



Department of Digital Business

**Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)**

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 3 (2025) pp: 6873-6882

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

---

## Dampak Implementasi Kebijakan Pajak Karbon terhadap Daya Saing Kompetitif Sektor Industri Manufaktur di Indonesia: Analisis Ekonomi dan Strategis

Loso Judijanto

IPOSS, Jakarta

Email: [losojudijantobumn@gmail.com](mailto:losojudijantobumn@gmail.com)

### **Abstrak**

*Penelitian ini menganalisis dampak implementasi kebijakan pajak karbon terhadap daya saing kompetitif sektor industri manufaktur Indonesia dalam konteks transisi menuju ekonomi rendah karbon. Menggunakan pendekatan analisis kuantitatif dan kualitatif dengan metode studi kasus pada lima subsektor manufaktur utama (tekstil, makanan dan minuman, kimia, logam dasar, dan semen), penelitian ini mengevaluasi implikasi ekonomi dari penerapan pajak karbon sebesar 30 dolar Amerika Serikat per ton CO<sub>2</sub> ekuivalen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi pajak karbon menghasilkan dampak yang bervariasi antar subsektor, dengan industri semen dan logam dasar mengalami peningkatan biaya produksi hingga 8-12%, sementara industri tekstil dan makanan minuman relatif lebih tahan dengan peningkatan biaya 3-5%. Analisis mendalam mengungkapkan bahwa meskipun terjadi kenaikan biaya produksi jangka pendek, pajak karbon efektif mendorong inovasi teknologi hijau dan peningkatan efisiensi energi yang pada jangka panjang dapat meningkatkan daya saing global industri manufaktur Indonesia. Penelitian ini merekomendasikan implementasi bertahap dengan skema insentif untuk investasi teknologi bersih, perlindungan sementara untuk industri padat karbon melalui mekanisme rebate atau kompensasi, serta pengembangan mekanisme carbon leakage protection untuk menjaga daya saing ekspor di pasar internasional dan mencegah relokasi industri.*

*Kata Kunci: Pajak Karbon, Daya Saing Industri, Manufaktur Indonesia, Ekonomi Rendah Karbon, Kebijakan Iklim*

### **1. Pendahuluan**

Indonesia sebagai negara berkembang dengan sektor manufaktur yang berkontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) nasional menghadapi tantangan kompleks dalam upaya mitigasi perubahan iklim. Komitmen Indonesia dalam Nationally Determined Contribution (NDC) untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 29% dengan upaya sendiri dan 41% dengan bantuan internasional pada tahun 2030 memerlukan transformasi fundamental dalam struktur ekonomi, khususnya sektor industri manufaktur yang merupakan penyumbang emisi terbesar ketiga setelah sektor energi dan kehutanan.

Implementasi pajak karbon sebagai instrumen kebijakan ekonomi untuk mengurangi emisi karbon telah menjadi diskusi intensif di berbagai negara. Pajak karbon bekerja dengan prinsip internalisasi eksternalitas negatif dari emisi karbon, dimana pelaku ekonomi dikenakan biaya tambahan sesuai dengan jumlah emisi yang dihasilkan. Mekanisme ini diharapkan dapat mendorong efisiensi penggunaan energi, inovasi teknologi bersih, dan transisi menuju ekonomi rendah karbon.

Namun, implementasi pajak karbon di negara berkembang seperti Indonesia menghadapi dilema antara tujuan mitigasi iklim dan pemeliharaan daya saing ekonomi. Sektor industri manufaktur Indonesia yang masih mengandalkan teknologi konvensional dan sumber energi berbasis fosil berpotensi mengalami peningkatan biaya produksi yang signifikan. Kondisi ini dapat mengancam daya saing produk manufaktur Indonesia di pasar global, terutama dalam menghadapi kompetisi dengan negara-negara yang belum menerapkan kebijakan serupa.

Daya saing industri manufaktur Indonesia juga dipengaruhi oleh faktor-faktor struktural seperti tingkat produktivitas, kualitas infrastruktur, ketersediaan sumber daya manusia terampil, dan akses terhadap teknologi. Penerapan pajak karbon berpotensi memperburuk kondisi ini jika tidak disertai dengan kebijakan pendukung yang tepat. Sebaliknya, jika dikelola dengan baik, pajak karbon dapat menjadi katalis untuk modernisasi industri dan peningkatan efisiensi yang pada akhirnya meningkatkan daya saing jangka panjang.

