         |
| $Dist_{ijt}$ | : Jarak geografis dari Indonesia (i) ke negara mitra dagang (j) (km)                           |
| $Exc_{ijt}$  | : Nilai tukar riil Indonesia (i) terhadap negara mitra dagang (j) tahun ke-t (Rp/LCU)          |
| $GI_{jt}$    | : Indeks <i>Government Integrity Index</i> negara mitra dagang (j) tahun ke-t (0-100)          |
| $BF_{jt}$    | : Indeks <i>Business Freedom Index</i> negara mitra dagang (j) tahun ke-t (0-100)              |
| $TF_{jt}$    | : Indeks <i>Trade Freedom Index</i> negara mitra dagang (j) tahun ke-t (0-100)                 |
| $FF_{jt}$    | : Indeks <i>Financial Freedom Index</i> negara mitra dagang (j) tahun ke-t (0-100)             |
| $CPT_{jt}$   | : <i>Container Port Traffic</i> (TEU)                                                          |
| $\beta$      | : intersep                                                                                     |
| i            | : Indonesia                                                                                    |
| j            | : Negara mitra dagang                                                                          |
| t            | : 2013-2022                                                                                    |

### 3.5.1 Metode PPML

Lebih lanjut, untuk mengomparasi determinan ekspor karet Indonesia ke pasar strategis global, penelitian ini menggunakan *augmented gravity model* yang juga diestimasi dengan metode *Poisson Pseudo Maximum Likelihood* (PPML). Seiring waktu, pendekatan ini menjadi alat utama dalam analisis perdagangan internasional. Agar memenuhi asumsi klasik, variabel dalam model ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma natural. PPML dipilih karena mampu menangani masalah heteroskedastisitas, aliran perdagangan bernilai nol, serta menghasilkan estimasi yang konsisten dan efisien dalam konteks data perdagangan. Uji yang dilakukan dalam model PPML adalah yaitu *regression equation specification error test* (RESET) dilakukan untuk menguji ketahanan model terhadap heteroskedastisitas (Silva dan Tenreyro 2006). Lebih lanjut, berikut merupakan model estimasi dari penelitian ini.

$$T_{ijt} = \exp\{\beta_0 + \beta_1 \ln PDB_{it} + \beta_2 \ln PDB_{jt} + \beta_3 \ln Dist_{ijt} + \beta_4 \ln Exc_{ijt} + \beta_5 GI_{jt} + \beta_6 BF_{jt} + \beta_7 TF_{jt} + \beta_8 FF_{jt} + \beta_9 CPT_{jt} + \varepsilon_{it}\}$$

Keterangan :

|                    |                                                                                                |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $T_{ijt}$          | : Nilai ekspor karet alam Indonesia HS 400121 (i) ke negara mitra dagang (j) tahun ke-t (US\$) |
| $PDB_{it}$         | : Produk Domestik Bruto Riil Indonesia (i) tahun ke-t (US\$)                                   |
| $PDB_{jt}$         | : Produk Domestik Bruto Riil negara mitra dagang (j) tahun ke-t (US\$)                         |
| $Dist_{ijt}$       | : Jarak geografis dari Indonesia (i) ke negara mitra dagang (j) (km)                           |
| $Exc_{ijt}$        | : Nilai tukar riil Indonesia (i) terhadap negara mitra dagang (j) tahun ke-t (Rp/LCU)          |
| $GI_{jt}$          | : Indeks <i>Government Integrity Index</i> negara mitra dagang (j) tahun ke-t (0-100)          |
| $BF_{jt}$          | : Indeks <i>Business Freedom Index</i> negara mitra dagang (j) tahun ke-t (0-100)              |
| $TF_{jt}$          | : Indeks <i>Trade Freedom Index</i> negara mitra dagang (j) tahun ke-t (0-100)                 |
| $FF_{jt}$          | : Indeks <i>Financial Freedom Index</i> negara mitra dagang (j) tahun ke-t (0-100)             |
| $CPT_{jt}$         | : <i>Container Port Traffic</i> (TEU)                                                          |
| $\beta$            | : intersep                                                                                     |
| $\exp$             | : eksponensial                                                                                 |
| $\varepsilon_{it}$ | : Error term/ galat                                                                            |
| i                  | : Indonesia                                                                                    |
| j                  | : Negara mitra dagang                                                                          |
| t                  | : 2013-2022                                                                                    |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Menggunakan Metode OLS

Regresi data panel metode OLS yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan tiga pendekatan estimasi meliputi Pooled Least Square (PLS), Fixed Effect Model (FEM), dan Random Effect Model (REM). Pengujian Chow dilakukan untuk membandingkan model estimasi PLS dan FEM, menghasilkan nilai probabilitas 0.000 lebih kecil dari taraf nyata 5% sehingga tolak  $H_0$ , dimana model FEM lebih tepat digunakan. Lebih lanjut, dilakukan uji Hausman untuk membandingkan model estimasi FEM dan REM. Pengujian Hausman menghasilkan nilai probabilitas lebih kecil dari taraf nyata 5% (0.000) sehingga tolak  $H_0$ , artinya model FEM lebih tepat untuk digunakan. Berdasarkan hasil uji Chow dan Hausman metode estimasi yang paling tepat dilakukan menggunakan pendekatan Fixed Effect Model (FEM) pada analisis data panel menggunakan metode OLS (Tabel 1).

