

DAMPAK CARBON BORDER ADJUSTMENT MECHANISM(CBAM) PADA PERDAGANGAN INTERNASIONAL DAN EMISI KARBON DENGAN MODEL GLOBAL TRADE ANALYSIS PROJECT (GTAP)

Anita Pratiwi¹, Rizky Fauzi², Muh. Tapik Stiawan³, Damar Aji
Muhammady¹

¹ Kantor Pengawasan dan Pelayanan Bea dan Cukai Tipe Madya Pabean C
Banda Aceh, Direktorat Jenderal Bea dan Cukai

² Pusdiklat Keuangan Umum, Badan Pendidikan dan Pelatihan Keuangan

³ Direktorat Audit Kepabeanan dan Cukai, Direktorat Jenderal Bea dan
Cukai

Email korespondensi: rizky.fauzi90@kemenkeu.go.id

ABSTRAK

Kajian akademis ini bertujuan untuk menganalisis dampak penerapan Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) pada perdagangan internasional dan emisi karbon di Indonesia. Penelitian ini menggunakan metode Global Trade Analysis Project (GTAP) versi 10, yang menggabungkan data perdagangan dan emisi karbon global untuk mensimulasikan dampak CBAM pada ekspor dan impor di enam komoditas utama: semen, aluminium, pupuk, listrik, besi dan baja, serta hidrogen. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan CBAM berpotensi menurunkan volume ekspor Indonesia, menaikkan harga jual produk ekspor, dan menurunkan harga jual produk impor, khususnya di sektor-sektor yang tergolong intensif karbon. Selain itu, CBAM memberikan insentif kepada sektor industri untuk beralih ke teknologi yang lebih ramah lingkungan guna mengurangi beban pajak karbon. Simulasi ini juga menunjukkan bahwa kebijakan ini dapat berkontribusi pada penurunan emisi karbon di Indonesia, meskipun berdampak negatif pada volume perdagangan dalam jangka pendek. Kesimpulannya, penerapan CBAM perlu dipertimbangkan secara strategis oleh pemerintah Indonesia dalam rangka mendukung transisi menuju ekonomi rendah karbon dan mencapai target *Net Zero Emissions* pada tahun 2060.

Kata kunci: CBAM, GTAP, perdagangan internasional, ekspor, impor

ABSTRACT

This academic study aims to analyze the impact of the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) on international trade and carbon emissions in Indonesia. The research employs the Global Trade Analysis Project (GTAP) version 10, integrating global trade and carbon emission data to simulate the effects of CBAM on exports and imports in six key commodities: cement, aluminum, fertilizers, electricity, iron and steel, and hydrogen. The simulation results indicate that the implementation of CBAM

could reduce Indonesia's export volume, increase the selling price of export products, and decrease the import price of goods, especially in carbon-intensive sectors. Additionally, CBAM creates incentives for industries to transition to greener technologies to minimize the carbon tax burden. The simulation also shows that this policy could contribute to reducing Indonesia's carbon emissions, although it may negatively impact trade volumes in the short term. In conclusion, CBAM implementation should be strategically considered by the Indonesian government to support the transition towards a low-carbon economy and achieve the Net Zero Emissions target by 2060.

Keywords: CBAM, GTAP, international trade, exports, imports

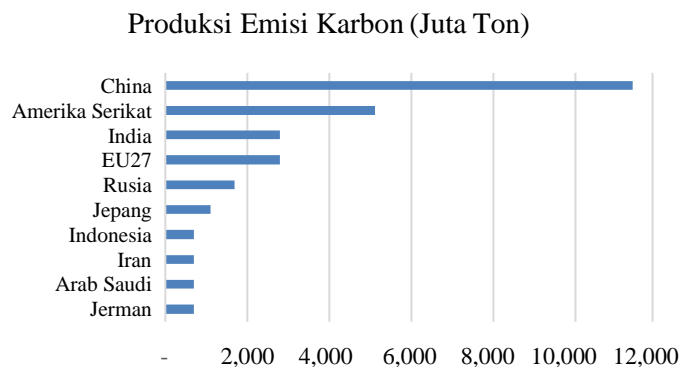
I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Merujuk pada *United Nation Climate Change Conference Twenty First Session* (COP 21) yang diselenggarakan oleh *United Nation Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) di Paris pada tahun 2015, telah menghasilkan *Paris Agreement* yang disepakati oleh 196 negara dengan poin kesepakatan berupa upaya global dalam mengurangi emisi gas rumah kaca. Pengurangan emisi gas rumah kaca ini juga dimunculkan dalam Presidensi G20 Indonesia tahun 2022 dengan agenda prioritas jalur keuangan yaitu *sustainable finance* yang membahas tentang risiko iklim dan risiko transisi menuju ekonomi rendah karbon dari perspektif makroekonomi dan stabilitas keuangan. Pemerintah Indonesia dalam berbagai kesempatan juga menekankan komitmennya untuk berkontribusi dalam penurunan emisi global melalui target pengurangan emisi karbon kaca sampai dengan mencapai *zero emissions* di tahun 2060.

Target pengurangan emisi karbon ini berbanding terbalik dengan jumlah karbon yang dihasilkan Indonesia sepanjang 2022 yang mencapai 700 juta ton pertahun. Angka itu meningkat 18,3% dari tahun sebelumnya, sekaligus peningkatan tertinggi dibandingkan negara-negara lainnya (Laporan Global Carbon Project, 2022). Berikut ini adalah data terkait jumlah emisi karbon 10 besar negara di dunia:

Grafik 1. Jumlah Emisi Karbon 10 Besar Negara di Dunia



Sumber: Global Carbon Project, 2022

Tingginya peningkatan jumlah emisi karbon di dunia membutuhkan komitmen global dalam menyelesaikan permasalahan kebocoran karbon. Munculnya Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2021 tentang Harmonisasi Peraturan Perpajakan pada Bab IV yang mengatur mengenai Pajak Karbon, menunjukkan bahwa pemerintah Indonesia telah menunjukkan komitmennya dalam menurunkan emisi karbon. Pengenaan pajak karbon tersebut membuat harga produk lokal menjadi lebih mahal dibandingkan dengan barang impor yang diproduksi dari negara yang tidak mengatur tentang pajak karbon. Penerapan pajak karbon untuk produk domestik oleh Direktorat Jenderal Pajak (DJP) harus diimbangi oleh Direktorat Jenderal Bea dan Cukai (DJBC) dengan kebijakan pajak atas impor produk padat karbon (*carbon intensive products*). DJBC sebagai regulator atas barang impor dan sebagai *Industrial Assistance*, harus segera mengambil sebuah kebijakan untuk mendukung target pemerintah untuk menerapkan kebijakan yang berbasis *sustainable finance*.

Uni Eropa telah merancang kebijakan baru berbasis *sustainable finance* salah satunya dalam bentuk *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM). CBAM adalah salah satu kebijakan yang dirumuskan dalam *fit for 55 Package* oleh *European climate law* untuk mencapai target *European Union (EU)* mengurangi emisi karbon sebesar 55% ditahun 2030 dibandingkan dengan tingkat emisi karbon di tahun 1990 dan iklim netral di tahun 2050. CBAM didesain paralel dengan *EU's Emissions Trading System (EU ETS)* yang diterapkan pada industri domestik di EU. CBAM bisa menjadi kebijakan untuk melawan kebocoran karbon, yaitu sebuah kondisi dimana industri padat karbon memindahkan produksinya keluar EU. CBAM juga diharapkan mampu mempengaruhi negara lain untuk mengurangi emisi karbon secara global. CBAM dirancang dengan tetap mematuhi aturan WTO dan kewajiban internasional lainnya. Mekanisme penerapan CBAM yaitu Importir akan membeli sertifikat karbon dengan harga yang sesuai dengan aturan perpajakan sebesar pajak karbon yang dibayarkan jika produk tersebut di produksi dalam negeri. Jika importir sudah membayar pajak karbon di negara asalnya, maka bisa menjadi pengurang (*credit*) dari harga sertifikat karbon tersebut (*Infographics Council of the European Union, 2022*).

Berdasarkan *website Directorate-General for Taxation and customs Union (2024)*, Mekanisme penerapan CBAM di EU akan diterapkan bertahap, objek CBAM dimulai dengan produk yang berisiko tinggi memicu terjadinya kebocoran karbon, yaitu: semen, aluminium, pupuk, produksi energi listrik, besi, dan baja. Untuk memudahkan penerapan CBAM, ditahap awal penerapannya pada tahun 2023 importir hanya wajib melaporkan berapa emisi yang terkandung tanpa membayar penyesuaian harga dengan tujuan memudahkan peluncuran kebijakan ini pada negara asal barang impor. Kemudian ditahap selanjutnya pada tahun 2026 importir harus melaporkan jumlah emisi yang tertanam dalam produk tersebut dan membayar sertifikat CBAM dengan jumlah yang sesuai. Atas dasar hal-hal tersebut di atas, maka Uni Eropa menjadi *benchmark* penerapan CBAM yang digunakan Penulis sebagai salah satu objek dalam penelitian ini.

Sejalan dengan kebijakan CBAM yang telah diterapkan oleh Uni Eropa tersebut, dalam memastikan level daya saing Indonesia dalam lingkup perdagangan internasional, khususnya dengan EU yang saat ini telah menerapkan kebijakan CBAM atau terhadap negara mitra dagang Indonesia lainnya yang kemungkinan ke depannya akan mengadopsi kebijakan yang sama, penerapan kebijakan CBAM merupakan salah satu langkah mitigasi yang harus dilakukan Indonesia untuk menghadapi risiko-risiko dari penerapan kebijakan tersebut, khususnya dari sisi risiko pasar ekspor global. Pada sisi lain, selaras dengan target Indonesia dalam merealisasikan *Net Zero Emission* pada tahun 2060, kebijakan ini merupakan salah satu *sustainable finance policy* yang apabila diterapkan dengan tata kelola yang baik, bukan tidak mungkin akan membawa manfaat ekonomi berupa peningkatan investasi luar negeri terhadap sektor energi terbarukan dan ekonomi hijau.

Ekonomi hijau dan CBAM memiliki kaitan yang sangat erat karena keduanya bertujuan untuk mengurangi dampak negatif aktivitas ekonomi terhadap lingkungan dan mempromosikan pembangunan berkelanjutan. CBAM menjadi instrumen kebijakan konkret yang mendukung tujuan ekonomi hijau. Pertama mendorong dekarbonisasi produksi, melalui CBAM, negara-negara yang mengekspor ke Uni Eropa akan menghadapi insentif ekonomi untuk menurunkan emisi karbon mereka agar produk-produk mereka tidak dikenai pajak karbon tambahan. Ini selaras dengan prinsip ekonomi hijau, yang mendorong penggunaan sumber daya alam yang lebih efisien dan pengurangan jejak karbon dalam proses produksi. Kedua mekanisme harga karbon, ekonomi hijau mendorong internalisasi eksternalitas negatif (seperti emisi karbon) ke dalam harga barang dan jasa. CBAM berfungsi sebagai mekanisme yang memungkinkan harga karbon tercermin dalam harga produk yang diimpor ke Uni Eropa. Dengan membebankan biaya pada produk yang dihasilkan dengan emisi karbon tinggi, CBAM membantu mengintegrasikan biaya sosial dan lingkungan ke dalam harga pasar, yang merupakan prinsip inti dari ekonomi hijau.

CBAM pada akhirnya akan menciptakan kewajiban pajak yang harus dibayarkan oleh pelaku ekonomi atas komoditas-komoditas yang ditetapkan menciptakan emisi karbon tinggi dalam penciptaan dan perdagangannya. Kebijakan ini awalnya berfokus pada pelaku ekonomi didalam negeri Uni Eropa, namun mengingat Uni Eropa juga melakukan hubungan dagang dengan berbagai negara di seluruh dunia, penerapan CBAM menjadi tidak adil jika tidak juga diterapkan atas komoditas impor yang diperdagangkan di Uni Eropa. Agar tercipta suatu *level playing field* atas perdagangan di Uni Eropa, CBAM menjadi *tariff barrier* dalam bentuk pajak karbon perdagangan internasional yang harus ditanggung oleh eksportir yang hendak memperdagangkan produknya di pangsa pasar Uni Eropa. Tidak terkecuali Indonesia, yang menjadi salah satu mitra dagang Uni Eropa.

Jika dilihat dari sisi lain dalam perspektif perdagangan internasional, peran CBAM sebagai *tariff barrier* bagi negara eksportir yang memiliki pasar ekspor di Uni Eropa secara permutatif akan memberikan dampak timbal balik dalam praktik perdagangan bilateral antar keduanya. China sebagai mitra dagang terbesar Uni Eropa sekaligus Indonesia, tentunya akan

memiliki peran besar menciptakan efektivitas penerapan kebijakan CBAM ini. Berdasarkan data perdagangan bilateral tahun 2023 yang dirilis oleh International Trade Centre, 28,36% total impor Indonesia berasal dari China dan 6,37% berasal dari Eropa. Kondisi ini menjadikan China sebagai negara dengan nilai perdagangan terbesar bagi Indonesia. Dari perdagangan China dan EU, sebesar 9% dari total impor EU dipenuhi oleh China dan 11% impor China dipenuhi oleh EU.

Penerapan bertahap CBAM juga sejalan dengan penerapan bertahap pajak karbon di Indonesia. Pada Pasal 13 Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2021 pemberlakuan pajak karbon akan diberlakukan bertahap mulai 1 April 2022 dan pertama kali akan dikenakan terhadap badan yang bergerak di bidang pembangkit listrik tenaga uap batubara dengan skema *cap and tax*. Peta jalan karbon dirancang untuk transisi yang adil dan berkelanjutan dengan tahapan berupa Pengembangan mekanisme teknis Pajak Karbon dan Bursa Karbon, Piloting perdagangan karbon di sektor pembangkit oleh Kementerian ESDM dengan harga rata-rata Rp30.000/tCO_{2e}, Evaluasi penyelenggaraan piloting perdagangan karbon di sektor pembangkit oleh Kementerian ESDM. Tahap kedua direncanakan pada tahun 2022 berupa Sinkronisasi *Cap & Trade* dan *Cap & Tax* Sub Sektor Ketenagalistrikan, Penetapan cap untuk sektor pembangkit listrik batubara oleh Kementerian ESDM, Penerapan pajak karbon (*cap & tax*) secara terbatas pada PLTU Batubara dengan tarif Rp30.000/tCO_{2e} (tarif ini akan dievaluasi secara periodik dan ditetapkan lebih tinggi atau sama dengan harga karbon di pasar karbon, Penyiapan Sistem MRV pendukung perdagangan karbon (SRN), Penyiapan regulasi teknis perdagangan karbon (KLHK). Pada Tahun 2025 direncanakan Implementasi perdagangan karbon secara penuh melalui bursa karbon, Perluasan sektor *Cap & Trade* dan *Cap & Tax* dengan pentahapan sesuai dengan kesiapan masing-masing sektor (Kementerian Keuangan, 2021).

Chen dan Guo (2017) menyatakan bahwa pajak impor atas emisi karbon tidak cukup untuk mengimbangi efek dari memburuknya lingkungan dalam perdagangan internasional. Penelitian yang sama juga menyimulasikan tarif ini menggunakan kurva biaya marjinal dan model evaluasi ekonomi energi global menunjukkan bahwa tarif impor karbon dapat membantu membiayai \$3,5-24,5 miliar untuk pengembangan energi ramah lingkungan dan mengurangi karbon sebesar 5-15%. Mathiesen dan Maestad (2004) menggunakan model ekuilibrium parsial yang meneliti industri baja dan hasilnya menunjukkan bahwa tarif impor karbon akan menyebabkan penurunan emisi karbon yang dramatis untuk industri baja global, serta berdampak sangat baik dalam pengurangan emisi gas rumah kaca dan restrukturisasi industri baja. Chen dan Guo (2017) menyatakan kesimpulan bahwa tarif impor karbon akan berpengaruh signifikan terhadap daya saing industri di Kanada.

Rongrong et.al. (2023) membandingkan dan menganalisis menggunakan 4 skenario dalam penerapan CBAM pada EU dan mensimulasikan 4 *BASIC Countries* (China, India, Brazil and South Africa) masing-masing menerapkan secara simultan, serta skenario ketika China menerapkan kebijakan tarif karbon. Hasil dari penelitian tersebut memperlihatkan bahwa

(1) penerapan Pajak karbon dan Tarif karbon menjadi insentif untuk pengurangan emisi dan berguna dalam mengarahkan perekonomian pada *green transition* dalam jangka Panjang, namun hal ini menyebabkan guncangan negatif pada pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan sosial, neraca perdagangan, dan tingkat *output* pada industri dalam jangka pendek, (2) penerapan CBAM berkontribusi dalam mengurangi kebocoran karbon, (3) Ketika EU menerapkan Tarif Karbon akan berdampak negatif terhadap PDB dan kesejahteraan negara basic, (4) penerapan tarif karbon menstimulasi transformasi industri menjadi industri rendah emisi karbon, (5) pembebanan dengan difrensiasi tarif akan mengurangi dampak negatif pajak karbon terhadap perekonomian, (6) Ketika China juga mengenakan tarif karbon secara simultan dengan negara-negara lain maka PDB dunia akan bertumbuh.