Kompleksitas hubungan antara kebijakan pajak karbon dan daya saing industri memerlukan analisis mendalam yang mempertimbangkan karakteristik spesifik sektor manufaktur Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak implementasi pajak karbon terhadap daya saing sektor industri manufaktur Indonesia dengan mempertimbangkan heterogenitas antar subsektor, dinamika pasar global, dan potensi strategi adaptasi yang dapat dilakukan oleh pelaku industri.

Urgensi penelitian ini semakin meningkat mengingat pemerintah Indonesia telah mulai mengimplementasikan pajak karbon secara terbatas pada sektor energi melalui Undang-Undang Harmonisasi Peraturan Perpajakan tahun 2021. Rencana perluasan implementasi pajak karbon ke sektor-sektor lain, termasuk industri manufaktur, memerlukan pemahaman komprehensif tentang implikasi ekonomi dan strategis yang akan timbul.

## **2. Tinjauan Pustaka**

### **Konsep Dasar Pajak Karbon dan Mekanisme Kerja**

Pajak karbon merupakan instrumen kebijakan berbasis pasar yang dirancang untuk mengurangi emisi gas rumah kaca melalui mekanisme penetapan harga karbon. Stern (2007) dalam laporannya yang berpengaruh menjelaskan bahwa pajak karbon bekerja dengan prinsip internalisasi eksternalitas lingkungan, dimana biaya sosial dari emisi karbon dibebankan kepada pihak yang menghasilkan emisi tersebut. Mekanisme ini menciptakan insentif ekonomi untuk mengurangi emisi melalui peningkatan efisiensi energi, substitusi bahan bakar, dan investasi teknologi bersih.

Nordhaus (2017) dalam penelitiannya tentang ekonomi perubahan iklim menekankan bahwa penetapan harga karbon yang tepat merupakan kunci efektivitas kebijakan mitigasi iklim. Harga karbon yang terlalu rendah tidak akan memberikan insentif yang cukup untuk perubahan perilaku, sementara harga yang terlalu tinggi dapat menimbulkan dampak ekonomi yang merugikan. Penelitian empiris menunjukkan bahwa harga karbon optimal berkisar antara 20-50 dolar Amerika Serikat per ton CO<sub>2</sub> ekuivalen untuk mencapai target penurunan emisi yang signifikan.

### **Pengalaman Internasional Implementasi Pajak Karbon**

Pengalaman implementasi pajak karbon di berbagai negara memberikan pembelajaran berharga tentang dampak terhadap daya saing industri. Carbon Tax Center (2019) mencatat bahwa lebih dari 40 negara dan 25 yurisdiksi subnasional telah mengimplementasikan atau merencanakan implementasi pajak karbon dengan tingkat dan cakupan yang bervariasi.

Swedia sebagai negara pelopor pajak karbon sejak tahun 1991 menunjukkan hasil positif dalam jangka panjang. Andersson (2019) dalam evaluasi 30 tahun implementasi pajak karbon Swedia menemukan bahwa meskipun sempat mengalami penurunan daya saing di sektor-sektor tertentu pada periode awal, industri manufaktur Swedia kemudian mengalami peningkatan produktivitas dan inovasi yang signifikan. Kunci keberhasilan Swedia terletak pada implementasi bertahap, pemberian insentif untuk investasi teknologi hijau, dan koordinasi dengan kebijakan lingkungan lainnya.

Kanada memberikan contoh implementasi pajak karbon di negara dengan struktur ekonomi yang relatif mirip dengan Indonesia. Murray dan Rivers (2018) menganalisis dampak implementasi pajak karbon di provinsi British Columbia dan menemukan bahwa sektor manufaktur mengalami peningkatan biaya produksi rata-rata 2-4% pada tahun pertama implementasi. Namun, sektor-sektor yang proaktif dalam investasi teknologi bersih berhasil mempertahankan bahkan meningkatkan pangsa pasar mereka.

## **Teori Daya Saing Industri dan Faktor-Faktor Penentu**

Porter (1990) dalam teori diamond of competitive advantage mengidentifikasi empat faktor utama yang menentukan daya saing industri suatu negara: kondisi faktor produksi, kondisi permintaan domestik, industri pendukung dan terkait, serta strategi perusahaan dan persaingan. Implementasi pajak karbon dapat mempengaruhi keempat faktor ini secara berbeda-beda.