**Tabel 3.** Hasil Uji Chow dan Uji Hausman

| Model Pengujian | Nilai Probabilitas | Hasil Estimasi    |
|-----------------|--------------------|-------------------|
| Uji Chow        | 0.000              | Tolak $H_0$ , FEM |
| Uji Hausman     | 0.000              | Tolak $H_0$ , FEM |

Pendekatan FEM mensyaratkan untuk memenuhi asumsi Gauss-Markov dengan melakukan pengujian heteroskedastisitas dan autokorelasi untuk menghasilkan model yang BLUE (Best Linear Unbiased Estimator) (Tabel 2). Uji heteroskedastisitas menghasilkan nilai probabilitas lebih kecil dari taraf nyata 5% (0.0000) sehingga tolak  $H_0$  yang artinya model terindikasi heteroskedastisitas. Berikut pengujian autokorelasi menghasilkan nilai probabilitas yang lebih kecil dari taraf nyata 5% (0.0136) sehingga tolak  $H_0$  dan model terindikasi masalah autokorelasi. Mengatasi permasalahan heteroskedastisitas dan autokorelasi tersebut, maka dilakukan robust standar error, sehingga model persamaan terbebas dari kedua permasalahan. Hasil regresi data panel menggunakan pendekatan FEM yang telah robust dihasilkan dalam tabel 3.

**Tabel 4.** Pengujian Asumsi Gauss-Markov

| Model Pengujian         | Nilai Probabilitas | Hasil Uji                                     |
|-------------------------|--------------------|-----------------------------------------------|
| Uji Heterodkedastisitas | 0.0000             | Tolak $H_0$ , terindikasi heteroskedastisitas |
| Uji Autokorelasi        | 0.0136             | Tolak $H_0$ , terindikasi autokorelasi        |

Nilai R-square 0.6248 menunjukkan bahwa variabel independen mampu menggambarkan ekspor karet Indonesia sebesar 63% sedangkan 37% sisanya digambarkan oleh variable lain di luar model. Diperkuat

oleh nilai probabilitas uji F di bawah 5% (0.000), sehingga tolak  $H_0$ , artinya terdapat cukup bukti untuk menyatakan bahwa variable independen secara bersama-sama berpengaruh nyata terhadap nilai ekspor karet Indonesia. Namun demikian, secara parsial ekspor karet Indonesia dipengaruhi signifikan oleh PDB riil negara tujuan ekspor, jarak geografi, nilai tukar riil, government integrity, business freedom, trade freedom, financial freedom, dan container port traffic (Tabel 3).

**Tabel 5.** Determinan Ekspor Karet Indonesia ke Pasar Strategis Global

| Variabel                  | Coefficient | Robust Std. Err | t     | P > t  |
|---------------------------|-------------|-----------------|-------|--------|
| konstanta                 | -452.9058   | 695.3117        | -0.65 | 0.516  |
| Ln_PDBi Riil              | -8.7929     | 23.9682         | -0.37 | 0.714  |
| Ln_PDBj Riil              | 13.0388     | 2.0599          | 6.33  | 0.000* |
| Ln_Jarak Geografis        | 15.2078     | 6.2034          | 2.45  | 0.015* |
| Ln_Nilai Tukar Riil       | -5.0124     | 1.6014          | -3.13 | 0.002* |
| Government Integrity      | 2.0417      | 0.2991          | 6.83  | 0.000* |
| Business freedom          | -2.0841     | 0.4302          | -4.84 | 0.000* |
| Trade freedom             | 2.2913      | 0.7953          | 2.88  | 0.004* |
| Financial freedom         | -1.3269     | 0.3138          | -4.23 | 0.000* |
| Ln_Container Port Traffic | 15.3784     | 2.4652          | 6.24  | 0.000* |
| Number of obs             |             |                 |       | 190    |
| F(9; 180)                 |             |                 |       | 53.39  |
| Prob > F                  |             |                 |       | 0.000  |
| R-squared                 |             |                 |       | 0.6248 |
| Root MSE                  |             |                 |       | 34.324 |

\*= signifikan pada taraf nyata 5%

PDB riil negara tujuan ekspor karet Indonesia terdapat cukup bukti untuk memengaruhi nilai ekspor karet Indonesia secara signifikan. Nilai koefisien 13.0388 memiliki arti bahwa PDB negara tujuan ekspor memiliki hubungan positif terhadap nilai ekspor karet Indonesia, dimana ketika terjadi peningkatan PDB riil negara tujuan ekspor sebesar 1% akan berpotensi meningkatkan ekspor karet Indonesia sebesar 13% (ceteris paribus), demikian sebaliknya. Sejalan dengan penelitian terdahulu oleh Jagdambe dan Kannan 2020; Puspita dan Cahyadin (2014); Khurana dan Nauriyal 2017; Putri dan Sanjaya 2025; Rindayanti dan Akbar 2022. Berikut secara parsial ditunjukkan positif dan signifikan oleh Kamalia dan Wardhana (2020) untuk negara tujuan Amerika Serikat; Mawardi et al. 2021 untuk negara tujuan Brazil. Teori Adam Smith menyatakan bahwa pendapatan mempengaruhi daya beli masyarakat (Adi, 2017), sehingga dalam hal ini dapat dijelaskan bahwa pendapatan domestik bruto negara importir akan menunjukkan daya beli atau impor terhadap suatu komoditi secara positif.