Bedasarkan penelitian-penelitian sebelumnya belum terdapat penelitian yang mengkaji tentang penerapan *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) di Indonesia sebagai penyeimbang penerapan Pajak Karbon yang telah dilaksanakan piloting pada beberapa sektor sesuai dengan *timeline* yang telah ditetapkan. Berdasarkan latar belakang tersebut perlu kajian yang mensimulasikan penerapan CBAM di Indonesia dengan melihat dampaknya terhadap impor dan ekspor pada hasil industri di Indonesia, dampak penerapan CBAM terhadap output pada sektor-sektor industri di Indonesia, dan dampak penerapan CBAM terhadap penurunan emisi karbon. Dari latar belakang tersebut maka akan dilakukan pengamatan dan penelitian dengan judul "*Dampak Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) pada Perdagangan Internasional dan Emisi Karbon dengan Model Global Trade Analysis Project (GTAP)*".

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dapat dikemukakan permasalahan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana dampak penerapan *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) terhadap Perdagangan Internasional di Indonesia?
2. Bagaimana dampak penerapan *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) terhadap emisi karbon di Indonesia?

C. Ruang Lingkup

Dari latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya maka dalam penelitian ini akan melihat simulasi penerapan *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) terhadap perdagangan internasional di Indonesia dilihat dari dampak nilai impor, ekspor, dan dampak emisi karbon. Data yang akan diambil berupa *database* pada GTAP 10.

D. Tujuan

Tujuan penulisan terhadap permasalahan di atas adalah:

1. Untuk mengetahui dampak penerapan *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) terhadap Perdagangan Internasional di Indonesia.
2. Untuk mengetahui dampak penerapan *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) terhadap emisi karbon di Indonesia.

E. Manfaat

Penelitian ini diharapkan menjadi masukan untuk:

1. Untuk Pemerintah sebagai bahan pertimbangan dalam rencana penerapan *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) di Indonesia.
2. Dunia akademis sebagai bahan acuan dalam kajian mengenai tarif *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM).
3. Untuk masyarakat dapat meningkatkan literasi dan pemahaman mengenai kebijakan perdagangan global yang berorientasi pada kebijakan ekonomi berkelanjutan yaitu ekonomi rendah karbon yang berusaha menciptakan pasaryang adil dan ramah lingkungan.

II. LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Perdagangan Internasional

Salah satu teori paling awal mengenai perdagangan internasional adalah teori keunggulan absolut yang diperkenalkan oleh Adam Smith. Teori ini menyatakan bahwa jika sebuah negara lebih efisien daripada negara lain dalam memproduksi sebuah komoditas, namun kurang efisien dibanding negara lain dalam memproduksi komoditas lainnya, maka kedua negara tersebut dapat memperoleh keuntungan melalui adanya spesialisasi dan memproduksi komoditas yang memiliki keunggulan absolut, serta menukarkan dengan komoditas lain yang memiliki kerugian absolut. Teori berikutnya, yakni perdagangan komparatif yang dicetuskan oleh David Ricardo di tahun 1817, menyatakan bahwa meskipun suatu negara kurang efisien dibanding dengan negara lain (atau memiliki kerugian absolut) dalam memproduksi dua komoditas, namun masih tetap terdapat dasar untuk dapat melakukan perdagangan yang menguntungkan kedua belah pihak. Negara tersebut harus melakukan spesialisasi dalam memproduksi dan mengekspor komoditas yang memiliki kerugian absolut lebih kecil (nantinya disebut sebagai komoditas dengan keunggulan komparatif) serta mengimpor komoditas yang memiliki kerugian absolut lebih besar (dapat dikatakan memiliki kerugian komparatif).

Dari teori-teori perdagangan tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa perdagangan internasional menawarkan suatu keuntungan bagi negara-negara yang terlibat. Keuntungan-keuntungan dari perdagangan internasional adalah: tercipta persaingan di pasar internasional yang mendorong efisiensi dunia, spesialisasi dalam menghasilkan barang dan jasa secara murah, baik dari segi bahan maupun cara berproduksi, kenaikan pendapatan, cadangan devisa, transfermodal, dan bertambahnya kesempatan kerja strategi dan struktur perusahaan dalam negeri (Ibrahim, H.R. & Halkam, H., 2021). Mendukung hal tersebut, Sukirno (2004) menyatakan bahwa terdapat faktor-faktor yang mendorong semua negara untuk melakukan perdagangan luar negeri, yakni untuk memperoleh barang yang tidak dapat dihasilkan di dalam negeri, mengimpor teknologi yang lebih modern dari negara lain, memperluas pasar produk-produk dalam negeri, serta untuk memperoleh keuntungan dari spesialisasi.

2. Pajak Perdagangan Internasional dan CBAM

Atas teori-teori yang mendasari perdagangan internasional yang telah dibahas, perbedaan komparatif dan kompetitif antar negara dan pengamanan kepentingan nasional mendorong diterapkannya kebijakan perdagangan internasional. Hampir seluruh negara di dunia memiliki hambatan perdagangan untuk mengendalikan impor. Hambatan perdagangan tersebut merupakan intervensi pemerintah dalam mengurangi kebebasan perdagangan internasional. Pada umumnya, hambatan perdagangan internasional dibedakan menjadi dua, yakni hambatan perdagangan tarif (pajak) serta non-tarif (Ibrahim, H.R. & Halkam, H., 2021).

Salvatore (1997) mengartikan tarif sebagai pembebanan pajak atau *customs duties* terhadap barang-barang yang melewati batas suatu negara. Dilihat dari aspek asal komoditas, tarif terbagi menjadi tarif impor, yakni pajak yang dikenakan untuk komoditas yang diimpor dari negara lain; serta pajak ekspor, yakni pajak untuk komoditas yang diekspor dari dalam negeri. Ditinjau dari mekanisme perhitungannya, tarif terbagi menjadi tiga, yakni tarif *ad valorem*, merupakan pajak yang dikenakan berdasarkan angka persentase tertentu dari nilai barang-barang yang diimpor; tarif spesifik, yang dikenakan sebagai beban tetap unit barang yang diimpor; serta tarif campuran yang merupakan gabungan antara tarif *ad valorem* dengan tarif spesifik.

Nicholson (1994) menyatakan bahwa dampak pemberlakuan tarif terhadap tingkat produksi, konsumsi, perdagangan, dan kesejahteraan di sebuah negara yang kekuatan ekonominya tidak mampu mempengaruhi harga yang berlaku di pasaran internasional, dapat dijelaskan melalui analisis keseimbangan umum. Ia menyatakan bahwa pemberlakuan tarif terhadap barang impor hanya akan merubah harga barang tersebut di pasar domestiknya sendiri, sehingga pihak yang harus menghadapi segala implikasi kenaikan itu adalah konsumen dan produsen negara yang bersangkutan.

Melalui analisis keseimbangan umum, ia menyimpulkan bahwa adanya tarif akan mengarah pada tingkat kesejahteraan negara yang lebih rendah dibandingkan dengan kondisinya di masa perdagangan bebas, yang bersumber dari perekonomian yang tidak lagi memproduksi pada titik yang memaksimumkan nilai pendapatan dan harga dunia, dan konsumen tidak dapat lagi berkonsumsi pada kurva indifferen tertinggi yang memaksimumkan kesejahteraan. Kedua hal tersebut diakibatkan oleh konsumen dan produsen domestik yang menghadapi harga yang berbeda dengan harga dunia. Adapun timbul penurunan kesejahteraan (*loss in welfare*) karena kegiatan produksi yang tidak efisien, dan timbul volume perdagangan yang menurun akibat tarif yang ditetapkan.

Senada dengan hal tersebut, penelitian yang dilakukan oleh Furceri, D. *et al.* (2018) atas kenaikan tarif di 151 negara pada periode 1963-2014 menunjukkan bahwa adanya kenaikan tarif (pajak) impor akan berpengaruh secara jangka menengah-panjang pada penurunan output dan produktivitas secara ekonomi dan statistik, serta berpengaruh pada bertambahnya pengangguran, kesenjangan sosial, serta kenaikan suku

bunga yang berdampak secara minimal pada neraca perdagangan.

Bagaimanapun, penerapan hambatan tarif tentu bukan tanpa alasan. Apabila suatu barang impor dikenakan tarif, maka harga jual barang tersebut di dalam negeri akan meningkat. Hal ini menyebabkan masyarakat enggan untuk membeli barang tersebut, sehingga barang-barang hasil produksi dalam negeri akan lebih banyak digunakan oleh masyarakat (Gumilar A., 2018).

3. Pajak Karbon dan Eksternalitas

GE. Metcalf dan D. Weisbach (2009) mengartikan pajak karbon – semula disebut pajak gas rumah kaca (*greenhouse gases – GHGs*) dengan tujuan untuk menginternalisasi eksternalitas yang timbul diakibatkan oleh perubahan iklim yang disebabkan oleh manusia. Tanpa adanya pajak tersebut, orang akan menganggap barang atau kegiatan yang menghasilkan emisi karbon sebagai kegiatan yang ‘murah’, karena mereka tidak mempertimbangkan biaya atau kerugian yang timbul atas emisi tersebut, baik bagi lingkungan maupun generasi masa depan. Oleh karenanya, perlu adanya suatu mekanisme pajak yang memaksa individu untuk mempertimbangkan kembali konsekuensi penuh atas emisi yang mereka ciptakan. Definisi tersebut sejalan dengan kerangka berpikir yang dirumuskan oleh Pigou (1912), yang mencetuskan teori atas eksternalitas – diartikan sebagai biaya yang timbul atau manfaat yang terhalang yang seharusnya didapatkan oleh masyarakat luas, yang tidak diperhitungkan oleh pihak yang menciptakan biaya atau menghalangi didapatkannya manfaat tersebut. Pigou mengusulkan suatu mekanisme pajak yang dikenakan atas barang atau perilaku yang menciptakan eksternalitas tersebut, yang pada perkembangannya diformulasikan menjadi Pajak Karbon yang pertama, dan dikenakan atas bahan bakar hidrokarbon.

T. Alton *et al.* (2014) mengemukakan bahwa penerapan pajak karbon seringkali didorong oleh beberapa alasan. Yang pertama, tanpa adanya mitigasi global atas emisi karbon, terdapat 50% lebih kemungkinan kenaikan temperatur global sebesar 5 *centigrade* pada tahun 2100, dan diperkirakan akan berdampak negatif secara masif. Berikutnya secara politis, dengan banyaknya negara di dunia yang mengimplementasikan pajak karbon pada perekonomiannya, akan mengarah pada terbentuknya koalisi atas negara-negara pengimplementasi, yang secara jangka panjang akan merugikan negara-negara dengan perekonomian yang cenderung karbon-intensif yang didominasi oleh negara berkembang. Bagaimanapun, pengimplementasian pajak karbon juga berpotensi menimbulkan dampak negatif jika tidak dilakukan dengan hati-hati, terutama akan berdampak pada perekonomian yang bersifat karbon-intensif seperti sektor energi dan kelistrikan yang timbul karena hilangnya *competitiveness*, potensi kehilangan tenaga kerja, dan tingginya harga barang dan jasa yang kelak terdampak pajak karbon, terutama untuk masyarakat yang ada pada rentang kelas menengah kebawah.

Ketiga penelitian tersebut menunjukkan urgensi penerapan pajak karbon sebagai suatu upaya untuk mengimbangi eksternalitas – kerugian (biaya) yang timbul maupun manfaat yang terhalang akibat kegiatan

maupun barang yang menimbulkan emisi karbon, dimana ketika eksternalitas tersebut terjadi, harga barang atau jasa tidak menggambarkan biaya social tambahan (*marginal social cost*) yang sempurna pada sumber daya yang dialokasikan, sehingga pajak karbon akan berperan untuk menginternalisasikan biaya eksternal.

Bagaimanapun, dengan adanya peningkatan harga yang diakibatkan penerapan pajak karbon sebagai *corrective tax*, maka muncul risiko akan adanya dampak negatif terutama pada bidang perekonomian yang masih mengandalkan industri yang bersifat karbon-intensif, sehingga pemerintah yang memiliki fungsi alokasi, distribusi, stabilisasi, dan regulasi menghadapi tantangan untuk dapat menjaga keseimbangan antara penerapan pajak karbon, tujuan pengembangan negara, tujuan pengembangan energi, dan tujuan lingkungan.

4. Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)

Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) merujuk pada kebijakan negara Uni Eropa (*European Union – EU*) sebagai bagian atas *Green Deal*, yang bertujuan untuk mencapai netralitas iklim untuk negara-negara EU pada tahun 2050 (Sabyrbekov et. al, 2024). Pada awal penerapannya, CBAM dikenakan atas 6 sektor yang memerlukan energi tinggi, yakni aluminium, semen, kelistrikan, pupuk, besi dan baja, serta hydrogen. Mekanisme pengenaan CBAM adalah ditetapkan akan setara dengan harga lelang rata-rata mingguan gas rumah kaca EU sesuai batas yang ditetapkan oleh sistem perdagangan emisi (*emission trading system–ETS*), sehingga akan menyamaratakan bidang perdagangan untuk produsen domestic maupun asing yang menjual barang-barang dengan konsumsi energi tinggi di lingkup EU.

Secara sederhana, CBAM menciptakan kewajiban pajak yang harus dibayarkan oleh pelaku ekonomi atas komoditas-komoditas yang ditetapkan menciptakan emisi karbon tinggi dalam penciptaan dan perdagangannya, yang pada awalnya berfokus pada pelaku ekonomi didalam negeri Uni Eropa. Tidak dapat dipungkiri, Uni Eropa juga melakukan hubungan dagang dengan berbagai negara di seluruh dunia, sehingga penerapan CBAM menjadi tidak adil jika tidak juga diterapkan atas komoditas impor yang diperdagangkan di Uni Eropa. Dalam rangka menciptakan *level playing field* atas perdagangan di Uni Eropa, CBAM menjadi *tariff barrier* dalam bentuk pajak karbon perdagangan internasional yang harus ditanggung oleh eksportir yang hendak memperdagangkan produknya di pangsa pasar Uni Eropa. Terdapat beberapa tujuan atas implementasi CBAM, diantaranya adalah pembatasan kebocoran karbon (*carbon leakage*) dan menjaga perusahaan berbasis EU dari kompetisi tidak sehat dari perusahaan di negara-negara yang memiliki kebijakan iklim yang lebih longgar (Kuik, O. & Hofkes, M., 2010), memberi insentif negara lain untuk mengimplementasikan atau memperketat kebijakan perpajakan karbon (Li, A. et al., 2013), serta secara tidak langsung memprakarsai *climate club*, yakni sekelompok negara yang terkoordinir kebijakan politik iklimnya sehingga mendukung kebijakan EU untuk melakukan strategi dekarbonisasi (Szulecki, K. et al., 2022).

Kebijakan CBAM tidak sedikit mengundang kontroversi. S. Fleming dan C. Giles (2021) mengemukakan bahwa kebijakan CBAM menimbulkan protes dari rekan dagang EU. Protes tersebut diantaranya disebabkan adanya penilaian bahwa biaya yang timbul akibat penerapan CBAM tidak sebanding dengan penurunan emisi karbon yang diciptakan (Li, A. & Zhang, A. 2012), dan penilaian bahwa negara-negara berkembang yang menjadi rekanan dagang EU akan mengalami peningkatan biaya yang lebih tinggi dengan adanya CBAM dan pajak karbon lainnya dikarenakan kebijakan lingkungan yang diterapkan masih relatif rendah (Beaufils, T. & Pineau, P. O., 2019).

Dari beberapa penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa jika CBAM diterapkan pada perdagangan bilateral, utamanya antara EU dan Indonesia, maka besar kemungkinan perekonomian khususnya segi ekspor akan terdampak secara negatif, dan akan mendorong Indonesia untuk juga menerapkan kebijakan-kebijakan yang searah dengan pengendalian emisi karbon.

Bagaimanapun, mengingat posisi Indonesia sebagai negara berkembang dengan industri bersifat karbon-intensif yang tinggi serta kebijakan lingkungan yang relative rendah, adanya kebijakan CBAM maupun pajak karbon yang diterapkan oleh pemerintah Indonesia akan sangat mungkin berdampak pada perekonomian dalam negeri, dan akan menjadi tantangan bagi pemerintah untuk dapat menyeimbangkan langkah pengurangan emisi karbon dengan laju perekonomian, sebagaimana telah diterangkan pada poin sebelumnya.

5. Penelitian Dampak Tarif Karbon terhadap Perekonomian dan Perdagangan

Perdana, S., dan Vielle, M. (2022) menjelaskan dampak dari penerapan pajak karbon melalui mekanisme CBAM terhadap negara-negara maju dan negara berkembang menunjukkan hasil analisis yang mengonfirmasi adanya *welfare loss* (kerugian kesejahteraan) akibat adanya penurunan ekspor. Dari perspektif legalitas, penerapan kebijakan ini harus sejalan dan patuh dengan ketentuan yang telah diatur oleh *World Trade Organization* (WTO) serta harus transparan dalam praktik cakupan perdagangan internasional sehingga tidak memberikan dampak negatif dari aspek kepatutan pada lingkup perdagangan internasional (*European Commission*, 2021b).

Pada kondisi ideal dalam penerapan kebijakan tersebut, analisis dampak dari penerapan tarif pajak karbon pada EU telah dilakukan oleh Chen, (2017) terhadap kondisi perdagangan dan perekonomian di China melalui indikator total eksportasi komoditas produk industri, importasi komoditas industri, dan total output produktivitas sektor terkait. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebijakan CBAM melalui penerapan tarif pajak karbon akan menyebabkan penurunan ekspor untuk industri berkarbon tinggi dan menghasilkan peningkatan ekspor untuk industri berkarbon rendah. Pada kondisi yang sama akan menyebabkan penurunan impor yang lebih besar untuk industri berkarbon rendah daripada industri berkarbon tinggi, dan menghasilkan peningkatan yang cukup signifikan dalam produksi untuk industri ringan dan penurunan

produksi untuk industri berat.