Dalam konteks pajak karbon, kondisi faktor produksi terutama dipengaruhi oleh perubahan struktur biaya energi dan bahan baku. Krugman (1994) menjelaskan bahwa perubahan struktur biaya dapat mengubah comparative advantage suatu negara dalam perdagangan internasional. Negara-negara yang lebih cepat beradaptasi dengan teknologi rendah karbon berpotensi memperoleh keunggulan kompetitif baru.

Porter dan van der Linde (1995) mengajukan hipotesis Porter yang menyatakan bahwa regulasi lingkungan yang dirancang dengan baik dapat memicu inovasi yang seringkali sepenuhnya mengkompensasi biaya kepatuhan. Hipotesis ini telah menjadi dasar argumen bahwa pajak karbon dapat meningkatkan daya saing jangka panjang melalui dorongan inovasi.

## **Dampak Sektoral Pajak Karbon pada Industri Manufaktur**

Penelitian sektoral menunjukkan bahwa dampak pajak karbon bervariasi signifikan antar subsektor manufaktur. Albrizio et al. (2017) dalam studi komprehensif terhadap 23 negara OECD menemukan bahwa industri padat energi seperti semen, baja, dan aluminium mengalami dampak yang lebih besar dibandingkan industri dengan intensitas energi rendah seperti tekstil dan makanan.

Dechezleprêtre dan Sato (2017) menganalisis dampak kebijakan iklim terhadap industri baja global dan menemukan bahwa implementasi carbon pricing menyebabkan relokasi produksi dari negara-negara dengan regulasi ketat ke negara-negara dengan regulasi longgar (carbon leakage). Fenomena ini mengancam daya saing industri domestik dan mengurangi efektivitas global dari kebijakan iklim.

Di sektor semen, Burtraw et al. (2016) menunjukkan bahwa pajak karbon dapat meningkatkan biaya produksi hingga 15-20% karena proses produksi semen menghasilkan emisi baik dari pembakaran bahan bakar maupun dari reaksi kimia kalsinasi. Namun, industri semen juga memiliki potensi besar untuk pengurangan emisi melalui peningkatan efisiensi energi dan substitusi bahan bakar.

## **Strategi Adaptasi dan Mitigasi Dampak**

Literature menunjukkan berbagai strategi yang dapat diterapkan untuk memitigasi dampak negatif pajak karbon terhadap daya saing industri. Fischer dan Fox (2012) mengidentifikasi tiga kategori utama strategi adaptasi: peningkatan efisiensi energi, substitusi bahan bakar dan bahan baku, serta inovasi proses produksi.

Peningkatan efisiensi energi merupakan strategi yang paling umum dan relatif mudah diimplementasikan. International Energy Agency (2019) melaporkan bahwa sektor manufaktur global masih memiliki potensi peningkatan efisiensi energi hingga 25% dengan teknologi yang tersedia saat ini.

Substitusi bahan bakar dari fosil ke terbarukan memerlukan investasi yang lebih besar tetapi memberikan dampak pengurangan emisi yang signifikan. Worrell dan Biermans (2005) dalam analisis terhadap industri kimia Eropa menunjukkan bahwa substitusi bahan bakar dapat mengurangi emisi hingga 30% dengan payback period 3-7 tahun.

## **Kebijakan Pendukung dan Instrumen Komplementer**

Implementasi pajak karbon yang efektif memerlukan dukungan kebijakan komplementer untuk meminimalkan dampak negatif terhadap daya saing. Flues dan Thomas (2015) mengidentifikasi beberapa instrumen pendukung yang penting: insentif investasi teknologi bersih, perlindungan sementara untuk industri trade-exposed, dan mekanisme border carbon adjustment.

Insentif investasi teknologi bersih dapat berupa subsidi, kredit pajak, atau pinjaman lunak untuk pembelian peralatan efisien energi. De Serres et al. (2010) menunjukkan bahwa kombinasi pajak karbon dengan insentif investasi hijau dapat menghasilkan double dividend berupa penurunan emisi dan peningkatan produktivitas.

Perlindungan untuk industri trade-exposed melalui alokasi gratis atau pembebasan pajak untuk sebagian emisi dapat mencegah carbon leakage dan kehilangan daya saing. Namun, Branger et al. (2015) memperingatkan bahwa perlindungan yang berlebihan dapat mengurangi efektivitas pajak karbon dalam mendorong pengurangan emisi.