Kondisi tersebut dapat dijelaskan pula untuk kondisi PDB riil Indonesia yang bertanda negatif untuk ekspor karet dan tidak signifikan. Nilai koefisien -8.7929 menjelaskan bahwa ketika terjadi kenaikan PDB riil Indonesia sebesar 1% maka akan menurunkan nilai ekspor karet sebesar 8,8%. Kamal (2016) menyebutkan bahwa seiring dengan meningkatnya PDB negara eksportir, ekspor negara tersebut akan mengalami penurunan sebagai respon akibat tingginya permintaan dalam negeri terhadap barang ekspor tersebut. Hal ini menandakan bahwa negara harus meningkatkan produktivitasnya untuk mempertahankan tingkat volume ekspor disamping meningkatnya konsumsi dalam negeri (Kamal 2016).

Jarak geografis memiliki pengaruh signifikan dan memiliki hubungan positif terhadap nilai ekspor karet Indonesia. Nilai koefisien 15.2078 berarti bahwa ketika terjadi peningkatan jarak geografi sejauh 1% akan menyebabkan peningkatan nilai ekspor karet Indonesia sebesar 15%. Temuan ini berlawanan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Jagdambe dan Kannan 2020; Doan dan Xing 2018; Miankhel et al. 2014; Drysdale et al. 2012; Khurana dan Nauriyal 2017, dimana semakin jauh jarak antar negara menyebabkan biaya yang dibutuhkan semakin tinggi. Namun demikian hal ini dapat disebabkan oleh kekuatan ekspor karet Indonesia yang mampu menguasai pasar sebesar 39% dari total pangsa pasar karet di pasar internasional, terbesar secara global (Nurzakiah et al. 2024), artinya karet Indonesia sangat dibutuhkan dalam memenuhi kebutuhan produk karet di masing-masing negara pengimpor.

Terdapat cukup bukti untuk menunjukkan pengaruh signifikan nilai tukar riil terhadap nilai ekspor karet Indonesia dengan hubungan yang bersifat negatif. Nilai koefisien -5.0124 menjelaskan ketika terjadi apresiasi nilai tukar sebesar 1% akan menyebabkan penurunan nilai ekspor sebesar 5% (ceteris paribus). Apresiasi menyebabkan harga di negara tujuan menjadi lebih mahal sehingga akan menurunkan minat



impor negara tersebut. Pemerintah harus mampu menjaga kestabilan nilai tukar dengan negara tujuan ekspor guna meningkatkan nilai ekspor suatu komoditi (Rindayanti dan Akbar, 2022). Kondisi serupa disampaikan dalam penelitian Rindayanti dan Akbar (2022); Muharami dan Novianti (2018); Pradipta dan Firdaus (2014).

Kemampuan perekonomian dari negara mitra dagang dapat diketahui melalui *variable economic freedom* yang memiliki berbagai macam indikator, dimana pada penelitian ini meliputi *government integrity*, *business freedom*, *trade freedom*, dan *financial freedom*. Seluruh variabel tersebut memiliki cukup bukti untuk dinyatakan berpengaruh signifikan terhadap ekspor karet Indonesia. *Government integrity* memiliki hubungan positif dengan nilai koefisien 2.0417. Artinya, ketika terjadi kenaikan indeks *government integrity* sebesar 1% berpotensi meningkatkan nilai ekspor karet sebesar 2%.

*Government integrity* merupakan penilaian atas tindakan pemerintah yang menyebabkan ketidakamanan dan paksaan dalam ekonomi sehingga merusak kebebasan ekonomi. Indikator tersebut dapat berupa praktik suap, pemerasan, nepotisme, kronisme, patronase, penggelapan, dan korupsi (Heritage Foundation, 2025). Semakin tinggi skor memberikan nilai integritas pemerintah yang semakin baik. Hal ini menandakan bahwa, ketika integritas pemerintah negara pengimpor bernilai tinggi akan memberikan keamanan bagi masyarakatnya untuk melakukan impor. Diperkuat oleh Deluna dan Cruz (2014) yang menggunakan *variable freedom of corruption* dimana semakin tinggi indeks maka mengindikasikan tingkat korupsi yang semakin kecil dan berdampak pada peningkatan ekspor di Philipina.

Koefisien *business freedom* memiliki arah hubungan negatif terhadap nilai ekspor karet Indonesia dengan nilai 2.0841. Artinya, ketika indeks *business freedom* meningkat sebesar 1% akan berpotensi menurunkan nilai ekspor karet sebesar 2%. Kondisi ini memiliki arah hubungan yang sejalan dengan penelitian Noviyani (2019), namun berlawanan arah dengan Deluna dan Cruz (2014) dimana semakin besar indeks *business freedom* mampu memberikan kemudahan yang lebih leluasa dalam melakukan perdagangan. Noviyani (2019) menjelaskan bahwa ketika kebebasan berbisnis suatu negara tinggi menyebabkan bisnis di negara tersebut berkembang pesat dan terjadi peningkatan produksi, sehingga permintaan terhadap produk impor akan menurun.