Dalam perkembangannya, sejalan dengan implementasi kebijakan EU CBAM, dampak atas kebijakan tersebut juga telah dilakukan penelitian dampak terhadap kinerja industri yang ditetapkan menjadi objek penerapan kebijakan, yaitu komoditas baja, aluminum, semen, *fertilizer*, dan *electricity* pada negara China oleh Yan, Z. dan Yuan, Z. (2023). Hasil dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa tarif karbon sebagai alat regulasi dan sebagai dasar penilaian untuk mengurangi dan menghindari risiko kebocoran karbon secara objektif mencapai tujuan mencegah kebocoran karbon namun di sisi lain menghambat pertumbuhan dan pasar bisnis lokal.

Penelitian Zhu *et al.* (2024) pun menyimulasikan dampak dari EU CBAM terhadap ekspor China ke EU dari empat aspek teknis perdagangan, yaitu harga ekspor, struktur perdagangan, nilai perdagangan, dan syarat perdagangan. Hasilnya menunjukkan bahwa EU CBAM mengurangi harga ekspor sektor-sektor yang dikenai pajak dari China ke EU, dan bahwa harga ekspor sektor-sektor lain menunjukkan karakteristik perubahan yang sama. Volume ekspor sektor-sektor yang dikenai pajak dari China mengalami penurunan berbeda-beda dengan efek transfer ekspor dan efek penghambatan ekspor. Dalam hal nilai perdagangan, tarif karbon EU tidak hanya mengurangi nilai ekspor China tetapi juga menyebabkan penurunan ekspor EU. Perluasan cakupan pajak dan perubahan dalam metode perhitungan emisi karbon akan memperburuk perubahan dalam struktur perdagangan.

6. Penelitian Dampak Tarif Karbon terhadap Penurunan Emisi Karbon

Sejalan dengan tujuan utama CBAM sebagai alat kebijakan sebagai bagian atas *Green Deal* untuk mencapai netralitas iklim untuk negara-negara EU pada tahun 2050, penelitian atas efektivitas kebijakan ini terhadap penurunan emisi karbon juga dilakukan oleh beberapa peneliti sejak kebijakan tersebut efektif diimplementasikan. Siy *et al.* (2023) menguji dampak dari implementasi CBAM oleh EU terhadap negara mitra dagang EU, seperti US, China, dan Russia dengan hasil bahwa CBAM berdampak pada pengurangan emisi karbon di China, Rusia, dan AS, tetapi meningkatkan emisi di EU, yang secara negatif mempengaruhi upaya EU mencapai netralitas karbon. Selain itu, CBAM EU juga akan berdampak pada ekspor China, terutama sektor listrik yang mungkin paling terkena dampak. EU diperkirakan akan meningkatkan kapasitas pembangkit listrik mereka secara bersamaan, dan dengan demikian kesejahteraan sosial akan meningkat, tetapi emisi karbon juga akan meningkat sebagai akibatnya.

Penelitian lainnya yang mengukur dampak kebijakan CBAM terhadap penurunan emisi karbon juga telah dilakukan oleh Chen (2017) dengan hasil bahwa kebijakan CBAM sejalan dengan penelitian sebelumnya yang memiliki pengaruh positif terhadap penurunan emisi karbon di sektor industri di China dan bertanggung jawab paling banyak terhadap pengurangan emisi karbon di negara tersebut. Sebagai catatan, kondisi ini didapatkan pada skenario apabila China telah menerapkan kebijakan

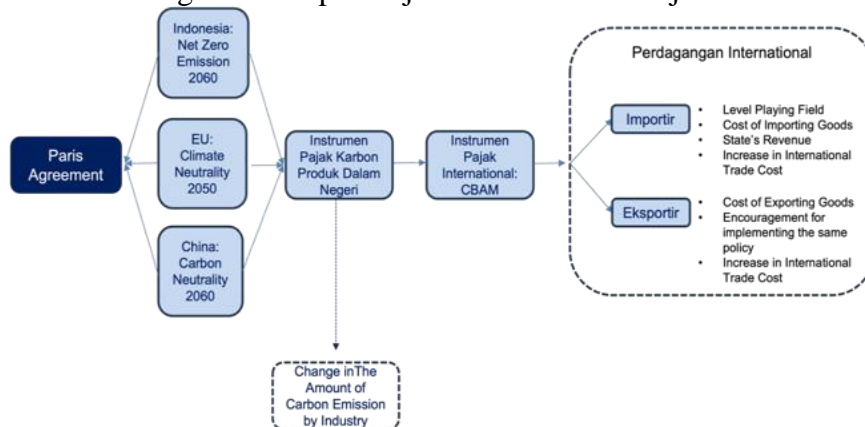
yang sama.

B. Kerangka Pemikiran

Penelitian-penelitian sebelumnya yang menjadi sumber kajian pustaka pada penelitian ini telah mengkaji pada dampak yang kemungkinan dirasakan oleh negara yang terpengaruh secara langsung atas penerapan kebijakan EU CBAM dengan beberapa pertimbangan seperti tingginya nilai dan volume perdagangan kedua belah pihak. Berdasarkan data yang pada OECD, World Bank, dan Asian Development Bank melalui (Park *et al.*, 2023) bahwa dengan berlakunya EU CBAM setidaknya produk ekspor komoditi metal dari Indonesia akan dikenakan penyesuaian pajak impor sebesar 12,1%. Sampai dengan saat ini belum terdapat penelitian yang mengkaji secara spesifik kemungkinan dampak kondisi tersebut terhadap praktik perdagangan internasional, produktivitas ekonomi, serta dampak lingkungan akibat pemberlakuan Kebijakan EU-CBAM terhadap Indonesia dan bagaimana kondisi tersebut akan berpengaruh jika pemerintah Indonesia akhirnya memilih untuk menerapkan kebijakan yang sama sebagai bentuk respon dalam mewujudkan target Indonesia *net zero emissions* ditahun 2060.

Penerapan pajak karbon pada komoditas karbon-intensif yang telah dilakukan oleh banyak negara di dunia dinilai efektif mendukung target perubahan iklim yang apabila tidak dilakukan secara hati-hati, menurut (T. Alton *et al.*, 2014) dapat berdampak negatif pada perekonomian, khususnya pada sektor industri yang bersifat karbon-intensif berupa hilangnya *competitiveness*, potensi kehilangan tenaga kerja, dan tingginya harga barang dan jasa, yang sebagian dampak ini akan dirasakan oleh masyarakat yang ada pada rentang kelas menengah ke bawah. Berdasarkan ilustrasi pada Gambar 1 dijelaskan bahwa sebagai respon dari aspek keadilan atas penerapan pajak karbon pada komoditas domestik pada ruang lingkup perdagangan internasional, kebijakan CBAM dinilai paling efektif dalam memastikan kompetitor luar negeri (negara eksportir) mendapat pengenaan pajak yang sama atas barangnya dengan pelaku usaha domestik. Meskipun pada praktiknya terdapat juga kelemahan yang dihasilkan dari kebijakan ini, di antaranya adanya biaya tambahan praktik perdagangan internasional (importasi dan eskportasi barang) dan biaya administrasi yang timbul dari penerapan CBAM. (WTO, 2022).

Gambar 1. Bagan Penerapan Pajak Karbon dan Kebijakan CBAM



Sumber: Diolah Penulis

Mengingat pentingnya perhatian terhadap aspek keadilan dalam penerapan pajak karbon dan dampaknya terhadap perdagangan internasional, kebijakan CBAM muncul sebagai solusi untuk menciptakan level *playing field* antara pelaku usaha domestik dan kompetitor pada perdagangan internasional. Namun, efektivitas kebijakan ini pada penerapannya di Indonesia memerlukan pemahaman mendalam mengenai berbagai skenario penerapannya dan dampaknya terhadap perdagangan dan emisi karbon. Pada penelitian ini penulis akan menyimulasikan skenario-skenario untuk mengukur dampak kebijakan CBAM terhadap praktik perdagangan internasional, dan dampak pada emisi karbon yang dihasilkan oleh Industri di Indonesia sebagaimana diilustrasikan melalui Gambar 2.

- Simulasi 1(S1): EU menerapkan kebijakan CBAM terhadap 6 sektor komoditas, namun Indonesia dan China belum menerapkan kebijakan serupa.
- Simulasi 2(S2): EU dan Indonesia menerapkan kebijakan CBAM terhadap 6 sektor komoditas, namun China belum menerapkan kebijakan serupa.
- Simulasi 3(S3): EU dan China menerapkan kebijakan CBAM terhadap 6 sektor komoditas, namun Indonesia belum menerapkan kebijakan serupa.
- Simulasi 4 (S4): EU, China, dan Indonesia secara bersama menerapkan kebijakan CBAM terhadap 6 sektor komoditas.

Gambar 2. Kerangka Pemikiran



Sumber: Diolah penulis

Skenario pada simulasi 1 dibuat untuk mengukur dampak kebijakan EU-CBAM yang sampai dengan saat ini telah diterapkan oleh EU sejak tanggal 1 Oktober 2023 dengan masa transisi sampai dengan 31 Desember 2025. Skenario ini mengukur dampak penerapan kebijakan tersebut pada negara

Indonesia dan China yang ketiganya secara permutatif merupakan mitra dagang terbesar satu sama lain. Pada kondisi ini (*baseline*), baik China dan Indonesia belum juga menerapkan kebijakan pajak karbon pada komoditas domestik. Skenario pada simulasi 2 dibuat bilamana Indonesia telah menerapkan kebijakan yang sama sebagai bentuk komitmen pemerintah Indonesia mewujudkan target Indonesia net zero emissions di tahun 2060. Pada skenario ini China belum menerapkan kebijakan CBAM begitupun pajak karbon produk domestiknya dengan mempertimbangkan berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Zhu (2024) didapati hasil bahwa atas penerapan CBAM oleh EU dinilai memberikan dampak kerugian yang lebih besar perekonomian dan perdagangan dari pada penerapan pajak karbon untuk mendapatkan insentif perdagangan dari kebijakan CBAM. Skenario pada simulasi 3 dibuat untuk mengukur dampak kebijakan CBAM jika telah diterapkan oleh China, namun Indonesia belum menerapkan kebijakan tersebut, baik pengenaan pajak karbon produk domestik, maupun kebijakan CBAM. Skenario terakhir, simulasi 4 dibuat sebagai bentuk mitigasi kondisi serupa apabila negara mitra perdagangan komoditas dominan Indonesia dan Indonesia sendiri telah menerapkan kebijakan CBAM secara bersamaan.

Pada simulasi dalam empat skenario tersebut, penulis menggunakan kondisi pada Negara EU dan China ke dalam model dengan pertimbangan bahwa EU merupakan negara pertama yang hingga saat ini telah menerapkan kebijakan CBAM dan China merupakan salah satu mitra perdagangan terbesar Indonesia yang berdasarkan jumlah 4 komoditas terbesar import Indonesia di tahun 2022 dengan komoditas risiko tinggi kebocoran karbon maupun produk turunannya berasal dari negara China, EU, dan Jepang (tradingeconomics, 2022). Penetapan tarif pajak karbon yang diterapkan di EU, China, dan Indonesia pada model simulasi berdasarkan referensi penelitian-penelitian sebelumnya (Zhong, 2022) yang penentuannya berdasarkan pada rata-rata harga tarif karbon pada EU- Emission Trade System. Tarif USD 50/tCO_{2e} merupakan harga rata-rata terbanyak yang digunakan pada simulasi penelitian-penelitian sebelumnya yang merupakan harga rata-rata tahun 2021. Pada Februari 2023 didapati harga tertinggi sebesar USD 105/tCO_{2e} dan berdasarkan tren 3 tahun terakhir dimungkinkan akan mengalami kenaikan di periode mendatang (Zhu *et al.*, 2024). Sehingga, tarif USD 105/tCO_{2e} inilah yang akan dijadikan tarif pajak karbon di EU pada model simulasi.

Penetapan tarif pajak karbon di Indonesia pada model simulasi ditetapkan berdasarkan tarif minimal yang telah diatur dalam Pasal 13 Undang-Undang No 7 Tahun 2021 Tentang Harmonisasi Peraturan Perpajakan yaitu pada harga Rp30.000/tCO_{2e}. Sehingga, penulis menetapkan tarif sebesar USD 2 /tCO_{2e} sebagai tarif pajak karbon di Indonesia. Sedangkan penetapan tarif pajak karbon di China, Penulis menggunakan referensi pada penelitian sebelumnya oleh (Gu *et al.*, 2023) yang menjelaskan bahwa penetapan tarif pajak karbon tidak boleh lebih rendah dari 10 USD/tCO_{2e} pada periode persiapan penerapan pasar karbon(2021-2025) dan diprediksi akan mencapai 15 USD/tCO_{2e} pada periode implementasi dan pengembangan pasar karbon (2025-2030), sehingga penulis menggunakan tarif 10 USD/tCO_{2e} sebagai tarif pajak karbon yang diterapkan oleh China pada model simulasi.

Skenario-skenario tersebut akan digunakan pada model GTAP-E untuk mengetahui pengaruh dari kebijakan CBAM antar mitra perdagangan Indonesia dalam perubahan nilai Impor, Ekspor, Produktivitas (Output), dan Emisi Karbon.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada analisis penerapan CBAM untuk melihat dampaknya terhadap perdagangan internasional di Indonesia dilihat dari dampak nilai impor, ekspor, dan dampaknya terhadap pengurangan emisi karbon. Penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif deskriptif dengan data yang digunakan bersumber dari *database Global Trade Analysis Project* (GTAP) versi 10.

B. Jenis dan Sumber Data

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif deskriptif dengan objek penelitian untuk melihat bagaimana penerapan CBAM terhadap sektor-sektor industri yang ada di Indonesia. Peneliti ingin mengetahui bagaimana dampaknya terhadap perdagangan internasional di Indonesia dilihat dari dampak nilai impor, ekspor, dan dampaknya terhadap pengurangan emisi karbon.

Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu berasal dari *database Global Trade Analysis Project* (GTAP) versi 10 yang berasal dari gabungan data Input-Output di 160 negara dengan 65 sektor dari Pusat Analisis Perdagangan Global, Universitas Purdue. Penggunaan software ini nantinya akan dilakukan agregasi untuk mempermudah pengolahan data dari banyaknya sektor yang tersedia.

C. Definisi Operasional Variabel

Definisi untuk masing-masing variabel yang dipengaruhi oleh CBAM dijelaskan sebagai berikut:

1. *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM)

Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) merujuk pada kebijakan negara Uni Eropa (*European Union* – EU) sebagai bagian atas *Green Deal*, yang bertujuan untuk mencapai netralitas iklim untuk negara-negara EU pada tahun 2050 (Sabyrbekov *et al.*, 2024). Pada awal penerapannya, CBAM dikenakan atas 6 sektor yang memerlukan energi tinggi, yakni aluminium, semen, kelistrikan, pupuk, besi dan baja, serta hidrogen. Mekanisme penenaan CBAM adalah ditetapkan akan setara dengan harga lelang rata-rata mingguan gas rumah kaca EU sesuai batas yang ditetapkan oleh sistem perdagangan emisi (*emission trading system* – ETS), sehingga akan menyamaratakan bidang perdagangan untuk produsen domestik maupun asing yang menjual barang-barang dengan konsumsi energi tinggi di lingkup EU.

2. Perdagangan Internasional

Perdagangan internasional yang dimaksud dalam penelitian ini adalah data ekspor dan impor di Indonesia. Kedua data tersebut yang akan mewakili data perdagangan internasional yang dimaksud dalam penelitian

ini.

Data pertama yaitu ekspor merupakan barang dan jasa yang dijual kepada negara lain untuk diganti dengan barang lain, bisa berupa uang (Curry, 2001: 145). Nilai ekspor diartikan sebagai nilai yang berupa uang atau semua biaya yang diminta atau seharusnya diminta oleh eksportir, nilai yang tercantum dalam dokumen Pemberitahuan Ekspor Barang / PEB oleh Dirjen Bea dan Cukai (UU No.42, 2009). Nilai ekspor dinyatakan dalam satuan mata uang lokal kemudian dikonversikan ke dalam USD.

Data kedua yaitu impor merupakan kegiatan mengirim barang dari luar negeri ke pelabuhan dalam negeri. Pengertian impor secara yuridis menurut UU No. 10 Tahun 1995, yaitu ketika barang telah memasuki daerah pabean dan ditetapkan wajib bea masuk untuk barang tersebut oleh Pejabat Bea dan Cukai. Nilai impor dapat diartikan sebagai nilai yang berupa uang yang dijadikan dasar perhitungan bea masuk ditambah dengan pungutan lainnya yang dikenakan berdasarkan ketentuan perundang-undangan Pabean untuk impor Barang Kena Pajak, tidak termasuk Pajak Pertambahan Nilai dan Pajak Penjualan atas Barang Mewah yang dipungut menurut UU PPN dan PPnBM (UU No.42, 2009). Nilai impor dinyatakan dalam mata uang lokal masing-masing negara yang kemudiandikonversi ke dalam USD.