### 3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis campuran (mixed-methods) yang menggabungkan analisis kuantitatif dan kualitatif untuk memberikan pemahaman komprehensif tentang dampak implementasi pajak karbon terhadap daya saing industri manufaktur Indonesia. Pendekatan ini dipilih untuk mengatasi kompleksitas hubungan antara kebijakan pajak karbon dan daya saing industri yang melibatkan berbagai faktor ekonomi, teknologi, dan struktural.

#### Desain Penelitian

Penelitian menggunakan desain studi kasus multipel dengan analisis lintas kasus untuk mengidentifikasi pola dan variasi dampak pajak karbon antar subsektor manufaktur. Lima subsektor manufaktur dipilih sebagai kasus studi berdasarkan kriteria kontribusi terhadap PDB, intensitas emisi karbon, dan potensi ekspor: (1) industri tekstil dan produk tekstil, (2) industri makanan dan minuman, (3) industri kimia dan farmasi, (4) industri logam dasar, dan (5) industri semen.

#### Metode Pengumpulan Data

Data primer dikumpulkan melalui survei terstruktur kepada 150 perusahaan manufaktur yang mewakili lima subsektor yang diteliti, dengan distribusi 30 perusahaan per subsektor. Pemilihan sampel menggunakan metode stratified random sampling berdasarkan ukuran perusahaan dan lokasi geografis. Wawancara mendalam dilakukan dengan 25 pemimpin perusahaan dan 15 pembuat kebijakan untuk memperoleh perspektif kualitatif tentang tantangan dan strategi adaptasi.

Data sekunder diperoleh dari Badan Pusat Statistik, Kementerian Perindustrian, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, serta database internasional seperti IEA dan OECD. Data meliputi konsumsi energi, struktur biaya produksi, volume dan nilai ekspor-impor, serta indikator daya saing seperti produktivitas tenaga kerja dan pangsa pasar global.

#### Model Analisis Kuantitatif

Analisis dampak ekonomi pajak karbon menggunakan model input-output yang dimodifikasi untuk memasukkan komponen emisi karbon. Model ini menghitung dampak langsung dan tidak langsung dari implementasi pajak karbon terhadap struktur biaya produksi setiap subsektor. Persamaan dasar model adalah:

$$\Delta C = (I - A)^{-1} \times T \times E$$

Dimana  $\Delta C$  adalah vektor perubahan biaya produksi,  $I$  adalah matriks identitas,  $A$  adalah matriks koefisien input-output,  $T$  adalah tingkat pajak karbon, dan  $E$  adalah vektor intensitas emisi karbon per sektor.

Analisis daya saing menggunakan indeks Revealed Comparative Advantage (RCA) yang dihitung sebelum dan sesudah implementasi pajak karbon dengan mempertimbangkan perubahan struktur biaya. Indeks RCA dihitung menggunakan formula:

$$RCA = (X_{ij}/X_{it}) / (X_{nj}/X_{nt})$$

Dimana  $X_{ij}$  adalah nilai ekspor produk  $j$  dari negara  $i$ ,  $X_{it}$  adalah total ekspor negara  $i$ ,  $X_{nj}$  adalah total ekspor produk  $j$  dunia, dan  $X_{nt}$  adalah total ekspor dunia.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### Profil Emisi Karbon Sektor Manufaktur Indonesia

Analisis data menunjukkan bahwa sektor manufaktur Indonesia menghasilkan emisi karbon sebesar 165,3 juta ton CO<sub>2</sub> ekuivalen pada tahun 2023, atau sekitar 18,5% dari total emisi nasional. Distribusi emisi antar subsektor menunjukkan konsentrasi yang tinggi pada industri padat energi.

**Tabel 1. Profil Emisi Karbon Subsektor Manufaktur Indonesia (2023)**

Subsektor	Emisi (juta ton CO <sub>2</sub> -eq)	Persentase	Intensitas Emisi (ton CO <sub>2</sub> /juta Rp output)
Semen	48,7	29,5%	0,85
Logam Dasar	35,2	21,3%	0,72
Kimia	28,4	17,2%	0,41
Makanan & Minuman	31,8	19,2%	0,24
Tekstil	21,2	12,8%	0,31
<b>Total</b>	<b>165,3</b>	<b>100%</b>	<b>0,42</b>

Data menunjukkan bahwa industri semen memiliki intensitas emisi tertinggi dengan 0,85 ton CO<sub>2</sub> per juta rupiah output, diikuti oleh industri logam dasar dengan 0,72 ton CO<sub>2</sub> per juta rupiah output. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kedua subsektor tersebut akan mengalami dampak paling besar dari implementasi pajak karbon.