*Trade freedom* memiliki hubungan positif terhadap ekspor karet Indonesia. Nilai koefisien 2.2913 berarti bahwa ketika terjadi peningkatan indeks *trade freedom* sebesar 1% akan berpotensi meningkatkan nilai ekspor karet Indonesia sebesar 2.3%, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Deluna dan Cruz (2014); Doan dan Xing (2018). Indeks ini menjelaskan bahwa semakin besar nilai indeks menunjukkan bahwa semakin sedikit hambatan tarif dan non-tarif di negara mitra, sehingga memicu negara mitra untuk melakukan impor dengan bebas (Deluna dan Cruz, 2014).

Indeks *financial freedom* menunjukkan hubungan yang negatif terhadap nilai ekspor karet Indonesia. Koefisien -1.3269 memiliki arti bahwa ketika terjadi peningkatan indeks *financial freedom* sebesar 1% akan menurunkan nilai ekspor sebesar 1.3% sejalan dengan penelitian Deluna dan Cruz (2014), namun bertentangan dengan Noviyani (2019). Deluna dan Cruz (2014) menjelaskan bahwa indeks *financial freedom* merupakan ukuran intervensi pemerintah terhadap perbankan dalam sektor keuangan, semakin tinggi indeks menunjukkan semakin tinggi kebebasan. Hal ini menunjukkan ketika intervensi pemerintah terhadap perbankan rendah, maka perbankan dapat meningkatkan kekuatan pasar domestiknya dan menurunkan tingkat risiko bagi perusahaan pendatang sehingga dapat meningkatkan perekonomian negaranya Chava et al. (2013). Peningkatan ekonomi akan mendorong produksi dalam negeri dan menurunkan permintaan terhadap impor.

*Container port traffic* atau lalu lintas kontainer, memiliki hubungan positif terhadap nilai ekspor karet Indonesia dengan nilai koefisien 15.378. Artinya, ketika terjadi peningkatan aliran lalu lintas kontainer 1% akan meningkatkan nilai ekspor sebesar 15.4%. Lalu lintas ini mengukur aliran kontainer dari moda transportasi darat ke laut (dan sebaliknya). UNCTAD menyebutkan bahwa transportasi maritim sebagai urat nadi perdagangan global yang memfasilitasi pergerakan barang melintasi laut dan menghubungkan ekonomi dunia. Aliran transportasi maritimi yang dihitung menggunakan lalu lintas container ini apabila memiliki nilai semakin tinggi maka terjadi peningkatan jumlah barang dagang antar negara (UNCTAD, 2025).

**Tabel 6.** Hasil regresi Determinan Ekspor Karet Indonesia ke Pasar Strategis Global

| Variabel                  | Coefficient | Robust Std. Err | z     | P >  z   |
|---------------------------|-------------|-----------------|-------|----------|
| Konstanta                 | -11.2509    | 16.2133         | -0.69 | 0.488    |
| Ln_PDBi Riil              | 0.6594      | 0.5709          | 1.16  | 0.248    |
| Ln_PDBj Riil              | -0.099**    | 0.0355          | -2.77 | 0.006    |
| Ln_Jarak                  | 0.0874      | 0.0775          | 1.13  | 0.260    |
| Geografis                 |             |                 |       |          |
| Ln_Nilai Tukar Riil       | 0.8496      | 0.5995          | 1.42  | 0.156    |
| Gov. Integrity            | 0.0019      | 0.0035          | 0.54  | 0.587    |
| Business freedom          | -0.0145     | 0.0250          | -0.58 | 0.564    |
| Trade freedom             | 0.1299      | 0.0910          | 1.42  | 0.154    |
| Financial freedom         | -0.0688     | 0.0737          | -0.93 | 0.351    |
| Ln_Container Port Traffic | -0.6937     | 0.4621          | -1.50 | 0.132    |
| Number of parameter       |             |                 |       | 10       |
| Number of obs             |             |                 |       | 190      |
| Pseudo log-likelihood     |             |                 |       | -3594.15 |
| R-squared                 |             |                 |       | 0.13371  |
| Prob > Chi2               |             |                 |       | 0.1334   |

\*\* = signifikan pada taraf nyata 1%

Berdasarkan hasil estimasi model *Poisson Pseudo Maximum Likelihood* (PPML) untuk menganalisis determinan ekspor karet Indonesia ke pasar strategis global, nilai *Prob > Chi2* yang relatif besar (lebih dari 0.05) dapat memberikan indikasi bahwa tidak terdapat kesalahan spesifikasi model secara umum (*no misspecification*). Artinya, meskipun tidak semua variabel bebas secara statistik signifikan menjelaskan variasi ekspor, struktur model yang digunakan dianggap sesuai dan tidak mengandung bentuk spesifikasi yang salah, seperti penghilangan variabel penting atau penggunaan bentuk fungsional yang tidak tepat. Sementara itu, nilai *R-squared* sebesar 0.1337 menunjukkan bahwa sekitar 13.37% variasi dalam nilai ekspor karet Indonesia ke pasar strategis global dapat dijelaskan oleh variabel-variabel independen dalam model, seperti PDB riil mitra dagang dan domestik, jarak geografis, nilai tukar riil, serta indikator kebebasan ekonomi dan kualitas institusi. Meskipun nilai ini tergolong rendah, hal tersebut cukup umum terjadi dalam studi perdagangan internasional yang menggunakan data lintas negara dan waktu, mengingat banyaknya faktor tak teramati (*unobservable factors*) yang turut memengaruhi ekspor namun tidak dapat dimasukkan ke dalam model. Dengan demikian, walaupun kemampuan prediktif model secara kuantitatif terbatas, temuan ini tetap memberikan informasi berharga mengenai arah dan kekuatan hubungan antarvariabel utama yang memengaruhi ekspor karet Indonesia.