Nilai impor = Harga Impor (*Cost, Insurance, dan Freight*) + Bea masuk

3. Pengurangan Emisi Karbon

T. Wiedmann dan J. Minx (2008) mendefinisikan emisi karbon sebagai suatu ukuran dari jumlah total pengeluaran karbon dioksida yang secara langsung maupun tidak disebabkan oleh aktivitas maupun terkumpul selama siklus hidup suatu produk / kegiatan. Dalam istilah yang lebih populer, emisi karbon juga dikenal sebagai jejak karbon (*carbon footprint*), yang seringkali diukur dengan menggunakan analisis input-output demi menghasilkan kesimpulan yang lebih komprehensif dalam pengukurannya. Pengurangan emisi karbon diukur menggunakan satuan /tCO₂ dan tingkat konsumsi energi selama suatu periode dalam persentase.

D. Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini, akan digunakan instrumen penelitian berupa *Computable General Equilibrium* (CGE) berupa *Global Trade Analysis Project Model E*. Burfisher (2021) mengartikan *Computable General Equilibrium* (CGE) sebagai alat bantu analisis yang membantu seorang peneliti untuk memahami secara lebih baik permasalahan ekonomi dunia. CGE digunakan oleh para ekonom untuk menganalisis secara sistematis beragam tantangan kebijakan, dengan cara menggambarkan keseluruhan bagian dari suatu ekonomi secara bersamaan, dan menggambarkan secara detail bagaimana bagian-bagian tersebut berinteraksi satu sama lain. Dalam kaitannya dengan CBAM, CGE seringkali digunakan untuk menciptakan suatu simulasi yang menggambarkan hubungan antara pajak karbon dengan kondisi industri serta pengurangan emisi karbon di suatu negara yang

disimulasikan (Dissou, Y., 2011; Zhou, X. *et al.*, 2013).

Dalam perkembangannya, banyak peneliti yang beralih kepada *Global Trade Analysis Project* dalam menyimulasikan dampak penerapan pajak karbon pada perekonomian. Hal ini dikarenakan adanya fitur / modul tambahan database yang memuat informasi mengenai emisi untuk dilakukan analisa. GTAP dinilai sebagai versi lebih lengkap dalam melakukan simulasi data secara kuantitatif, serta didukung oleh dataset yang komprehensif untuk melakukan pengolahan yang berhubungan dengan data perdagangan bilateral dan data perlindungan perdagangan dan konsumsi energi (Chen, W. & Guo, Q., 2017).

Fitur tambahan tersebut terhimpun dalam ekstensi GTAP Model energi dan lingkungan, yang dikenal sebagai GTAP-E. Terhadap ekstensi tersebut telah dilakukan perbaikan atas program persamaan, data, input yang tersimpan, serta program penguraian kesejahteraan. Atas modul baru ini, ditambahkan menu yang belum pernah ada sebelumnya, yang meliputi akuntansi emisi, perdagangan dan perijinan emisi, pajak karbon, laba bersih dari perdagangan emisi, produksi, dan penguraian kesejahteraan (McDougall & Golub, 2007).

Atas penelitian terdahulu di atas, dalam penelitian ini akan digunakan *Global Trade Analysis Project* (GTAP) sebagai alat bantu untuk menyimulasikan penerapan kebijakan CBAM pada perdagangan bilateral dan multilateral Indonesia, serta dampaknya pada ekspor impor dan pengurangan emisi karbon. Struktur teori pada alat analisis GTAP biasanya terdiri atas sistem persamaan yang menggambarkan produksi, perdagangan, tarif, pajak, harga input upah, margin transportasi, data makroekonomi (C, I, G, X, M) dan tabel input-output (SAM). Sistem persamaan yang bermacam-macam ini menyebabkan alat analisis GTAP mampu digunakan untuk melihat terjadinya hubungan antara ekonomi sektoral dan makroekonomi dengan menggunakan program *Global Trade Analysis Project*, GTAP (Oktaviani & Eka, 2017).

E. Metode Analisis Data

Metode yang digunakan dalam melakukan analisis data pada penelitian ini adalah simulasi atas beberapa skenario penerapan *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) dalam perdagangan bilateral maupun multilateral menggunakan alat bantu berupa *Global Trade Analysis Project* (GTAP) untuk turut memperhitungkan data emisi karbon /tCO₂. Dengan metode ini, diharapkan akan menghasilkan suatu data / nilai terukur mengenai dampak penerapan CBAM pada Perubahan Nilai Impor Indonesia, Perubahan Nilai Ekspor Indonesia, dan Tingkat Penurunan Emisi Karbon di Indonesia.

Basis Data yang digunakan oleh penulis, yakni GTAP 10 Database yang diterbitkan pada tahun 2014, mencakup data atas 160 negara dan 65 sektor ekonomi internasional. Dalam upaya untuk meminimalisasi tingkat kompleksitas dari simulasi yang akan dilakukan, penulis menentukan subjek simulasi berdasarkan beberapa pertimbangan. Negara-negara yang tergabung dalam Uni Eropa (*European Union* – EU) dimasukkan kedalam simulasi dengan dasar bahwa negara-negara inilah yang menjadi pencetus

lahirnya CBAM, sehingga dijadikan *benchmark* dalam implementasi CBAM dalam perdagangan Bilateral maupun Multilateral. Selain Uni Eropa, China juga dimasukkan kedalam simulasi dengan pertimbangan bahwa China menjadi negara eksportir terbesar atas barang-barang impor yang masuk ke dalam negeri. Penerapan CBAM – baik oleh China atas produk-produk ekspor-impornya, dinilai akan memberi dampak bagi perdagangan internasional. Terakhir dan yang paling utama, Indonesia dimasukkan ke dalam simulasi untuk mengetahui dampak penerapan CBAM terhadap perubahan nilai impor-ekspor, serta perubahan pada emisi karbon di Indonesia. Selain penetapan 3 negara dalam simulasi yang akan dilakukan, juga ditetapkan objek penelitian berupa 6 komoditas yang sudah ditetapkan penerapan CBAM oleh negara-negara Uni Eropa sebagai bentuk *benchmarking*, yang meliputi hasil produksi atas entitas-entitas yang bergerak di bidang semen, kelistrikan, pupuk, besi dan baja, aluminium, dan hidrogen.

Dalam menentukan tarif pajak karbon yang akan digunakan, penulis merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Zhu (2024) yang mendasarkan penetapan tarif melalui dua pertimbangan. Yang pertama adalah aspek praktis, yang melihat penerapan tarif karbon *existing* di berbagai negara, yang berkisar antara \$2-\$105 per tCO_2 . Yang kedua adalah aspek akademis, yang mempertimbangkan tarif karbon yang disarankan oleh berbagai akademisi dan peneliti, yang berkisar antara \$10-\$120 per tCO_2 . Di Indonesia sendiri, tarif pajak karbon diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2021 tentang Harmonisasi Perpajakan, dengan tarif Rp30.000,00 (~\$2) per tCO_2 , dengan ketentuan tarif pajak karbon lebih tinggi atau sama dengan harga karbon di pasar karbon per kilogram karbon dioksida ekuivalen (CO_2e) atau satuan yang setara. Untuk meminimalisasi tingkat kompleksitas, maka ditetapkan tarif pajak karbon pada negara EU, Indonesia, dan China sebagaimana telah dijelaskan pada kerangka pemikiran penelitian.

Setelah menetapkan batasan-batasan yang akan digunakan dalam pelaksanaan simulasi, selanjutnya penulis merumuskan 4 jenis / kategori simulasi penerapan CBAM, yakni meliputi: 1) Perdagangan antara EU, China, dan Indonesia, dengan CBAM diimplementasikan hanya oleh EU; 2) Perdagangan antara EU, China, dan Indonesia, dengan CBAM diimplementasikan oleh EU dan Indonesia; 3) Perdagangan antara EU, China, dan Indonesia, dengan CBAM diimplementasikan oleh EU dan China; 4) Perdagangan antara China, EU, dan Indonesia dengan ketiganya telah menerapkan CBAM. Dengan menggunakan fitur GTAP-E, keempat simulasi dapat diilustrasikan dengan kasus dimana produk-produk ekspor dikenakan tarif pajak karbon di Indonesia sebesar \$2 per tCO_2 , EU sebesar \$105 per tCO_2 , dan China sebesar \$10 per tCO_2 .

IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

A. Simulasi Dampak Penerapan CBAM Terhadap Perdagangan Internasional Indonesia

Simulasi yang dilaksanakan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan GTAP dengan *dataset* berupa kondisi ekonomi pada tahun 2014. Adapun

data yang digunakan merupakan data perdagangan internasional berupa nilai impor dan nilai ekspor yang dilakukan oleh ketiga subjek yakni China, Indonesia, dan 27 negara yang tergabung dalam Uni Eropa (EU 27) yang telah menerapkan kebijakan CBAM. 27 negara tersebut meliputi Austria, Belgia, Bulgaria, Kroasia, Cyprus, Czechoslovakia, Denmark, Estonia, Finlandia, Prancis, Jerman, Yunani, Hungaria, Irlandia, Italia, Latvia, Lithuania, Luxemburg, Malta, Belanda, Polandia, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spanyol, dan Swedia. Secara rinci, proses penyiapan, pengolahan, serta penggunaan data sehingga dapat terlaksana simulasi dampak penerapan CBAM terhadap perdagangan internasional Indonesia, adalah sebagai berikut:

1. Deskripsi Model GTAP

Aplikasi GTAP telah menyediakan *database* yang diperlukan untuk melakukan simulasi-simulasi dalam penelitian ini, seperti data perdagangan internasional baik ekspor maupun impor, dan juga data emisi karbon. Data perdagangan internasional dan emisi karbon yang tersedia pada GTAP adalah data Tahun 2014, sementara penelitian ini melakukan simulasi untuk Tahun 2023, sehingga perlu dilakukan relevansi dan representasi data agar *database* GTAP Tahun 2014 dapat dikatakan relevan dengan data perdagangan internasional dan emisi karbon pada Tahun 2023. Database GTAP Tahun 2014 tetap relevan digunakan untuk penelitian Tahun 2023 karena struktur perdagangan atau ekonomi global yang relatif stabil antara dua periode waktu. Struktur perdagangan internasional Tahun 2014-2023 tidak berubah secara drastis, dimana Negara-negara cenderung mempertahankan sektor-sektor ekonomi yang sudah kuat, seperti ekspor produk manufaktur dari China, bahan mentah dari negara-negara berkembang, dan teknologi tinggi dari negara-negara maju. Oleh karenanya, data perdagangan tahun 2014 yang ada di GTAP masih bisa memberikan gambaran tentang perdagangan global pada tahun 2023.

Simulasi yang akan dijalankan dalam GTAP dilakukan dengan menciptakan kondisi-kondisi tertentu (skenario) yang mana diberikan perlakuan tertentu (*shock*) untuk menggambarkan peningkatan tarif pajak internasional akibat diberlakukannya CBAM. *Shock* tersebut menggunakan satuan persentase kenaikan tarif pajak dari sektor-sektor komoditas ekonomi yang ada pada GTAP, dan akan menghasilkan output yang beragam, salah satunya adalah perubahan nilai impor dan perubahan nilai ekspor. Terdapat beberapa kendala yang harus dipecahkan agar simulasi tersebut dapat berjalan. Kendala terbesar muncul akibat sektor perekonomian yang ada pada GTAP: Total terdapat 57 sektor perekonomian dalam GTAP yang mencakup berbagai komoditas perekonomian seluruh dunia. Di dalam sektor tersebut juga mencakup komoditas-komoditas yang dikenakan CBAM, yang mana ditentukan dengan menggunakan *HS Code*. *HS (Harmonized System) Code* merupakan metode angka terstandar yang digunakan untuk mengklasifikasikan barang yang diperdagangkan secara internasional (*International Trade Administration, 2024*). *HS Code* sendiri diterbitkan oleh World Customs Organization (WCO) dan diperbarui secara berkala

setiap 5 (lima) tahun, serta berfungsi sebagai pondasi dari sistem klasifikasi impor dan ekspor di berbagai dunia.

Komoditas yang diperdagangkan di EU dan dikenakan CBAM terdiri atas 6 Jenis produk, yakni semen, alumunium, pupuk, produksi energi listrik, besi, dan baja, yang termasuk kedalam **64 HS Code** yang berbeda. Pada GTAP, 7 jenis produk tersebut termasuk kedalam **7 sektor** yang berbeda, antara lain OXT (*Minerals*), ELY (*Electricity*), I_S (*Ferrous Metals – Logam Besi*), NMM (*Mineral Products – Produk Mineral*), CHM (*Chemical Products – Produk Kimia*), NFM (*Metals - Logam*), dan FMP (*Metal Products – Produk dari Logam*). Perlu ditekankan bahwa dalam GTAP, parameter yang digunakan adalah 7 sektor perdagangan, dan tidak semua HS code yang ada dalam sektor GTAP menjadi komoditas yang dikenakan CBAM (e.g. Sektor CHM GTAP dengan HS Code 2804 merupakan komoditas yang dikenakan CBAM, namun sektor CHM GTAP dengan HS Code 2805 tidak), sehingga diperlukan suatu proses untuk memisahkan dan menyaring komoditas-komoditas yang dikenakan CBAM dari tiap sektor GTAP, untuk kemudian ditentukan besaran esi karbon dan pengenaan pajak karbon di tiap sektor GTAP atas komoditas yang dikenakan CBAM, serta menentukan besaran perubahan tarif atas sektor GTAP yang telah dikenakan secara proporsional terhadap komoditas-komoditas yang dikenakan CBAM, tanpa mengikutsertakan komoditas (HS Code) yang lain didalam sektor yang sama (e.g. dengan contoh di atas, maka jangan sampai komoditas HS Code 2805 dibebankan tarif yang sama seperti HS Code 2804 yang merupakan komoditas CBAM).

Untuk itu, sebagai langkah awal, dilakukan pemetaan atas keseluruhan HS Code komoditas CBAM terhadap sektor yang ada di GTAP – sebuah proses yang disebut dengan *concordance*, dan bertujuan untuk mengetahui sektor-sektor mana saja dalam GTAP yang akan dilakukan *shock* akibat adanya komoditas-komoditas yang dikenakan CBAM didalamnya. Setelah dipetakan, atas 6 produk yang dikenakan CBAM, terdapat 64 HS Code yang termuat dalam 7 sektor pada GTAP. Setelah mendapatkan *concordance* antara HS Code produk yang dikenakan CBAM dengan sektor yang ada dalam GTAP, tahapan berikutnya adalah membandingkan antara HS Code komoditas CBAM dengan keseluruhan HS Code yang ada pada 7 sektor dalam GTAP. Lagi – hal ini dilakukan sebagai penetapan dasar dari perhitungan emisi karbon yang dihasilkan serta persentase tarif karbon yang dikenakan terhadap keseluruhan sektor yang ada pada GTAP, dikarenakan tidak semua sektor yang ada pada GTAP menjadi komoditas yang dikenakan CBAM. Pada tahapan ini, dilakukan pengumpulan data (agregasi) dan pembobotan untuk menentukan besaran tarif karbon yang dikenakan pada tiap sektor setelah memperhitungkan tarif karbon pada tiap HS Code Komoditas CBAM, untuk kemudian diinput pada besaran *shock* yang akan diberikan nantinya kepada keseluruhan sektor dalam aplikasi GTAP.

Langkah pertama yang dilakukan dalam tahapan ini, adalah mencari data perdagangan internasional (impor dan ekspor) dari China, Indonesia, dan EU 27 dengan rentang tahun 2021 s.d. 2023 atas komoditas CBAM

(HS Code CBAM) yang diperdagangkan sebagai basis data. Dalam langkah ini diambil nilai impor dan ekspor dari tiap negara dengan partner satu sama lain sesuai dengan skenario yang telah ditetapkan dan akan dijalankan. Data terbagi menjadi: 1) nilai ekspor dan impor Indonesia dengan EU 27 dan China; 2) nilai ekspor dan impor China dengan Indonesia dan EU 27; 3) nilai ekspor dan impor EU 27 dengan China dan Indonesia, serta 4) Total nilai ekspor dan impor China, Indonesia, dan EU27 dengan seluruh dunia. Setelah didapatkan basis data tersebut, berikutnya dicari data perdagangan internasional berupa nilai impor atas seluruh HS Code komoditas yang ada pada ke-7 sektor GTAP. Pada langkah ini, didapatkan data dari 503 HS Code yang ada pada 7 sektor GTAP, berupa nilai impor yang dilakukan oleh: 1) Indonesia dari EU 27, China, dan Seluruh dunia; 2) China dari EU 27, Indonesia, dan Seluruh dunia, dan 3) EU 27 dari China, Indonesia, dan Seluruh dunia. Data ini akan digunakan sebagai data pembanding atas 64 HS Code yang menjadi komoditas yang dikenakan CBAM. Atas basis data berupa nilai impor dan ekspor 64 HS Code komoditas yang dikenakan CBAM oleh 3 negara, serta basis data berupa 503 HS Code komoditas yang termasuk pada 7 sektor yang ada di GTAP, langkah berikutnya adalah melakukan pembandingan antara kedua data, dengan tujuan mendapatkan *output* berupa persentase antara komoditas CBAM dengan total sektor yang ada di GTAP per HS Code.