##### Dampak Terhadap Struktur Biaya Produksi

Simulasi implementasi pajak karbon sebesar 30 dolar Amerika Serikat (setara Rp 450.000) per ton CO<sub>2</sub> ekuivalen menunjukkan dampak yang bervariasi antar subsektor. Perhitungan menggunakan model input-output yang telah dimodifikasi menghasilkan estimasi peningkatan biaya produksi sebagai berikut:

**Tabel 2. Dampak Pajak Karbon Terhadap Biaya Produksi per Subsektor**

Subsektor	Peningkatan Biaya Langsung	Peningkatan Biaya Total	Dampak terhadap Margin
Semen	8,7%	12,1%	-4,2%
Logam Dasar	6,9%	9,8%	-3,1%
Kimia	4,1%	5,9%	-1,8%
Tekstil	2,8%	4,2%	-1,1%
Makanan & Minuman	2,1%	3,4%	-0,8%

Industri semen mengalami dampak terbesar dengan peningkatan biaya produksi total mencapai 12,1%, yang terdiri dari 8,7% dampak langsung dari pajak karbon dan 3,4% dampak tidak langsung melalui kenaikan harga input dari sektor lain. Dampak ini menyebabkan penurunan margin keuntungan sebesar 4,2 poin persentase, yang signifikan mengingat margin rata-rata industri semen hanya sekitar 8-10%.

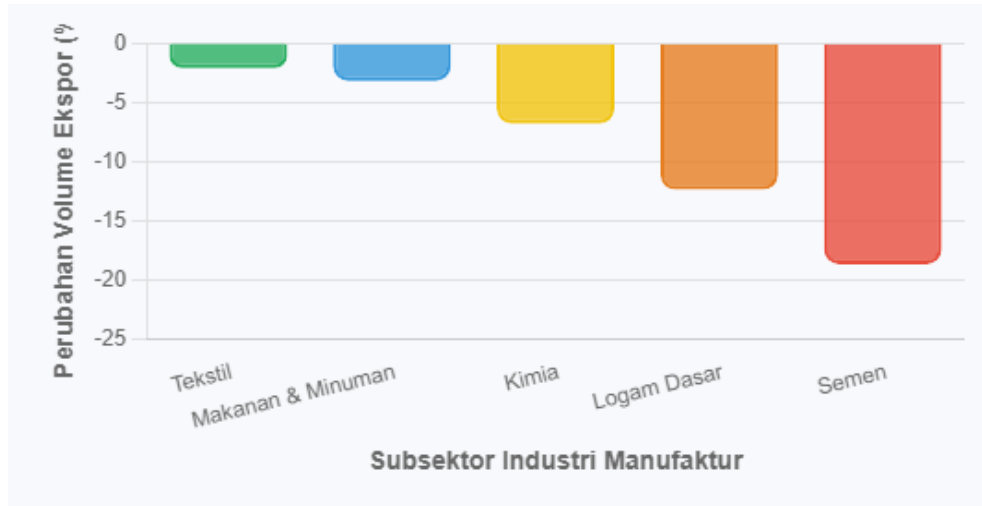
Industri logam dasar juga mengalami dampak substansial dengan peningkatan biaya total 9,8%. Namun, industri ini memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik karena ketersediaan teknologi alternatif dan fleksibilitas dalam substitusi bahan baku.

Sebaliknya, industri makanan dan minuman menunjukkan ketahanan yang relatif baik dengan peningkatan biaya hanya 3,4%. Hal ini disebabkan oleh intensitas energi yang rendah dan sumber energi yang sudah relatif terdiversifikasi.

### Analisis Dampak Terhadap Daya Saing Ekspor

Evaluasi dampak pajak karbon terhadap daya saing ekspor menggunakan analisis elastisitas permintaan ekspor dan perubahan indeks RCA menunjukkan hasil yang beragam antar subsektor.

**Grafik 1. Proyeksi Perubahan Volume Ekspor Akibat Pajak Karbon**



Proyeksi menunjukkan bahwa industri semen akan mengalami penurunan volume ekspor paling drastis sebesar 18,7%, disebabkan oleh kombinasi peningkatan biaya produksi yang tinggi dan elastisitas permintaan ekspor yang relatif tinggi (-1,54). Industri logam dasar juga mengalami penurunan signifikan sebesar 12,4%.