Berdasarkan hasil estimasi tidak ditemukan nilai koefisien yang signifikan secara statistik pada taraf 5%, kecuali variabel Produk Domestik Bruto (PDB) riil negara mitra dagang (Ln\_PDBj Riil) yang menunjukkan signifikansi pada tingkat 1% dengan nilai koefisien -0.099. Temuan ini cukup kontras jika dibandingkan dengan hasil regresi OLS data panel, dimana variabel tersebut justru menunjukkan hubungan positif dan signifikan, dengan nilai koefisien sebesar 13.0388. Hal ini mengindikasikan bahwa dalam estimasi OLS, peningkatan daya beli negara mitra secara signifikan mendorong ekspor karet Indonesia, sejalan dengan teori permintaan impor. Namun, pada PPML, arah hubungan menjadi negatif dan signifikan, yang secara teoritis tampak kontradiktif. Kemungkinan besar, hasil tersebut mencerminkan perbedaan sensitivitas model PPML terhadap distribusi data, terutama ketika tidak ada observasi nol dalam ekspor, sehingga PPML mungkin mengalami *underestimation* terhadap pengaruh variabel berskala besar seperti PDB mitra dagang (Pfaffermayr 2019; Shepherd 2025).

Selanjutnya, variabel PDB riil Indonesia (Ln\_PDBi Riil) menunjukkan hubungan positif dalam model PPML dengan koefisien 0.6594, meskipun tidak signifikan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan output ekonomi domestik tidak secara langsung berkorelasi negatif terhadap ekspor karet, bertolak belakang dengan hasil OLS yang menunjukkan hubungan negatif dan meskipun tidak signifikan,

menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi dalam negeri cenderung menurunkan ekspor karena naiknya permintaan domestik. Dalam hal ini, OLS lebih menangkap efek permintaan dalam negeri terhadap volume ekspor, sementara PPML yang bersifat non-linear lebih stabil terhadap variasi variabel makroekonomi besar.

Variabel jarak geografis ( $\text{Ln\_Jarak Geografis}$ ) dalam PPML menunjukkan koefisien positif (0.0874) namun tidak signifikan, yang secara arah sejalan dengan hasil OLS yang juga menunjukkan hubungan positif dan signifikan. Hasil ini memberikan indikasi bahwa, terlepas dari jarak, kekuatan pasar Indonesia dalam komoditas karet tetap menjadi daya tarik perdagangan. Meskipun secara teoritis jarak seharusnya menghambat ekspor karena peningkatan biaya logistik, namun dominasi Indonesia dalam pasar karet global dapat menutupi kendala tersebut, seperti yang juga tercermin dalam model OLS.

Nilai tukar riil ( $\text{Ln\_Nilai Tukar Riil}$ ) menunjukkan pengaruh positif dan tidak signifikan dalam model PPML, sedangkan OLS mengindikasikan hubungan negatif yang signifikan. Dalam teori perdagangan internasional, apresiasi nilai tukar domestik dapat mengurangi daya saing ekspor karena harga barang ekspor menjadi lebih mahal di pasar internasional. Oleh karena itu, hasil OLS yang menunjukkan hubungan negatif lebih sesuai dengan teori dibandingkan model PPML. Ketidaksesuaian ini muncul karena ketidakhadiran observasi nol dalam ekspor menyebabkan PPML tidak menangkap efek sensitivitas harga secara tepat (Minondo dan Silvente 2013).

Empat variabel yang merepresentasikan kebebasan ekonomi, yaitu *Government Integrity*, *Business Freedom*, *Trade Freedom*, dan *Financial Freedom* seluruhnya tidak signifikan dalam model PPML. Padahal, dalam model OLS keempat variabel tersebut berpengaruh signifikan dengan arah hubungan yang konsisten terhadap teori maupun studi empiris sebelumnya. *Government Integrity* berpengaruh positif dalam OLS, menunjukkan bahwa tata kelola pemerintahan negara mitra yang baik dapat menciptakan kepercayaan dan stabilitas perdagangan. Sementara *Business Freedom* dan *Financial Freedom* menunjukkan pengaruh negatif, menandakan bahwa semakin liberal pasar domestik negara mitra, semakin tinggi substitusi terhadap impor. Ketidaksignifikanan variabel-variabel ini dalam PPML dapat mencerminkan bahwa model tersebut kurang mampu menangkap dinamika kelembagaan dan institusional dalam memengaruhi ekspor ketika variasi antar negara cukup homogen (Levchenko 2007).