Selain hasil berupa persentase, didapatkan juga data berupa *market share* per sektor GTAP, yang terbagi menjadi nilai impor atas 7 sektor GTAP yang dilakukan oleh: 1) Indonesia dengan EU, Indonesia dengan China, dan Indonesia dengan seluruh dunia; 2) China dengan EU, China dengan Indonesia, dan Chinadengan seluruh dunia; dan 3) EU 27 dengan Indonesia, EU 27 dengan China, dan EU 27 dengan seluruh dunia. Data ini akan berguna sebagai dasar pembanding ketika dilakukan *shock* sesuai dengan skenario yang telah ditetapkan di awal. Adapun data tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Market Share per Sektor CBAM GTAP

Sektor	Indonesia-EU	Indonesia-China	Total Indonesia	China-EU	China-Indonesia	Total China	EU-Indonesia	EU-China	Total EU
CHM	2.779.479,00	9.689.278,00	34.857.370,00	66.944.463,00	6.069.099,00	416.803.592,00	3.795.753,00	78.661.382,00	1.266.205.462,00
ELY	-	-	60.644,00	-	-	196.709,00	-	-	44.115.292,00
LS	679.193,00	3.791.087,00	13.590.567,00	2.597.710,00	18.201.570,00	38.978.775,00	886.472,00	6.710.700,00	193.827.358,00
NMM	150.408,00	2.065.408,00	3.601.958,00	3.252.022,00	412.545,00	23.996.931,00	136.847,00	16.296.221,00	112.175.696,00
OXT	28.410,00	263.088,00	3.050.609,00	4.736.873,00	2.859.666,00	267.160.096,00	1.621.818,00	831.014,00	58.518.966,00
NFM	123.483,00	1.010.327,00	6.619.678,00	7.821.216,00	7.503.729,00	192.511.611,00	401.673,00	3.844.352,00	202.477.239,00
FMP	395.578,00	3.303.944,00	5.931.697,00	5.082.260,00	32.741,00	14.264.303,00	103.587,00	24.293.185,00	195.502.023,00
Total	4.156.551,00	20.123.132,00	67.712.523,00	90.434.544,00	35.079.350,00	953.912.017,00	6.946.150,00	130.636.854,00	2.072.822.036,00

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Setelah didapatkan data perdagangan per HS Code CBAM, data perdagangan per Sektor GTAP, persentase antara perdagangan per HS

Code CBAM dibandingkan dengan data perdagangan per Sektor GTAP, serta *market share* per sektor GTAP milik tiap negara, maka dapat dilanjutkan pada tahapan berikutnya, yakni menghitung tarif karbon per negara. Pada tahapan ini akan dilakukan perhitungan tarif karbon dengan output berupa persentase. Perhitungan akan dilaksanakan secara berjenjang, yakni dengan terlebih dahulu menentukan porsi tarif karbon per HS Code komoditas yang dikenakan CBAM, kemudian menentukan besaran tarif karbon per sektor yang bersumber dari HS Code komoditas yang dikenakan CBAM pada sektor tersebut.

Data yang juga diperlukan pada tahapan ini adalah besaran emisi karbon yang dihasilkan oleh tiap-tiap sektor CBAM dalam GTAP pada China, Indonesia, dan EU 27 serta seluruh negara untuk kemudian menjadi basis data dalam perhitungan tarif karbon. Data ini didapatkan melalui aplikasi GTAP dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 2. Besaran Emisi Karbon atas Sektor pada GTAP

Sektor	1 Indonesia	2 China	3 EU_27	4 RestofWorld	Total
OXT	1,480	4,200	2,670	25,000	33,400
NMM	0,488	61,800	41,200	169,000	272,000
ELY	6,770	337,000	418,000	2006,000	2768,000
CHM	2,510	42,700	49,200	126,000	220,000
I_S	0,032	28,900	32,000	139,000	200,000
FMP	0,498	2,960	4,520	11,800	19,700
NFM	0,087	9,500	8,180	15,400	33,200
8 othersector	68,300	163,000	638,000	1402,000	2272,000
9 CGDS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	80,200	649,000	1194,000	3894,000	5818,000

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Perhitungan dilakukan terlebih dahulu berdasar kepada perdagangan China, Indonesia, dan EU 27 atas 64 HS Code yang dikenakan CBAM. Dalam menentukan tarif emisi karbon, sesuai dengan kerangka pemikiran, tarif yang akan digunakan adalah tarif yang sudah ditetapkan di awal pembahasan, yakni Indonesia sebesar \$2 per t, EU sebesar \$105 per t, dan China sebesar \$10 per t. Karena satuan yang didapat pada aplikasi GTAP sebagaimana tercantum pada tabel di atas merupakan data dalam satuan kg, maka dikalikan dengan 1000 (1 ton) sehingga didapat rumus akhir: besaran emisi karbon x tarif yang sudah ditentukan x 1000 (satuan ton), dengan output berupa besaran tarif dalam USD. Data ini merupakan nilai tarif emisi karbon atas 7 sektor CBAM yang diperdagangkan oleh ketiga negara. Sebagai contoh, atas perdagangan yang dilakukan oleh EU 27 dengan Indonesia dan China, diketahui bahwa emisi karbon atas sektor OXT adalah sebesar 2,67. Untuk menghitung nilai tarif emisikarbon dalam USD, maka dilakukan perkalian yakni 2,67 (data emisi karbon dari GTAP) x \$105 (tarif yang diterapkan EU atas CBAM) x 1000 (konversi kg ke ton). Didapatkan hasil berupa nilai tarif emisi karbon dalam USD sebesar \$280.350.

Perlu diingat bahwa simulasi dan *shock* yang akan dilakukan dalam GTAP menggunakan satuan persentase, yang menggambarkan perubahan

atas nilai tarif impor setelah penerapan CBAM. Untuk itu, diperlukan suatu proses untuk mengubah satuan nilai tarif emisi karbon dalam USD tadi menjadi persentase, yakni dengan proses *Ad Valorem*. Proses ini dilakukan dengan membandingkan antara nilai tarif emisi karbon per sektor yang telah didapatkan, dengan total perdagangan (impor) yang dilakukan oleh suatu negara dengan *partner*-nya. Sebagai contoh – dengan melanjutkan contoh perhitungan nilai tarif emisi karbon per sektor yang telah dilakukan sebelumnya – emisi karbon sektor OXT dengan produk berupa semen dengan HS code 2507 atas perdagangan oleh EU 27 adalah 2,67, dengan nilai tarif emisi karbon dalam USD ditentukan sebesar \$280.350. Jika dibandingkan dengan total perdagangan (impor) yang dilakukan oleh EU 27 terhadap China dan Indonesia atas sektor GTAP dimana HS Code 2507 berada (OXT), maka didapatkan hasil sebesar 0,479075 persen. Ini bermakna tarif yang dikenakan atas emisi karbon pada sektor OXT adalah sebesar 0.47% dari keseluruhan nilai impor (\$280.350 dari \$58.518.966).

Karena besaran tersebut masih berupa perbandingan antara emisi karbon sektor OXT dengan *market share* atas keseluruhan sektor OXT, namun *belum* menggambarkan emisi karbon pada level HS Code semen 2507 yang menjadi komoditas CBAM, maka berikutnya adalah menentukan besaran *weight Ad Valorem* tarif emisi per HS Code komoditas CBAM. Langkah ini dilakukan dengan mengalikan perbandingan antara total nilai impor perdagangan HS Code semen 2507 dengan total nilai impor perdagangan sektor OXT pada GTAP yang dilakukan oleh EU. Impor atas HS Code 2507 yang dilakukan EU 27 yakni sebesar \$681.111, dibandingkan dengan importase seluruh sektor OXT pada GTAP yang dilakukan oleh EU 27 sebesar \$58.518.966, sehingga bobot atas HS Code 2507 terhadap sektor OXT adalah sebesar 1,164% (didapatkan dari \$681.111 / \$58.518.966). Berikutnya, diketahui tarif *advalorem* sektor OXT adalah 0.47%, dikalikan dengan persentase perbandingan antara komoditas CBAM dengan HS code 2507 terhadap sektor OXT yang ada pada GTAP sebesar 1,164% tadi, sehingga didapatkan hasil sebesar 0.5576%. Persentase sebesar 0.5576% inilah yang menggambarkan tarif yang dikenakan atas emisi karbon yang dihasilkan oleh komoditas CBAM berupa HS Code 2507, dan dapat disebut sebagai *Weight Advalorem* Tarif Emisi per HS Code.

Perlu diingat kembali bahwa dalam GTAP, yang digunakan adalah sektor perdagangan, dan tidak semua HS Code yang ada dalam sektor GTAP menjadi komoditas CBAM. Sehingga tahapan menetapkan besaran *Weight Advalorem* Tarif Emisi per HS Code di atas dilakukan atas keseluruhan HS Code yang menjadi komoditas CBAM, dalam rangka menemukan besaran tarif atas Komoditas HS Code CBAM tanpa mempengaruhi HS Code komoditas lain yang ada pada 7 sektor di GTAP. Setelah didapatkan hasil persentase tiap HS Code, maka dilakukan agregasi (pengumpulan) per sektor GTAP yang dikenakan CBAM, dan didapatkanlah persentase akhir yang akan digunakan dalam melakukan *shock* pada GTAP, yang menggambarkan kenaikan harga komoditas setelah pajak karbon (CBAM) dikenakan. Adapun persentase final

tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 3. Persentase Kenaikan Tarif Karbon Per Sektor Yang Dikenakan CBAM, Dihitung dari Komoditas 64 HS Code yang Dikenakan CBAM

Sektor	Indonesia	China	EU
1 OXT	0,00336%	0,05923%	107,42594%
2 NMM	0,00048%	0,00058%	7,31680%
3 ELY	0,00090%	0,00812%	61,49303%
4 CHM	0,00245%	0,30898%	2535,86612%
5 I_S	0,00781%	0,87315%	4364,04958%
6 FMP	0,02425%	0,86745%	1587,19361%
7 NFM	0,00857%	0,02524%	757,51240%

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Setelah didapatkan persentase kenaikan tarif karbon per sektor yang dikenakan CBAM yang bersifat final, maka pengolahan data dapat berlanjut pada aplikasi GTAP. Pada tahapan ini, terdiri atas penyiapan skenario-skenario yang telah ditetapkan sebelumnya, melakukan input *shock* berupa persentase kenaikan tarif karbon per sektor yang akan ditranslasikan menjadi kenaikan tarif impor pada GTAP, serta pengolahan hasil dari aplikasi GTAP menggunakan alat bantu berupa viewHAR untuk melihat data tiga dimensi yang dihasilkan.

Terlebih dahulu, dilakukan penyiapan atas skenario yang telah ditetapkan sebelumnya, meliputi Skenario 1 dimana EU 27 menerapkan CBAM sementara China dan Indonesia tidak; Skenario 2 dimana EU dan Indonesia menerapkan CBAM sementara China tidak; Skenario 3 dimana EU dan China menerapkan CBAM sementara Indonesia tidak; serta Skenario 4 dimana baik EU, Indonesia, dan China telah menerapkan CBAM. Penyiapan ini dilakukan dengan melakukan perekaman (input) atas persentase kenaikan tarif karbon per sektor pada negara-negara yang diasumsikan menerapkannya pada komponen *TMSirs (Tax on Imports from Source)*. Input yang dilakukan akan merubah (menaikkan) komponen *TMSirs* yang dapat diartikan sebagai tarif impor. Atas langkah penyiapan ini, didapatkan 4 *file* skenario yang dapat diproses oleh GTAP untuk dilakukan analisa terhadap hasilnya.

2. Hasil Simulasi Skenario 1 (EU Menerapkan CBAM)

Skenario 1 dilakukan pada aplikasi GTAP dengan asumsi EU menerapkan kebijakan CBAM. Atas hasil simulasi, dapat disimpulkan bahwa penerapan CBAM oleh Uni Eropa akan mengarah pada dampak yang luas pada perdagangan global, yakni berdampak pada pengurangan volume ekspor dari berbagai negara dunia ke EU, termasuk China dan Indonesia, terutama pada sektor produk kimia(CHM) dan logam (NFM). Hal ini mengingat EU menjalin hubungan dagang yang amat erat untuk kedua komoditas. Dengan diterapkannya tarif karbon berupa CBAM dengan harga yang begitu tinggi, akan menghadapi eksportir-eksportir dari China dan Indonesia pada posisi yang menantang.

Di sisi lain, ekspor EU juga mengalami penurunan baik kepada Indonesia, China, dan negara-negara lain di seluruh dunia, utamanya di sektor produk kimia(CHM), logam besi (I_S), produk logam (FMP), dan logam (NFM). Secara rinci, penjelasan atas hasil simulasi skenario 1 dapat

dijelaskan sebagai berikut:

a. Dampak Penerapan CBAM terhadap Ekspor Indonesia ke China, EU, dan Rest of the World

Ketika CBAM diterapkan oleh EU, maka ekspor atas seluruh sektor CBAM yang dilakukan oleh Indonesia kepada EU akan terdampak secara cukup masif, sementara ekspor ke China dan negara lain di dunia (*rest of world*) tidak mengalami perubahan / mengalami kenaikan secara minor. Secara rinci, perubahan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Perubahan Ekspor yang Dilakukan Indonesia Ketika Skenario 1 Dijalankan

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	-0,0590	0,2897	-1,7188	0,0948
NMM	-0,0071	0,2232	-3,3954	0,2010
ELY	0,5704	0,6925	-2,0840	0,8772
CHM	0,2555	0,5709	-13,2756	0,1253
I_S	-0,0741	0,3298	-5,4268	0,1743
FMP	0,0697	0,3257	-6,5836	0,3312
NFM	0,0885	0,5932	-10,5707	0,3791
othersector	0,0192	0,2531	-3,0514	0,4218

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Dapat dilihat bahwa ekspor Indonesia pada EU mengalami penurunan secara keseluruhan, dengan komoditas produk kimia (CHM) sebesar -13,27% dan logam (NFM) sebesar -10,57%. Ekspor Indonesia ke China disisi lain tidak mengalami perubahan yang signifikan, dengan peningkatan tidak mencapai 1% untuk seluruh komoditas CBAM. Tarif karbon atas CBAM yang demikian besar diterapkan oleh EU, yakni sebesar 105\$/TCO₂, berpengaruh amat signifikan terhadap ekspor yang dilakukan oleh Indonesia, terutama pada komoditas produk kimia dan logam di pasar Uni Eropa. Atas ekspor tujuan China, listrik menjadi komoditas dengan kenaikan terbesar dengan kenaikan sebesar 0,6925%. Komoditas ini juga mengalami kenaikan tertinggi atas ekspor tujuan negara-negara lain di dunia, dengan kenaikan sebesar 0,8772.

b. Dampak Penerapan CBAM Terhadap Ekspor China ke Indonesia, EU, dan Rest of the World

Ketika CBAM diterapkan oleh EU, maka sama seperti Indonesia, ekspor China ke EU mengalami penurunan yang cukup signifikan di berbagai sektor CBAM akibat kenaikan tarif impor dalam bentuk pajak karbon CBAM. Bagaimanapun, hal yang menarik adalah ekspor China ke Indonesia juga mengalami penurunan di beberapa sektor CBAM, yakni sektor mineral – dalam hal ini semen (OXT), produk mineral (NMM), listrik (ELY), logam besi (I_S), dan logam (NFM). Secara detail, penurunan ekspor tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 5. Perubahan Ekspor yang Dilakukan China ketika Skenario 1 Dijalankan

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	-0,7836	-0,3635	-2,4973	-0,6053
NMM	-0,1412	0,3379	-3,3903	0,2356
ELY	-0,0037	0,3475	-2,7045	0,3186
CHM	0,6449	1,3005	-14,3935	0,4130
I_S	-0,3216	0,1793	-5,6306	-0,0359
FMP	0,6391	1,1057	-5,9448	1,0148
NFM	-0,5013	0,1211	-11,1974	-0,1596
othersector	-0,0490	0,3041	-3,0353	0,4804

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Atas ekspor China ke Uni Eropa, penurunan terbesar terjadi pada sektor produk kimia (CHM) sebesar -14,3935% dan logam (NFM) sebesar - 11,1974%. Kedua sektor tersebut sama dengan komoditas ekspor Indonesia yang mengalami penurunan paling besar ketika CBAM diterapkan oleh EU. Atas ekspor China ke Indonesia, terjadi penurunan di beberapa sektor CBAM, dengan penurunan paling besar pada sektor mineral (OXT) yakni sebesar – 0,7836%. Sektor ini juga menjadi sektor terbesar yang mengalami penurunan ekspor terbesar China dengan negara-negara lain di dunia, dengan penurunansebesar – 0,6053%.

c. Dampak Penerapan CBAM terhadap Ekspor EU ke Indonesia, China, dan Rest of the World

Penerapan CBAM oleh Uni Eropa tidak hanya mempengaruhi ekspor China, Indonesia, dan / atau negara-negara lain di dunia kepada EU, namun juga mempengaruhi ekspor Uni Eropa ke Indonesia, China, dan negara-negara lain di dunia secara signifikan. Dampak tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Perubahan Ekspor yang Dilakukan EU ketika Skenario 1 Dijalankan

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	5,9684	6,3530	4,1434	6,1563
NMM	2,3486	1,5065	-0,0019	3,1145
ELY	3,7911	3,8514	1,2498	4,1850
CHM	-73,2255	-27,3429	49,9090	-91,0039
I_S	15,7765	-65,5990	10,1206	-22,0060
FMP	-3,0988	-87,9260	18,5265	-53,1165
NFM	8,9315	-89,5082	18,1694	-15,9354
othersector	1,8102	1,9060	-10,5330	2,3642

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Atas ekspor ke Indonesia, terjadi penurunan yang teramat besar pada sektor produk kimia (CHM) yakni sebesar -73,2255%, disusul dengan penurunan pada sektor produk logam (FMP) sebesar - 3,0988%. Dalam hubungan ekspor ke China, terjadi penurunan di 4 sektor CBAM, dengan penurunan terbesar terjadi di sektor logam (NFM) sebesar –89,5082%, dilanjutkan oleh sektor produk logam (FMP) sebesar -87,9260%, sektor logam besi sebesar -65,5990%, dan sektor produk kimia sebesar -27,3429%. Atas ekspor EU ke negara-negara lain di dunia, penurunan terbesar terjadi di sektor produk kimia

(CHM) sebesar -91,0039%, dilanjut dengan sektor produk logam sebesar -53,1165%, sektor logam besi sebesar -22,0060%, dan sektor logam sebesar -15,9354%.

d. Dampak CBAM Terhadap Impor

Atas simulasi skenario 1, penerapan CBAM tidak hanya mempengaruhi nilai ekspor di antara negara-negara yang menjadi subjek penelitian, tetapi juga mempengaruhi nilai impor sebagaimana tabel berikut ini:

Tabel 7. Agregat Impor Komoditas CBAM antara Indonesia, China, UE, dan Rest of World pada Simulasi Skenario

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	0,0237	-0,6495	5,7307	-0,6972
NMM	0,0474	-0,3932	0,7410	-0,4384
ELY	-0,6635	-0,6213	1,9009	-0,8350
CHM	-0,6997	-0,8133	-2,1768	-2,7819
L_S	0,0714	-0,8955	-0,1447	-0,6308
FMP	-0,0071	-1,3968	-8,8014	-0,7717
NFM	0,0234	-0,9442	1,3338	-0,7175
Othersector	0,0083	-0,1471	0,6343	-0,3069

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

3. Hasil Simulasi Skenario 2 (EU dan Indonesia Menerapkan CBAM)

Pada simulasi skenario 2, terdapat dua negara yang menerapkan CBAM, yakni EU dan Indonesia, dengan tarif karbon yang ditetapkan yakni sebesar \$105/tCO² untuk EU dan \$2/tCO² untuk Indonesia. Asumsi awal adalah penurunan ekspor yang dilakukan oleh Indonesia dan China pada pasar Uni Eropa dikarenakan tarif karbon yang begitu tinggi dikenakan oleh EU, sama halnya seperti skenario 1 ketika hanya Uni Eropa yang menerapkan CBAM. Bagaimanapun, terdapat asumsi lain berkenaan dengan kemungkinan berkurang atau tidaknya ekspor China dan Uni Eropa ke Indonesia atas penerapan CBAM yang dilakukan Indonesia. Jika dilihat dari segi tarif, tentu tarif yang dikenakan Indonesia sebesar \$2/tCO² berbanding sangat jauh dari tarif yang dikenakan oleh Uni Eropa, sehingga dampak pengurangan ekspor diasumsikan minimal. Adapun hasil secara rinci dijelaskan sebagai berikut:

a. Dampak Penerapan CBAM terhadap Ekspor Indonesia ke China, EU, dan Rest of the World

Ketika skenario 2 dijalankan, data GTAP menunjukkan tidak ada perubahan yang signifikan yang terjadi pada ekspor Indonesia dengan China. Ekspor tersebut mengalami kenaikan berkisar terendah sebesar 0,2249% untuk komoditas produk mineral (NMM) s.d. tertinggi sebesar 0,7674% untuk komoditas listrik.

Tabel 8. Perubahan Ekspor yang Dilakukan Indonesia ketika Skenario 2 Dijalankan

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	-0,0603	0,2906	-1,7452	0,0968
NMM	-0,0078	0,2249	-3,4709	0,2111
ELY	0,5735	0,7674	-2,1300	0,8977

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
CHM	0,2509	0,5729	-13,3424	0,1333
I_S	-0,0872	0,3116	-5,5388	0,1716
FMP	0,0782	0,4109	-6,8439	0,3482
NFM	0,0849	0,5540	-10,6753	0,3727
othersector	0,0184	0,2339	-3,1459	0,4430

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Dari segi ekspor Indonesia ke Uni Eropa, sebagaimana telah diasumsikan, terjadi penurunan yang cukup signifikan, terutama di sektor produk kimia (CHM) yang mengalami penurunan hingga -13,3424% dan sektor logam yang mengalami penurunan hingga -10,6753%. Sektor lain mengalami penurunan secara keseluruhan, dengan rentang sebesar -5,5388% untuk sektor logam besi(I_S) hingga terendah pada sektor mineral (OXT) sebesar -1,7452%. Ekspor Indonesia ke negara-negara lain di dunia atas komoditas CBAM secara umum tidak terdampak signifikan, terlihat dari kenaikan minor di semua sektor, dengan sektor listrik (ELY) mengalami kenaikan tertinggi sebesar 0,8977% dan sektor mineral (OXT) dengan kenaikan terendah sebesar 0,0968%.

b. Dampak Penerapan CBAM Terhadap Ekspor China ke Indonesia, EU, dan Rest of the World

Pada pelaksanaan simulasi skenario 2, hasil menunjukkan bahwa seperti skenario 1, ekspor China ke pangsa pasar Uni Eropa mengalami penurunan yang signifikan, dengan komoditas produk kimia (CHM) mengalami kontraksi terbesar yakni -14,5159%, disusul oleh sektor logam (NFM) sebesar -11,3033%, serta kontraksi yang terjadi di seluruh komoditas CBAM, dengan rentang kontraksi berkisar antara -6,1742 pada sektor produk logam (FMP) dan terendah pada sektor mineral (OXT) sebesar -2,536%.

Tabel 9. Perubahan Ekspor yang Dilakukan China ketika Skenario 2 Dijalankan

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	-0,7919	-0,3734	-2,5365	-0,6101
NMM	-0,1559	0,3329	-3,4691	0,2434
ELY	-0,0121	0,3648	-2,7677	0,3278
CHM	0,6395	1,3532	-14,5159	0,4157
I_S	-0,3410	0,1923	-5,7423	-0,1034
FMP	0,6662	1,1565	-6,1742	1,0585
NFM	-0,4689	0,1172	-11,3033	-0,1648
othersector	-0,0609	0,2829	-3,1267	0,4968

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Selain itu, ekspor China ke Indonesia juga mengalami penurunan akibat diterapkannya CBAM dengan tarif karbon sebesar \$2/tCO². Bagaimanapun, penurunan ekspor tidak terjadi pada seluruh komoditas, dan hanya terjadi secara minor, dengan penurunan tertinggi terjadi pada sektor mineral (OXT) sebesar -0,7919%, dan terendah pada sektor listrik (ELY) sebesar -0,0121%. Komoditas yang mengalami penurunan ekspor adalah komoditas produk kimia (CHM) yang menunjukkan peningkatan sebesar 0,6395% dan komoditas

produk logam yang menunjukkan peningkatan sebesar 0,6662%. Ekspor China ke berbagai negara lain di dunia menunjukkan hasil yang cukup stabil, dengan beberapa komoditas mengalami kontraksi secara minor (<1%) dan komoditas lainnya mengalami kenaikan. Kenaikan tertinggi ada pada ekspor sektor produk logam dengan peningkatan sebesar 1,0585%, dan kontraksi tertinggi ada pada komoditas mineral dengan penurunan sebesar -0,6101%.

c. Dampak Penerapan CBAM terhadap Ekspor EU ke Indonesia, China, dan Rest of the World

Dalam pelaksanaan skenario 2, data memperlihatkan bahwa ekspor Uni Eropa ke Indonesia terdampak secara variatif. Terdapat komoditas mengalami penurunan ekspor secara signifikan, yakni sektor produk kimia (CHM) dengan penurunan mencapai hingga -73,0378%, disusul oleh sektor produk logam (FMP) dengan penurunan sebesar -14,1269%. Yang menarik, di sektor CBAM yang lain, ekspor Uni Eropa mengalami peningkatan melebihi yang terjadi pada skenario 1 ketika Indonesia tidak menerapkan CBAM. Hal ini terjadi pada seluruh sektor, dengan peningkatan paling besar ditunjukkan oleh sektor logam besi (I_S): ketika skenario 1 dijalankan, terjadi peningkatan sebesar 15,7765%, sementara pada skenario 2 terjadi peningkatan sebesar 16,1917%, dengan margin peningkatan sebesar 0,4152% pada kedua skenario. Walau begitu, penerapan CBAM oleh Indonesia mempengaruhi sektor produk logam secara signifikan: ketika skenario 1 dijalankan, terjadi kontraksi sebesar -3,0988%, sementara ketika skenario 2 dijalankan, kontraksi ini terjadi sebesar -14,1269%, dengan margin penurunan ekspor yang terjadi sebesar -11,0281%.

Tabel 10. Perubahan Ekspor yang Dilakukan EU ketika Skenario 2 Dijalankan

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	6,0590	6,4369	4,2085	6,2521
NMM	2,4008	1,5109	-0,0017	3,1898
ELY	3,8254	3,8308	1,2592	4,2437
CHM	-73,0378	-23,1367	49,8650	-90,9973
I_S	16,1917	-65,4832	10,4450	-21,7048
FMP	-14,1269	-89,5336	22,6253	-71,1980
NFM	9,1876	-89,2379	18,3813	-15,7166
Othersector	1,8308	1,8596	-10,9170	2,4176

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Tabel 11. Margin Perubahan Ekspor antara Skenario 1 dan 2 yang Dilakukan EU ke Indonesia

Sektor	Skenario 2	Skenario 1	Margin
OXT	6,059	5,9684	0,0906
NMM	2,4008	2,3486	0,0522
ELY	3,8254	3,7911	0,0343
CHM	-73,0378	-73,2255	0,1877
I_S	16,1917	15,7765	0,4152
FMP	-14,1269	-3,0988	-11,0281
NFM	9,1876	8,9315	0,2561
othersector	1,8308	1,8102	0,0206

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Atas ekspor Uni Eropa ke China, terjadi kontraksi dengan pola yang hampir sama dengan yang terjadi pada skenario 1, dimana terjadi penurunan yang besar pada sektor produk logam (FMP) sebesar -89,5336% dan sektor logam (NFM) sebesar -89,2379%. Jika dilihat lebih mendalam, terdapat perbedaan yang cukup menarik antara pelaksanaan skenario 1 dan 2, dimana pada skenario 2, terdapat margin berupa kontraksi ekspor yang berkurang pada sektor produk kimia (CHM), yang mana tercatat sebesar -27,3429% pada skenario 1 dan -23,1367% pada skenario 2, dengan margin sebesar 4,2062%.

Tabel 12. Margin Perubahan Ekspor antara Skenario 1 dan 2 yang Dilakukan EU ke China

Sektor	Skenario 2	Skenario 1	Margin
OXT	6,4369	6,3530	0,0839
NMM	1,5109	1,5065	0,0044
ELY	3,8308	3,8514	-0,0206
CHM	-23,1367	-27,3429	4,2062
I_S	-65,4832	-65,5990	0,1158
FMP	-89,5336	-87,9260	-1,6076
NFM	-89,2379	-89,5082	0,2703
othersector	1,8596	1,9060	-0,0464

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

d. Dampak CBAM Terhadap Impor

Atas simulasi skenario 2, penerapan CBAM tidak hanya mempengaruhi nilai ekspor, tetapi juga mempengaruhi nilai impor sebagaimana tabel berikut ini:

Tabel 13. Agregat Impor Komoditas CBAM antara Indonesia, China, UE, dan Rest of World pada Simulasi Skenario 2

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	0,0241	-0,6551	5,8200	-0,7135
NMM	0,0487	-0,4004	0,7573	-0,4494
ELY	-0,6778	-0,6346	1,9212	-0,8526
CHM	-0,6975	-0,8179	-2,1719	-2,7898
I_S	0,0642	-0,9166	0,1717	-0,7081
FMP	-0,0136	-1,4481	-10,5552	-0,8172
NFM	0,0151	-0,9567	1,5472	-0,7647
Othersector	0,0106	-0,1502	0,6361	-0,3138

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

4. Hasil Simulasi Skenario 3 (EU dan China Menerapkan CBAM)

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil simulasi skenario 3 (EU dan China menerapkan CBAM) yang sudah dilakukan menggunakan aplikasi GTAP, dapat disimpulkan bahwa penerapan CBAM oleh Uni Eropa dan China akan memiliki dampak yang luas pada perdagangan global, terutama dalam komoditas kimia, manufaktur, dan logam. Indonesia dan China memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap produk Uni Eropa, sedangkan Uni Eropa juga banyak bergantung pada produk dari kedua negara ini. Sektor-sektor seperti besi-baja, produk kimia, dan manufaktur adalah yang paling terpengaruh, baik dari sisi ekspor maupun impor,

karena mereka melibatkan komoditas karbon-intensif yang menjadi target CBAM.

Dengan adanya CBAM, akan ada penyesuaian harga di berbagai sektor ini, dan beberapa negara, termasuk Indonesia, akan menghadapi tantangan besar dalam mempertahankan daya saing produk mereka di pasar global. Beberapa poin penting terkait dampak dari penerapan CBAM ini adalah sebagai berikut:

a. Dampak Penerapan CBAM terhadap Ekspor Indonesia ke China, EU, dan Rest of the World

Dari keenam komoditas yang menjadi objek penerapan CBAM yang digunakan dalam penelitian ini, ternyata ekspor Indonesia ke China dan Rest of World masih tetap dapat tumbuh positif, sementara ekspor Indonesia ke EU mengalami pertumbuhan negatif untuk keenam komoditas tersebut. Hal ini sesuai dengan data sebagai berikut:

Tabel 14. Ekspor Komoditas CBAM dari Indonesia ke China, UE, dan Rest of World

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	-0,0603	0,2892	-1,7445	0,0970
NMM	-0,0076	0,2227	-3,4696	0,2123
ELY	0,5731	0,7661	-2,1294	0,8982
CHM	0,2518	0,5653	-13,3399	0,1355
L_S	-0,0882	0,3079	-5,5359	0,1730
FMP	0,0764	0,4035	-6,8320	0,3550
NFM	0,0837	0,5495	-10,6725	0,3742
Othersector	0,0180	0,2317	-3,1450	0,4438

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Dari komoditas-komoditas yang telah menerapkan CBAM, dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan ekspor paling besar dari Indonesia ke China adalah komoditas *Electricity* (ELY) yang tumbuh sebesar 0,7661% dan *Fertilizer* (CHM) yang tumbuh sebesar 0,5653%. Hal menunjukkan bahwa China sangat bergantung dari ekspor Indonesia pada komoditas-komoditas tersebut.

Sementara ekspor Indonesia ke Uni Eropa terkena dampak yang sangat besar untuk seluruh komoditas yang telah menerapkan CBAM, yang ditandai dengan pertumbuhan negatif untuk ekspor seluruh komoditas. Komoditas yang paling di terkena dampaknya adalah *Fertilizer* (CHM) yang mengalami kontraksi sebesar 13,3339% dan *Aluminium* (NFM) yang mengalami kontraksi sebesar 10,6725%. Hal ini menunjukkan bahwa produk kimia dan aluminium Indonesia menjadi komoditas yang paling terdampak di pasar Uni Eropa karena penerapan tarif CBAM EU yang jauh lebih tinggi dibandingkan pasar China maupun Rest of World, sehingga ekspor kedua komoditas tersebut mengalami penurunan yang paling besar. Penerapan tarif CBAM yang jauh lebih tinggi di EU juga menyebabkan harga produk Indonesia untuk komoditas-komoditas tersebut menjadi sulit bersaing di pasar EU.

b. Dampak Penerapan CBAM Terhadap Ekspor China ke Indonesia, EU, dan Rest of the World

Tabel 15. Ekspor Komoditas CBAM dari China ke Indonesia, UE, dan Rest of World

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	-0,7889	-0,3722	-2,5341	-0,6072
NMM	-0,1548	0,3310	-3,4673	0,2452
ELY	-0,0110	0,3651	-2,7657	0,3298
CHM	0,6867	1,3966	-14,5724	0,3891
L_S	-0,2386	0,2416	-5,8860	-0,1852
FMP	0,8935	1,3421	-6,3927	0,8694
NFM	-0,4664	0,1163	-11,3023	-0,1631
Othersector	-0,0612	0,2805	-3,1258	0,4976

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Dari hasil simulasi skenario 3 yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa ekspor China ke Indonesia hanya komoditas *Fertilizer* (CHM) yang tumbuh positif sebesar 0,6867% dan *Aluminium* (FMP) yang tumbuh positif sebesar 0,8935%. Sementara ekspor komoditas lainnya mengalami hasil yang anomali karena mengalami pertumbuhan negatif meskipun pada simulasi skenario 3 ini Indonesia belum menerapkan CBAM. Hal ini menunjukkan bahwa China tidak bergantung mengespor komoditas-komoditas tersebut hanya ke Indonesia saja. Di sini didapatkan fakta bahwa China mengespor komoditas-komoditas tersebut juga ke Rest of World, dimana ekspor China ke Rest of World mayoritas mengalami pertumbuhan positif. Selain itu konsumsi di dalam China juga mengalami kenaikan untuk komoditas-komoditas di dalam negeri yang digunakan untuk mendukung industri dalam negeri China.