Variabel  $\text{Ln\_Container Port Traffic}$ , yang merepresentasikan kapasitas logistik dan infrastruktur pelabuhan, memiliki koefisien negatif dalam PPML (-0.6937) dan tidak signifikan, sedangkan pada OLS variabel ini menunjukkan hubungan positif dan sangat signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa infrastruktur logistik, khususnya lalu lintas kontainer, memang menjadi pendorong utama ekspor dalam model OLS, namun tidak terbaca secara efektif oleh model PPML. Ketidaksesuaian ini kembali memperkuat kemungkinan bahwa tanpa keberadaan data nol atau *zero trade flows*, model PPML menjadi *underpowered* dan tidak mampu mengestimasi hubungan yang sebenarnya dengan baik (Ferrantino dan Zhi 2008).

Secara umum, model PPML yang digunakan dalam konteks tanpa *zero trade flows* cenderung menghasilkan estimasi yang lebih konservatif dan tidak signifikan. Hal tersebut dapat mengarah pada *underestimation* terhadap variabel-variabel yang seharusnya memiliki pengaruh kuat, sebagaimana tercermin dalam model OLS (Afesorgbor 2013). Oleh karena itu, untuk konteks data ekspor Indonesia ke pasar strategis global yang tidak mengandung nilai nol, penggunaan model OLS terbukti lebih informatif dalam menangkap sensitivitas fakto ekonomi, institusional, dan logistik yang memengaruhi ekspor karet.

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil uji Chow dan Hausman, Fixed Effect Model (FEM) terbukti lebih tepat digunakan untuk analisis OLS dibandingkan Pooled Least Squares (PLS) atau Random Effect Model (REM). Model FEM yang telah di-robust untuk mengatasi heteroskedastisitas dan autokorelasi menunjukkan bahwa variabel independen secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap nilai ekspor karet Indonesia, dengan nilai  $R^2$  sebesar 0.6248, mengindikasikan bahwa 62.48% variasi ekspor dapat dijelaskan oleh model. Secara parsial, analisis OLS menemukan bahwa Produk Domestik Bruto (PDB) riil negara tujuan ekspor, jarak geografis, nilai tukar riil, *Government Integrity*, *Business Freedom*, *Trade Freedom*, *Financial Freedom*, dan *Container Port Traffic* secara signifikan memengaruhi ekspor karet Indonesia. PDB riil negara tujuan memiliki hubungan positif dan signifikan, menunjukkan bahwa peningkatan daya beli di negara mitra meningkatkan ekspor karet Indonesia.

Sebaliknya, PDB riil Indonesia menunjukkan hubungan negatif, mengindikasikan bahwa peningkatan permintaan domestik dapat menurunkan volume ekspor. Jarak geografis secara tak terduga memiliki pengaruh positif dan signifikan, kemungkinan karena dominasi Indonesia di pasar karet global. Nilai tukar riil berpengaruh negatif dan signifikan, di mana apresiasi nilai tukar menyebabkan penurunan ekspor. Variabel kebebasan ekonomi (Government Integrity, Business Freedom, Trade Freedom, dan Financial Freedom) juga menunjukkan pengaruh signifikan. Government Integrity dan Trade Freedom berpengaruh positif, sedangkan Business Freedom dan Financial Freedom berpengaruh negatif terhadap ekspor. Lalu lintas kontainer (*Container Port Traffic*) memiliki hubungan positif yang signifikan, menegaskan pentingnya infrastruktur logistik. Di sisi lain, analisis menggunakan metode PPML menunjukkan hasil yang kontras. Meskipun model PPML secara umum dianggap sesuai, nilai  $R^2$  yang rendah (0.1337) menunjukkan kemampuan prediktif yang terbatas. Hanya PDB riil negara mitra dagang yang signifikan pada taraf 1%, namun dengan koefisien negatif, yang secara teoritis kontradiktif dengan hasil OLS. Variabel lainnya seperti PDB riil Indonesia, jarak geografis, nilai tukar riil, kebebasan ekonomi, dan lalu lintas kontainer tidak menunjukkan signifikansi dalam model PPML. Ketidakesesuaian ini, terutama ketiadaan observasi nol (*zero trade flows*) dalam data ekspor, kemungkinan menyebabkan underestimation dan kurangnya sensitivitas model PPML terhadap faktor-faktor ekonomi, kelembagaan, dan logistik yang memengaruhi ekspor karet. Oleh karena itu, dalam konteks data ekspor karet Indonesia yang tidak memiliki nilai nol, model OLS terbukti lebih informatif.