Dari hasil simulasi skenario 3 juga diperoleh hasil bahwa ekspor China ke Uni Eropa mengalami pertumbuhan negatif untuk seluruh komoditas. Komoditas yang paling di terkena dampaknya adalah *Fertilizer* (CHM) yang mengalami kontraksi sebesar 14,5724% dan *Aluminium* (NFM) yang mengalami kontraksi sebesar 11,3023%. Hal ini menunjukkan bahwa produk kimia dan aluminium China menjadi komoditas yang paling terdampak di pasar Uni Eropa karena penerapan tarif CBAM EU yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan pasar China maupun Rest of World, sehingga ekspor kedua komoditas tersebut mengalami penurunan yang paling besar.

c. Dampak Penerapan CBAM terhadap Ekspor EU ke Indonesia, China, dan Rest of the World

Tabel 16. Ekspor Komoditas CBAM dari EU ke Indonesia, China, dan Rest of World

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	6,0580	6,4343	4,2079	6,2512
NMM	2,4000	1,5072	-0,0015	3,1899
ELY	3,8242	3,8285	1,2589	4,2433
CHM	-73,0321	-23,1156	49,8638	-90,9977
I_S	16,1891	-65,4851	10,4436	-21,7059
FMP	-14,1284	-89,5323	22,6248	-71,1982
NFM	9,1857	-89,2381	18,3807	-15,7173
Othersector	1,8297	1,8565	-1,0915	2,4177

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Dari hasil simulasi skenario 3 yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa ekspor EU ke Indonesia pada komoditas *Fertilizer* (CHM) mengalami pertumbuhan negatif yang cukup signifikan yaitu sebesar 73,0321% dan *Aluminium* (FMP) juga mengalami pertumbuhan negatif sebesar 14,1284%. Sementara ekspor komoditas lainnya tetap dapat tumbuh positif. Walaupun di Indonesia belum menerapkan tarif CBAM, akan tetapi penurunan ekspor untuk kedua komoditas tersebut ke Indonesia karena didapatkan fakta bahwa ekspor sesama negara EU mengalami kenaikan hampir di semua komoditas yang menerapkan CBAM, tidak terkecuali *Fertilizer* (CHM) sebesar 49,8638% dan *Aluminium* (FMP) sebesar 22,6248%, yang mana digunakan untuk mendukung industri sesama negara EU.

Dari hasil simulasi skenario 3 juga diperoleh hasil bahwa ekspor EU ke China mengalami pertumbuhan positif maupun negatif di beberapa komoditas. Komoditas yang paling terkena dampaknya adalah komoditas *Aluminium* (FMP) yang mengalami kontraksi sebesar 89,5323% dan *Aluminium* (NFM) yang mengalami kontraksi sebesar 89,2381%. Hal ini bisa terjadi karena kemungkinan telah diterapkannya CBAM oleh China untuk komoditas-komoditas tersebut. Selain karena China telah menerapkan CBAM, penurunan ekspor untuk komoditas tersebut juga bisa disebabkan oleh kenaikan ekspor antar negara EU, dimana ekspor komoditas *Aluminium* (FMP) naik sebesar 22,6248% dan *Aluminium* (NFM) naik sebesar 18,3807%.

d. Dampak CBAM Terhadap Impor

Penerapan CBAM tidak hanya mempengaruhi nilai ekspor, tetapi juga mempengaruhi nilai impor sebagaimana tabel berikut ini:

Tabel 17. Agregat Impor Komoditas CBAM antara Indonesia, China, UE, dan Rest of World

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	0,0241	-0,6522	5,8191	-0,7139
NMM	0,0484	-0,3987	0,7571	-0,4499
ELY	-0,6773	-0,6326	1,9210	-0,8527
CHM	-0,6969	-0,8463	-2,1724	-2,7908

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
I_S	0,0644	-1,0075	0,1704	-0,7091
FMP	-0,0122	-1,6470	-10,5555	-0,8181
NFM	0,0155	-0,9550	1,5466	-0,7650
Othersector	0,0108	-0,1494	0,6360	-0,3140

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

5. Hasil Simulasi Skenario 4 (EU, Indonesia, dan China Menerapkan CBAM)

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil simulasi skenario 4 (EU, Indonesia, dan China menerapkan CBAM) yang sudah dilakukan menggunakan aplikasi GTAP, dapat disimpulkan bahwa penerapan CBAM oleh Uni Eropa, Indonesia, dan China akan memiliki dampak yang luas pada perdagangan global dan juga perdagangan antara ketiga negara tersebut. EU, Indonesia dan China saling memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap komoditas-komoditas yang menjadi objek penelitian. Sektor-sektor seperti besi-baja, produk kimia, dan manufaktur adalah yang paling terpengaruh, baik dari sisi ekspor maupun impor, karena mereka melibatkan komoditas karbon-intensif yang menjadi target CBAM.

Dengan adanya CBAM, akan ada penyesuaian harga di berbagai sektor ini, dan beberapa negara, termasuk Indonesia, akan menghadapi tantangan besar dalam mempertahankan daya saing produk mereka di pasar global. Beberapa poin penting terkait dampak dari penerapan CBAM ini adalah sebagai berikut:

a. Dampak Penerapan CBAM terhadap Ekspor Indonesia ke China, EU, dan Rest of the World

Dari keenam komoditas yang menjadi objek penerapan CBAM yang digunakan dalam penelitian ini, ternyata ekspor Indonesia ke China dan Rest of World masih tetap dapat tumbuh positif, sementara ekspor Indonesia ke EU mengalami pertumbuhan negatif untuk keenam komoditas tersebut. Hal ini sesuai dengan data sebagai berikut:

Tabel 18. Ekspor Komoditas CBAM dari Indonesia ke China, UE

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	-0,0602	0,2892	-1,7447	0,0970
NMM	-0,0076	0,2226	-3,4696	0,2123
ELY	0,5731	0,7661	-2,1293	0,8982
CHM	0,2520	0,5655	-13,3404	0,1354
I_S	-0,0870	0,3085	-5,5376	0,1726
FMP	0,0790	0,4060	-6,8418	0,3502
NFM	0,0847	0,5506	-10,6742	0,3737
Othersector	0,0180	0,2317	-3,1450	0,4438

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Dari komoditas-komoditas yang telah menerapkan CBAM, dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan ekspor paling besar dari Indonesia ke China adalah komoditas *Electricity* (ELY) yang tumbuh sebesar 0,7661% dan *Fertilizer* (CHM) yang tumbuh sebesar 0,5655%.

Walaupun China sudah menerapkan CBAM, akan tetapi harga produk Indonesia untuk komoditas-komoditas tersebut masih bisa bersaing di pasar China sehingga ekspor Indonesia masih tetap dapat tumbuh positif di pasar China. Hal menunjukkan bahwa China sangat bergantung dari ekspor Indonesia pada komoditas-komoditas tersebut.

Hasil tidak jauh berbeda juga terjadi pada nilai ekspor Indonesia ke Rest of World, dimana ekspor seluruh komoditas juga tumbuh positif. Hal ini mungkin bisa terjadi karena selain EU dan China belum menerapkan CBAM. Sementara ekspor Indonesia ke Uni Eropa terkena dampak yang sangat besar untuk seluruh komoditas yang telah menerapkan CBAM, yang ditandaidengan pertumbuhan negatif untuk ekspor seluruh komoditas. Komoditas yang paling di terkena dampaknya adalah *Fertilizer* (CHM) yang mengalami kontraksi sebesar 13,3404% dan *Aluminium* (NFM) yang mengalami kontraksi sebesar 10,6742%. Hal ini menunjukkan bahwa produk kimia dan aluminium Indonesia menjadi komoditas yang paling terdampak di pasar Uni Eropa karena penerapan tarif CBAM EU yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan pasar China maupun Rest of World, sehingga ekspor komoditas tersebut mengalami penurunan yang paling besar. Penerapan tarif CBAM yang jauh lebih tinggi di EU juga menyebabkan harga produk Indonesia untuk komoditas-komoditas tersebut menjadi sulit bersaing di pasar EU.

b. Dampak Penerapan CBAM Terhadap Ekspor China ke Indonesia, EU, dan Rest of the World

Tabel 19. Ekspor Komoditas CBAM dari China ke Indonesia, UE, dan Rest of World

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	-0,7890	-0,3722	-2,5341	-0,6072
NMM	-0,1548	0,3310	-3,4673	0,2452
ELY	-0,0110	0,3651	-2,7657	0,3298
CHM	0,6866	1,3966	-14,5724	0,3892
I_S	-0,2387	0,2416	-5,8860	-0,1852
FMP	0,8932	1,3421	-6,3927	0,8694
NFM	-0,4665	0,1163	-11,3023	-0,1631
Othersector	-0,0612	0,2805	-3,1258	0,4976

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Dari hasil simulasi skenario 4 yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa ekspor China ke Indonesia hanya komoditas *Fertilizer* (CHM) yang tumbuh positif sebesar 0,6866% dan *Aluminium* (FMP) yang tumbuh positif sebesar 0,8935%. Sementara ekspor komoditas lainnya mengalami pertumbuhan negatif. Hal ini menunjukkan bahwa setelah Indonesia menerapkan CBAM, ternyata harga produk China untuk dua komoditas tersebut tetap dapat bersaing di pasar Indonesia. Hal ini disebabkan Indonesia masih ketergantungan dengan produk kimia dan aluminium dari China. Sementara untuk komoditas lainnya, ternyata mengalami pertumbuhan negatif. Artinya harga produk China untuk komoditas lainnya sedikit tidak dapat bersaing di pasar Indonesia.

Selain itu, China tidak bergantung mengeskpor komoditas- komoditas tersebut hanya ke Indonesia saja. Di sini didapatkan fakta bahwa China mengeskpor komoditas-komoditas tersebut juga ke Rest of World, dimana ekspor China ke Rest of World mayoritas mengalami pertumbuhan positif. Selain itu konsumsi di dalam China juga mengalami kenaikan untuk komoditas-komoditas di dalam negeri yang digunakan untuk mendukung industri dalam negeri China.

Dari hasil simulasi skenario 4 juga diperoleh hasil bahwa ekspor China ke Uni Eropa mengalami pertumbuhan negatif untuk seluruh komoditas. Komoditas yang paling di terkena dampaknya adalah *Fertilizer* (CHM) yang mengalami kontraksi sebesar 14,5724% dan *Aluminium* (NFM) yang mengalami kontraksi sebesar 11,3023%. Hal ini menunjukkan bahwa produk kimia dan aluminium China menjadi komoditas yang paling terdampak di pasar Uni Eropa karena penerapan tarif CBAM EU yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan pasar China maupun Rest of World, sehingga ekspor kedua komoditas tersebut mengalami penurunan yang paling besar.

c. Dampak Penerapan CBAM terhadap Ekspor EU ke Indonesia, China, dan Rest of the World

Tabel 20. Ekspor Komoditas CBAM dari EU ke Indonesia, China

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	6,0580	6,4343	4,2079	6,2512
NMM	2,3999	1,5072	-0,0015	3,1899
ELY	3,8241	3,8285	1,2589	4,2433
CHM	-73,0321	-23,1153	49,8638	-90,9977
I_S	16,1890	-65,4851	10,4436	-21,7059
FMP	-14,1286	-89,5323	22,6248	-71,1982
NFM	9,1855	-89,2381	18,3807	-15,7173
Othersector	1,8297	1,8565	-1,0915	2,4177

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Dari hasil simulasi skenario 4 yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa ekspor EU ke Indonesia pada komoditas *Fertilizer* (CHM) mengalami pertumbuhan negatif yang cukup signifikan yaitu sebesar 73,0321% dan *Aluminium* (FMP) juga mengalami pertumbuhan negatif sebesar 14,1284%. Sementara ekspor komoditas lainnya tetap dapat tumbuh positif. Walaupun di Indonesia telah menerapkan tarif CBAM, akan tetapi peningkatan ekspor untuk komoditas lainnya ke Indonesia karena didapatkan fakta bahwa tarif CBAM Indonesia jauh lebih kecil dibandingkan tarif CBAM EU, sehingga mayoritas harga produk-produk EU masih dapat bersaing di pasar Indonesia. Sementara untuk komoditas yang mengalami pertumbuhan negatif, terjadi karena ekspor sesama negara EU mengalami kenaikan hampir di semua komoditas yang menerapkan CBAM, tidak terkecuali *Fertilizer* (CHM) sebesar 49,8638% dan *Aluminium* (FMP) sebesar 22,6248%, yang dimanfaatkan untuk mendukung industri sesama negara EU.

Dari hasil simulasi skenario 4 juga diperoleh hasil bahwa ekspor EU ke China mengalami pertumbuhan positif maupun negatif di

beberapa komoditas. Komoditas yang paling terkena dampaknya adalah komoditas *Aluminium* (FMP) yang mengalami kontraksi sebesar 89,5323% dan *Aluminium* (NFM) yang mengalami kontraksi sebesar 89,2381%. Hal ini bisa terjadi karena kemungkinan telah diterapkannya CBAM oleh China untuk komoditas-komoditas tersebut. Selain karena China telah merapkan CBAM, penurunan ekspor untuk komoditas tersebut juga bisa disebabkan oleh kenaikan ekspor antar negara EU, dimana ekspor komoditas *Aluminium* (FMP) naik sebesar 22,6248% dan *Aluminium* (NFM) naik sebesar 18,3807%.

d. Dampak CBAM Terhadap Impor

Penerapan CBAM tidak hanya mempengaruhi nilai ekspor, tetapi juga mempengaruhi nilai impor sebagaimana tabel berikut ini:

Tabel 21. Agregat Impor Komoditas CBAM antara Indonesia, China, UE

Sektor	Indonesia	China	EU	Rest of World
OXT	0,0241	-0,6522	5,8191	-0,7139
NMM	0,0484	-0,3987	0,7571	-0,4499
ELY	-0,6773	-0,6326	1,9210	-0,8527
CHM	-0,6969	-0,8463	-2,1724	-2,7908
I_S	0,0644	-1,0075	0,1704	-0,7091
FMP	-0,0122	-1,6470	-10,5555	-0,8181
NFM	0,0155	-0,9550	1,5466	-0,7650
Othersector	0,0108	-0,1494	0,6360	-0,3140

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

B. Pembahasan Dampak Penerapan CBAM Terhadap Emisi Karbon

Analisis dampak atas penerapan kebijakan CBAM menggunakan empat simulasi kondisi yang diterapkan pada EU, Indonesia, dan China dilakukan dengan pengamatan atas perubahan total produksi emisi karbon (MT CO₂) akibat adanya interaksi dalam perdagangan internasional. Total perubahan volume ekspor atas seluruh sektor objek pengenaan kebijakan CBAM digunakan sebagai dasar penentuan perubahan produksi emisi karbon (CO₂) tanpa mengamati perubahan jumlah produksi barang pada sektor terkait untuk tujuan pasar domestik. Emisi karbon pada penelitian ini hanya diukur berdasarkan tingkat emisi CO₂ yang dihasilkan pada aktivitas ekonomi berdasarkan penggunaan bahan bakul fosil, di antaranya merujuk pada penggunaan *coal* (batubara), *oil* (minyak bumi), *natural gas*, *petroleum and coal product*, dan *gas distribution*.

1. Pengurangan Emisi Karbon

Hasil simulasi atas penerapan kebijakan CBAM terhadap 64 komoditas dalam 7 sektor industri didapati hasil bahwa terdapat penurunan volume ekspor pada semua skenario simulasi, kecuali pada negara EU yang mengalami kenaikan cukup signifikan pada setiap skenario. Indonesia dan China sebagai salah satu mitra dagang EU dengan komoditas barang ekspor yang merupakan objek penerapan kebijakan CBAM mendapatkan tantangan yang sangat signifikan (*export barrier*) dan mengakibatkan

adanya penurunan volume ekspornya pada semua skenario, khususnya ke negara EU.

Tabel 22. Perubahan Volume Ekspor (%)

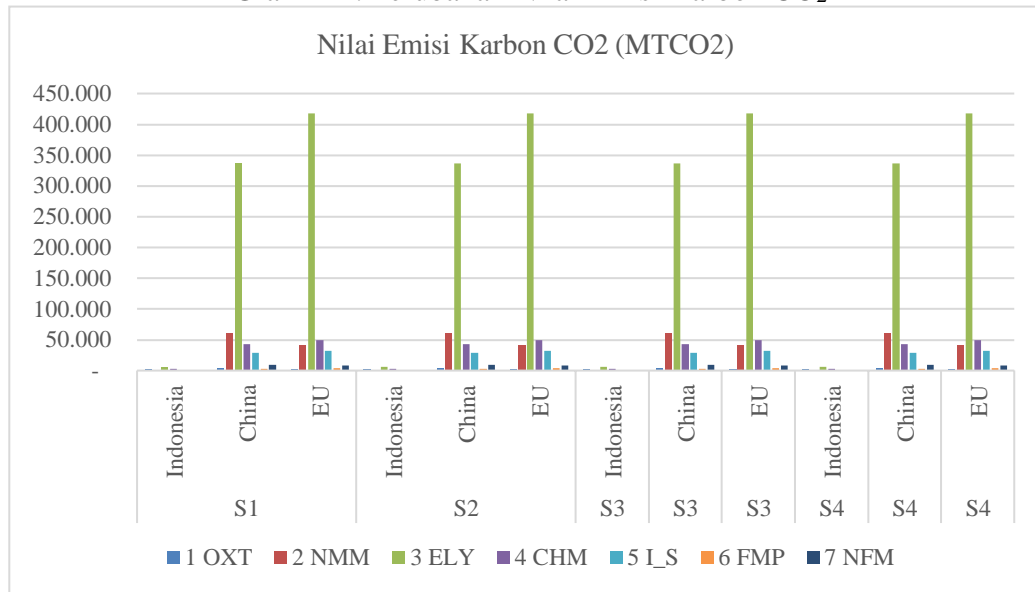
Simulasi	Negara	Sektor						
		1 OXT	2 NMM	3 ELY	4 CHM	5 I_S	6 FMP	7 NFM
S1	Indonesia	0.001418	-0.000688	0.000000	-0.001248	-0.000189	-0.006396	-0.000096
S2		0.001426	-0.000723	0.000000	-0.001123	-0.000164	-0.006842	-0.000086
S3		0.001430	-0.000725	0.000000	-0.001150	-0.000167	-0.006865	-0.000086
S4		0.001430	-0.000725	0.000000	-0.001150	-0.000167	-0.006865	-0.000086
S1	China	0.004391	-0.002223	0.000287	-0.021858	-0.013827	-0.006431	-0.004912
S2		0.004417	-0.002335	0.000288	-0.019671	-0.011974	-0.006880	-0.004423
S3		0.004428	-0.002340	0.000288	-0.020146	-0.012190	-0.006903	-0.004426
S4		0.004428	-0.002340	0.000288	-0.020146	-0.012190	-0.006903	-0.004426
S1	EU	0.017885	-0.004906	0.007089	-0.074583	-0.020286	-0.024309	-0.005357
S2		0.017990	-0.005154	0.007116	-0.067121	-0.017568	-0.026004	-0.004824
S3		0.018035	-0.005165	0.007113	-0.068743	-0.017885	-0.026092	-0.004827
S4		0.018035	-0.005165	0.007113	-0.068743	-0.017885	-0.026092	-0.004827

Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Merujuk pada hasil simulasi pada setiap sektor industri objek CBAM pada Grafik 4.1, terdapat satu sektor yang menunjukkan adanya pertumbuhan positif pada volume ekspor setelah penerapan kebijakan CBAM baik di semua jenis skenario simulasi yang digunakan, yaitu Sektor OXT. Pada kondisi yang sama dengan asumsi tidak terdapat perubahan teknologi produksi (*free carbon-oriented*) pada sektor terkait, maka kondisi ini diikuti dengan adanya kenaikan emisi karbon pada sektor tersebut. Sektor OXT merupakan produk hulu dan bukan merupakan produk hasilnya (sektor NMM) yang memiliki tarif bea masuk (MFN) yang lebih tinggi, sehingga dimungkinkan adanya pergeseran barang dari sektor NMM ke sektor OXT yang memiliki tarif ekspor (*export cost*) lebih rendah.

Hasil simulasi pada Indonesia, terdapat 5 sektor yang menunjukkan penurunan emisi karbon, yaitu sektor NMM, CHM, I_S, FMP, dan NFM, sedangkan sektor ELY tidak dilakukan pengukuran karena tidak terdapat komoditas ekspor Indonesia pada sektor ini. Penurunan terbesar terdapat pada sektor FMP sebesar 0,0069% yang terjadi pada skenario 3 dan skenario 4.

Grafik 2 . Perubahan Nilai Emisi Karbon CO₂



Sumber: Diolah Penulis dari GTAP

Kondisi yang sama dengan Indonesia juga dialami oleh China dan EU yang mana terdapat kenaikan emisi karbon pada sektor OXT dan penurunan emisi karbon pada enam sektor lainnya. Penurunan emisi karbon tertinggi di China terdapat pada sektor CHM yang terjadi pada skenario 1 sebesar 0,0219%, begitupun hal yang sama terjadi pada EU yang memiliki penurunan emisi karbon tertinggi pada sektor CHM di Skenario 1 yaitu sebesar 0,0746%. Berdasarkan jumlah emisi yang dihasilkan, sektor *electricity* (ELY) menyumbang jumlah emisi karbon terbesar, yaitu 418,030 MTCO₂ pada EU, diikuti China sebesar 337,001 MTCO₂, dan 6,770 MTCO₂ pada Indonesia. Sektor ini merupakan sektor padat karbon dengan tingkat emisi CO₂ terbesar jika dibandingkan dengan sektor lainnya.

V. SIMPULAN, KETERBATASAN PENELITIAN, DAN SARAN

A. Simpulan

Penelitian ini menganalisis dampak penerapan CBAM terhadap perdagangan Internasional dan emisi karbon di Indonesia. Penelitian ini menggunakan alat bantu analisis berupa CGE dan data dari GTAP yang dipergunakan untuk mensimulasikan dampak dari penerapan CBAM dengan menggunakan 4 simulasi, yaitu Simulasi 1 (S1) ketika EU menerapkan kebijakan CBAM, namun Indonesia dan China belum menerapkan kebijakan tersebut, Simulasi 2 (S2) ketika EU dan Indonesia telah menerapkan kebijakan CBAM, namun China belum, Simulasi 3 (S3) ketika EU dan China telah menerapkan kebijakan CBAM, namun Indonesia belum, dan Simulasi 4 (S4) ketika EU, Indonesia, dan China telah menerapkan kebijakan CBAM secara bersama. Penerapan CBAM pada keempat simulasi menunjukkan dampak negatif terhadap rata-rata harga jual Impor (*Aggregate Imports by Market Price weights*) Indonesia dan memiliki dampak positif terhadap rata-rata harga jual Ekspor (*Exports Sales*) Indonesia. Volume

Impor Indonesia juga mengalami penurunan pada keempat simulasi sebesar 6% dan Volume Ekspor Indonesia juga mengalami penurunan sebesar 16%.

Harga jual impor Indonesia mengalami penurunan pada sektor Electricity (ELY), Chemical Product (CHM), dan Metals Product (FMP) sebaliknya kenaikan harga jual impor terjadi pada sektor Mineral (OXT), Mineral Product (NMM), Ferrous Metals (I_S), Metals (NFM) dan *Others sector*. Sedangkan pada penjualan ekspor Indonesia produk yang mengalami penurunan adalah sektor Mineral (OXT), Mineral Product (NMM), dan Ferrous Metals (I_S) sebaliknya sektor yang mengalami kenaikan penjualan ekspor adalah Electricity (ELY), Chemical Product (CHM), Metals Product (FMP), Metals (NFM) dan *Others sector*. Penerapan CBAM pada keempat simulasi akan memberikan dampak negatif terhadap volume Ekspor dan Impor Indonesia, menurunkan harga jual impor dan menaikkan harga jual ekspor untuk keenam komoditas CBAM. Harga jual ekspor dari Indonesia akan naik, mengurangi daya saing produk Indonesia di pasar internasional karena Negara-negara Uni Eropa dan China, yang merupakan tujuan ekspor utama bagi komoditas-komoditas ini, akan mengenakan tarif tambahan berdasarkan kandungan karbon dari komoditas tersebut. Hal ini mengurangi daya saing ekspor Indonesia karena produk Indonesia menjadi lebih mahal di pasar Uni Eropa dan China. Di lain hal, harga jual impor di Indonesia akan turun, yang dapat memperketat persaingan bagi produsen domestik. Keenam komoditas CBAM yang terkena dampak seperti baja, besi, aluminium, semen, listrik, dan pupuk harus menghadapi tantangan besar dalam menyesuaikan diri dengan kebijakan CBAM untuk tetap kompetitif di pasar global. Emisi karbon produk Indonesia yang diperdagangkan dipasar internasional juga mengalami penurunan pada masing-masing simulasi yang dilakukan penurunan tersebut berkisar pada angka 11,865 MT CO₂.

B. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian ini mencakup beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan untuk penyempurnaan penelitian di masa mendatang. Pertama, penelitian ini hanya fokus pada enam komoditas utama (baja, besi, aluminium, semen, listrik, pupuk, dan hidrogen) yang terkena dampak langsung penerapan CBAM. Namun, penerapan CBAM juga memengaruhi sektor-sektor lain yang terkait rantai pasokan dari komoditas ini, seperti transportasi dan manufaktur lainnya. Penelitian lanjutan sebaiknya memperluas cakupan untuk menganalisis dampak CBAM pada seluruh sektor ekonomi secara lebih komprehensif.

Kedua, penelitian ini lebih berfokus pada aspek perdagangan dan ekonomi makro, tetapi kurang mendalami dampak sosial-ekonomi dari penerapan CBAM, seperti dampak terhadap lapangan kerja, distribusi pendapatan, dan kesejahteraan masyarakat di sektor-sektor yang terkena dampak. Penelitian lanjutan dapat memperluas cakupannya dengan menganalisis dampak sosial dan menambah sektor-sektor lain dari CBAM, khususnya di negara-negaraberkembang seperti Indonesia, yang ekonominya sangat tergantung pada eksporbarang-barang karbon-intensif.

Ketiga, penelitian ini hanya menggunakan satu jenis emisi karbon berupa CO₂ dan belum menggunakan data emisi karbon lainnya seperti Emisi

Metana (CH₄), Emisi Nitrous Oxide (N₂O), Karbon Hitam, dan Emisi dari Proses Industri. Penelitian lanjutan sebaiknya memperluas cakupan analisis data emisi karbon untuk lebih komprehensif.

Keempat, CBAM juga bisa dijadikan instrumen dalam penerimaan fiskal berkelanjutan yang dapat menambah sumber penerimaan negara. Kebijakan ini sejalan dengan tren global menuju ekonomi rendah karbon dan dapat menjadi instrumen penting dalam mengurangi emisi karbon. Sehingga penelitian lanjutandiharapkan dapat melihat potensi penerimaan negara dari CBAM, sehingga penelitian mengenai penerapan CBAM dapat semakin komprehensif.

Kelima, data-data yang dipergunakan dalam penelitian ini menggunakan data dari GTAP 10. Meskipun GTAP 10 menyediakan data yang komprehensif dan terintegrasi mengenai perdagangan internasional dalam model input output ekonomi global, terdapat keterbatasan karena tidak sepenuhnya mencerminkan kondisi aktual. Sehingga diharapkan penelitian selanjutnya dapat menggunakan data riil ekonomi pada masa terkini.

C. Saran

Penerapan CBAM pada simulasi 1-4 memberikan dampak negatif terhadap ekspor Indonesia ke EU dan China. Temuan dalam penelitian ini memberikan bukti empiris bagi pembuat kebijakan dan perusahaan di Indonesia untuk memitigasi risiko dan meminimalisasi dampak negatif atas penerapan CBAM pada EU dan China. Penelitian ini juga dapat memberikan referensi kebijakan bagi negara berkembang lainnya untuk merespon diterapkannya CBAM pada EU dan China.

Pertama, Indonesia harus memperkuat negosiasi dengan EU dan China mengenai pengukuran emisi karbon dan penentuan harga karbon untuk menjamin kondisi yang menguntungkan bagi ekspor produk padat karbon asal Indonesia. Indonesia juga dapat memperkuat kerja sama dengan negara-negara berkembang dalam bidang perubahan iklim untuk mengembangkan teknologi ramah lingkungan atau rendah emisi karbon.

Kedua, perusahaan dalam negeri dapat mempertimbangkan untuk memperluas area lain di pasar Internasional untuk mengurangi ketergantungan pada pasar EU, dan menerapkan strategi pemasaran lain yang dapat membantu mengurangi kerugian ekspor yang disebabkan oleh CBAM. Dengan pemberlakuan CBAM di pasar EU maka stok barang dalam pasar global akan meningkat. Hal ini terjadi dikarenakan produk dengan emisi karbon tinggi yang tidak dapat masuk ke pasar EU akan diarahkan ke pasar lain yang dapat mengakibatkan kelebihan pasokan global. Akibatnya, sesuai dengan hasil penelitian ini harga barang di pasar global akan turun, yang dapat mengancam industri di negara-negara berkembang. Dengan masuknya barang impor murah, industri lokal akan mengalami persaingan yang semakin ketat. Dalam kondisi tersebut, industri dalam negeri harus senantiasa mengembangkan keunggulan kompetitif dan beralih ke industri yang lebih ramah lingkungan agar mampu bertahan dan bersaing di pasar domestik maupun global.

Ketiga, perusahaan harus menetapkan sistem perhitungan emisi karbon dalam produksinya bersamaan dengan pengembangan teknologi ramah

lingkungan. Dengan perhitungan emisi karbon yang detail dapat memaksimalkan pengurangan emisi karbon dan meminimalkan risiko atas tarif ekspor bagi produksi perusahaan. Indonesia juga dapat melaksanakan *capacity building* ke negara maju untuk melihat bagaimana negara-negara khususnya di EU mengembangkan teknologi ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alton, T., Arndt, C., Davies, R., Hartley, F., Makrelov, K., Thurlow, J., & Ubogu, D. (2014). Introducing carbon taxes in South Africa. *Applied Energy*, 116, 344-354.
- Bao, Q., Tang, L., Zhang, Z.X., & Wang, S.Y. (2013) Impacts of border carbon adjustments on China's sektoral emissions: Simulations with a dynamic computable general equilibrium model. *China Econ. Rev*, 24, 77-94
- Burfisher, M. E. (2021). Introduction to computable general equilibrium models. Cambridge University Press.
- Carbon Border Adjustment Mechanism. (n.d.). Taxation and Customs Union. https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en
- Chen, W., & Guo, Q. (2017). Assessing the effect of carbon tariffs on international trade and emission reduction of China's industrial products under the background of global climate governance. *Sustainability*, 9(6), 1028.
- European Commission, 2021c. Summary report: Public consultation on the carbon border adjustment mechanism (CBAM). diakses melalui https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12228-EU-Green-Deal-carbon-border-adjustment-mechanism-/public-consultation_en pada 27 Februari 2024
- Fit for 55: how does the EU intend to address the emissions outside of the EU? (n.d.). Consilium. <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/fit-for-55-cbam-carbon-border-adjustment-mechanism/>
- Furceri, D., Hannan, S. A., Ostry, J. D., & Rose, A. K. (2018). Macroeconomic consequences of tariffs (No. w25402). National Bureau of Economic Research.
- Gumilar, A. (2018). Analisis Bisnis Internasional Di Indonesia. *Jurnal Ilmiah ADBIS (Administrasi Bisnis)*, 2(2), 141-154.
- Harmonized System (HS) codes. (n.d.). International Trade Administration | Trade.gov. <https://www.trade.gov/harmonized-system-hs-codes>
- Ibrahim, H. R., & Halkam, H. (2021). *Perdagangan Internasional & Strategi Pengendalian Impor*. Lembaga Penerbitan Universitas Nasional (LPU-UNAS).
- Indonesia, P. D. D. S. I. K. P. R. (n.d.). *Perkembangan impor non migas (NegaraAsal)/Satu data perdagangan*. Satudata Perdagangan. <https://satudata.kemendag.go.id/data-informasi/perdagangan-luar-negeri/impor-non-migas-negara>
- Li, A., Zhang, A., Cai, H., Li, X., & Peng, S. (2013). How large are the

- impacts of carbon-motivated border tax adjustments on China and how to mitigate them?. *Energy Policy*, 63, 927-934.
- Martin, R., Muûls, M., & Wagner, U.J. (2016) The impact of the European Union Emissions Trading Scheme on regulated firms: What is the evidence after ten years? *Rev. Environ. Econ. Policy*.10, 129–148.
- OECD (2023), *Main Economic Indicators*, Volume 2023 Issue 12, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/ded67b87-en>.
- Oestreich, A.M., & Tsiakas, I. (2015) Carbon emissions and stock returns: Evidence from the EU Emissions Trading Scheme. *J. Bank. Financ.* 58. 294–308.
- Park, C.Y., Yamamoto, Yuya., & Doong M.A.L. (2023) European Union Carbon Border Adjustment Mechanism: Economics Impact and Implications for Asia: ADB BRIEFS. 276. 1-16.
- Sabyrbekov, R., & Overland, I. (2024). Small and large friends of the EU's carbon border adjustment mechanism: Which non-EU countries are likely to support it?. *Energy Strategy Reviews*, 51, 101303.
- Siy, A.L., Wang, A., Zheng, T., & Hu, X. (2023). Research on the Impact of the EU's Carbon Border Adjustment Mechanism: Based on the GTAP Model. *Sustainability*. 15. 4761
- Sugiyono, D. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*.
- Szulecki, K., Overland, I., & Smith, I. D. (2022). The European Union's CBAM as a de facto Climate Club: The Governance Challenges. *Frontiers in Climate*, 4, 942583.
- Tradingeconomics. (2022). *Indonesia Imports By Category*, diakses melalui <https://tradingeconomics.com/indonesia/imports-by-category> pada 26 Februari 2024
- World Trade Organization. (2022). *World Trade Report 2022: Climate change and international trade*. World Trade Organization. D. 80-94.
- Yan, Z & Yuan, Z., (2023). Discussion on the impact of EU carbon border adjustment mechanism (CBAM) for China- EU trade. *Environmental Research Communication*, 5, 1-7
- Zhu, J., Zhao, Y., & Zheng, L. (2024) The Impact of the EU Carbon Border Adjustment Mechanism on China's Exports to the EU. *Energies*. 17, 509
- Zhong, J. & Pei, J. Beggar. (2022). thy neighbor? On the competitiveness and welfare impacts of the EU's proposed carbon border adjustment mechanism. *Energy Pol.* 162, 112802.