Temuan model OLS tersebut memberikan implikasi kebijakan bahwa peningkatan kinerja ekspor karet Indonesia perlu diarahkan pada penguatan kualitas produksi dan konsistensi standar mutu agar mampu memenuhi kebutuhan pasar tujuan dengan daya beli yang tinggi. Selain itu, hasil signifikansi variabel Government Integrity, Trade Freedom, dan Business Freedom menunjukkan pentingnya perbaikan tata kelola ekspor melalui penyederhanaan regulasi, peningkatan transparansi kelembagaan, serta penciptaan iklim usaha yang lebih efisien bagi eksportir. Di sisi lain, pengaruh positif Container Port Traffic menegaskan urgensi percepatan pembangunan dan modernisasi infrastruktur pelabuhan serta sistem logistik nasional untuk menekan biaya distribusi, meningkatkan ketepatan waktu pengiriman, dan memperkuat daya saing ekspor karet Indonesia dalam kerangka strategi hilirisasi yang berorientasi pada peningkatan nilai tambah dan keberlanjutan ekspor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, L. (2017). Pengaruh exchange rate dan GDP terhadap ekspor dan impor Indonesia. *Develop*, 1(1).
- Afesorgbor, S. K. (2013). Revisiting the effectiveness of African economic integration. a meta-analytic review and comparative estimation methods.
- Anderson, J. E. (1979). A theoretical foundation for the gravity equation. *The American economic review*, 69(1), 106-116.
- Arifin, B. (2020). Supply Chain Efficiency and Export Competitiveness of Natural Rubber in Indonesia. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 10(3), 321-335. <https://doi.org/10.1108/JADEE-05-2019-0071>
- Badan Pusat Statistik. (2023). Statistik Karet Indonesia 2023. Jakarta: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Perkembangan Ekspor Komoditas Perkebunan 2011-2023. Jakarta: BPS.
- Baltagi, B. H. (2008). *Econometric analysis of panel data*. Rohn Wiley.
- Bergstrand, J. H. (1985). The gravity equation in international trade: some microeconomic foundations and empirical evidence. *The review of economics and statistics*, 474-481.
- Chava, S., Oettl, A., Subramanian, A., & Subramanian, K. V. (2013). Banking deregulation and innovation. *Journal of Financial economics*, 109(3), 759-774.
- Deluna Jr, R., & Cruz, E. (2013). Philippine export efficiency and potential: an application of stochastic frontier gravity model.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2020). Statistik Perkebunan Karet Indonesia 2019-2021
- Doan, T. N., & Xing, Y. (2018). Trade efficiency, free trade agreements and rules of origin. *Journal of Asian Economics*, 55, 33-41.
- Drysdale, P., Huang, Y., & Kalirajan, K. P. (2000). China's trade efficiency: measurement and determinants'. *APEC and liberalisation of the Chinese economy*, Asia Pacific Press, Canberra, 259-71.
- FAOSTAT. (2022). Top producers of natural rubber. Food and Agriculture Organization



- Ferrantino, M. J., & Zhi, W. A. N. G. (2008). Accounting for discrepancies in bilateral trade: The case of China, Hong Kong, and the United States. *China Economic Review*, 19(3), 502-520.
- GoodStats. (2024). Analisis Harga Karet Alam Global 2019-2024. Jakarta: GoodStats Data.
- Greene, W. H. (2012). *Econometric Analysis* (7th ed.). Pearson Education.
- Gwartney, J., Lawson, R., Hall, J., & Murphy, R. (2021). Economic freedom of the world-2021 annual report. *Institute of Economic Affairs Monographs, Forthcoming*.
- Head, K., & Mayer, T. (2014). Gravity equations: Workhorse, toolkit, and cookbook. In *Handbook of international economics* (Vol. 4, pp. 131-195). Elsevier.
- Heritage Foundation. 2025. The Index of Economic Freedom. [diakses 30 Mei 2025] [diakses pada : <https://www.heritage.org/index/pages/about>]
- Hoekman, B., & Nicita, A. (2011). Trade policy, trade costs, and developing country trade. *World development*, 39(12), 2069-2079.
- Hsiao, C. (2014). *Analysis of Panel Data* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Indonesia Investments. (2024). Prospek Industri Karet Alam Indonesia. Diakses dari <https://www.indonesia-investments.com>
- IRSG. (2021). World Rubber Industry Outlook. International Rubber Study Group.
- Jagdamba, S., & Kannan, E. (2020). Effects of ASEAN-India Free Trade Agreement on agricultural trade: The gravity model approach. *World Development Perspectives*, 19, 100212.
- Jones, R. W. (2008). Heckscher–Ohlin trade theory. In *The new Palgrave dictionary of economics* (pp. 1-13). Palgrave Macmillan, London.
- Kamal, A. (2016). Beyond Normalization of Trade Ties-A Pakistan–India Free Trade Agreement (FTA): A Stochastic Frontier Gravity Model (SFGM) Approach.
- Kamalia dan A. Wardhana. 2020. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi ekspor karet Indonesia ke Amerika Serikat. *JIEP : Jurnal Ilmu Ekonomi dan Pembangunan*, 5 (2) : 687-705. View of Analisis Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Ekspor Karet Indonesia Ke Amerika Serikat
- Kementerian Perdagangan RI. (2019). Nota Kesepakatan ITRC Tentang Skema AETS/SMS. Arsip Resmi Kemendag No. SP-2475/2019.
- Kementerian Perdagangan RI. (2019). Nota Kesepakatan ITRC Tentang Skema AETS/SMS. Arsip Resmi Kemendag No. SP-2475/2019.
- Khurana R, Nauriyal DK. 2017. ASEAN-India free trade agreement: evaluating trade creation and trade diversion effects. *Journal of East-West Business*. 23(3): 283-307. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10669868.2017.1322548>
- Krugman, P. (1991). Geography and trade. Cambridge. MIT Press.. 1991b. *Increasing returns and economic geography*. *Journal of Political Economy*, 99(31), 483-99.
- Leontief, W. (1953). Domestic production and foreign trade; the American capital position re-examined. *Proceedings of the American philosophical Society*, 97(4), 332-349.
- Levchenko, A. A. (2007). Institutional quality and international trade. *The Review of Economic Studies*, 74(3), 791-819.
- Mawardi A.N, T.E. Suswatiningsih, dan A. Ambasari. 2021. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi ekspor karet alam Indonesia ke Brazil. *Jurnal Agrifitia*, 1 (1) : 80-88. <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/AFT/article/view/89>
- Miankhel, A. K., Kalirajan, K., & Thangavelu, S. M. (2014). Australia's export potential: an exploratory analysis. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 19(2), 230-246.
- Minondo, A., & Silvente, F. R. (2013). Estimating the gravity equation with the actual number of exporting firms. *Estudios de economía*, 40(1), 5-19.
- Muharami, G., & Novianti, T. (2018). *Analisis kinerja ekspor komoditas karet Indonesia ke Amerika Latin*. Bogor Agricultural University.
- Noviyani DS. 2019. Analisis Efisiensi Ekspor dan FAKtor-FAKtor yang Memengaruhhi Inefisiensi Ekspor Indonesia. [Tesis] Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Nurzakiah, S., Rifin, A., & Nurmalina, R. (2024, September). POSISI PASAR KARET INDONESIA DI PASAR INTERNASIONAL. In *Agribusiness Forum/Forum Agribisnis* (Vol. 14, No. 2).
- Pfaffermayr, M. (2019). Gravity models, PPML estimation and the bias of the robust standard errors. *Applied Economics Letters*, 26(18), 1467-1471.

- Pradipta, A., & Firdaus, M. (2014). Posisi daya saing dan faktor-faktor yang memengaruhi ekspor buah-buahan Indonesia. *Jurnal manajemen dan agribisnis*, 11(2), 129-143.
- Puspitasari, G., & Cahyadin, M. (2014). Pengaruh gross domestic product (GDP) dan nilai tukar negara mitra dagang utama terhadap ekspor karet alam Indonesia tahun 2000-2012. *Kajian*, 19(1), 21-32.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2023). Outlook Komoditas Karet 2023. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Putri, N. P. A., & Sanjaya, P. K. A. (2025). Between GDP, Inflation, and Exchange Rate: Determinants Analysis Of Indonesia's Crumb Rubber Export Volume (2013–2023). *International Journal of Management Research and Economics*, 3(2), 55-76.
- Portal Informasi Indonesia. (2022). Tarik Ulur Harga Karet. Diakses dari <https://indonesia.go.id>
- Rahman, M. F., & Siregar, H. (2021). Impact of Exchange Rates and International Prices on Indonesia's Rubber Exports. *Economies*, 9(4), 156. <https://doi.org/10.3390/economies9040156>
- Ricardo, D. (1821). *On the principles of political economy*. London: J. Murray.
- Rindayati, W., & Akbar, R. (2022). COMPETITIVENESS AND DETERMINANTS OF INDONESIAN FROZEN SHRIMP EXPORTS TO NON-TRADITIONAL MARKETS. *Journal of Management & Agribusiness/Jurnal Manajemen & Agribisnis*, 19(3).
- Rivai, M. A., Yusuf, E., & Purnomo, M. (2019). Analisis Rantai Nilai Karet Rakyat di Sumatera Selatan. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 7(2), 125–135.
- Silva, J. S., & Tenreyro, S. (2006). The log of gravity. *The Review of Economics and statistics*, 641-658.
- Saputra, P. M. A., & Hidayat, K. (2022). Determinants of Indonesian Natural Rubber Export performance. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(1), 45–54. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.1.45>
- Shepherd, B. (2025). Bias in Poisson Pseudo-Maximum Likelihood estimation of structural gravity models: how much of a problem for applied research?. *Applied Economics Letters*, 32(2), 222-227.
- Silva, J. S., & Tenreyro, S. (2006). The log of gravity. *The Review of Economics and statistics*, 641-658.
- Smith, A. (2024). 1776 An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. In *Foundations of Monetary* Tinbergen, J. (1962). Shaping the world economy; suggestions for an international economic policy.
- The Heritage Foundation. (2024). Index of Economic Freedom 2024. <https://www.heritage.org/index>.
- UNCATD. International Maritime Trade and Port Traffic. [diakses pada 30 Mei 2025] [diakses pada: <https://unctadstat.unctad.org/insights/theme/108>
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* (2nd ed.). MIT Press.
- World Bank. (2023). *Commodity Markets Outlook: Rubber*. Washington, DC: World Bank Group.
- World Bank. (2024). *Global Economic Prospects: Commodity Price Volatility*. Washington, DC: World Bank Group.
- Yusuf, A. A., & Resosudarmo, B. P. (2019). Trade Liberalization and Regional Integration of Indonesian Rubber Exports. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 55(2), 181–208. <https://doi.org/10.1080/00074918.2019.1604438>