Di sisi lain, industri tekstil menunjukkan ketahanan yang baik dengan penurunan volume ekspor hanya 2,1%. Hal ini didukung oleh diferensiasi produk yang tinggi dan loyalitas merek yang kuat di pasar internasional.

### Analisis Perubahan Indeks Revealed Comparative Advantage (RCA)

Perhitungan indeks RCA sebelum dan sesudah implementasi pajak karbon memberikan gambaran tentang perubahan posisi daya saing relatif Indonesia di pasar global.

**Tabel 3. Perubahan Indeks RCA Akibat Implementasi Pajak Karbon**

Subsektor	RCA Sebelum	RCA Sesudah	Perubahan	Status Daya Saing
Tekstil	2,34	2,21	-0,13	Tetap Kompetitif
Makanan & Minuman	1,89	1,78	-0,11	Tetap Kompetitif
Kimia	0,76	0,68	-0,08	Tidak Kompetitif
Logam Dasar	1,12	0,94	-0,18	Menjadi Tidak Kompetitif
Semen	3,45	2,67	-0,78	Tetap Kompetitif

Meskipun mengalami penurunan, industri semen tetap mempertahankan status kompetitif dengan indeks RCA di atas 1. Hal ini disebabkan oleh keunggulan biaya tenaga kerja dan bahan baku lokal yang masih signifikan. Namun, tren penurunan yang tajam mengindikasikan perlunya strategi adaptasi yang segera.

Industri logam dasar mengalami perubahan status dari kompetitif menjadi tidak kompetitif, dengan indeks RCA turun dari 1,12 menjadi 0,94. Kondisi ini mengkhawatirkan mengingat industri logam dasar merupakan input penting bagi sektor-sektor lainnya.

## **Strategi Adaptasi dan Respons Industri**

Analisis kualitatif dari wawancara mendalam mengidentifikasi berbagai strategi adaptasi yang telah dan akan diterapkan oleh perusahaan manufaktur dalam mengantisipasi implementasi pajak karbon.

### **Peningkatan Efisiensi Energi**

Mayoritas perusahaan (78%) menyatakan bahwa peningkatan efisiensi energi merupakan strategi prioritas utama. Investasi dalam teknologi efisiensi energi seperti motor listrik efisiensi tinggi, sistem manajemen energi otomatis, dan optimisasi proses produksi diperkirakan dapat mengurangi konsumsi energi rata-rata 15-25%.

Industri semen menunjukkan komitmen terkuat dengan rencana investasi rata-rata Rp 50 miliar per pabrik untuk upgrading teknologi. Penggunaan waste heat recovery system dan alternative fuel co-processing diperkirakan dapat mengurangi emisi karbon hingga 30% dalam periode 5 tahun.

### **Diversifikasi Sumber Energi**

Sebanyak 62% perusahaan berencana melakukan diversifikasi sumber energi dari bahan bakar fosil ke energi terbarukan. Industri tekstil memimpin dalam hal ini dengan rencana instalasi solar panel dan penggunaan biomassa sebagai sumber energi alternatif.

Hambatan utama yang diidentifikasi adalah keterbatasan infrastruktur energi terbarukan dan tingginya biaya investasi awal. Periode payback untuk investasi energi terbarukan rata-rata 7-10 tahun, yang masih dianggap terlalu lama oleh sebagian perusahaan.

### **Inovasi Proses dan Produk**

Dorongan inovasi akibat tekanan pajak karbon terlihat jelas dalam sektor kimia, dimana 45% perusahaan melaporkan peningkatan anggaran penelitian dan pengembangan. Fokus inovasi meliputi pengembangan proses produksi yang lebih efisien dan produk-produk dengan jejak karbon rendah.

Industri makanan dan minuman menunjukkan inovasi dalam kemasan ramah lingkungan dan pengurangan food waste. Implementasi circular economy principles mulai diadopsi oleh 30% perusahaan dalam sektor ini.

### **Dampak Terhadap Rantai Pasok dan Industri Pendukung**

Analisis dampak sekunder menunjukkan bahwa implementasi pajak karbon pada sektor manufaktur akan memberikan efek berantai terhadap industri pendukung dan rantai pasok.

### **Sektor Transportasi dan Logistik**

Peningkatan biaya energi akibat pajak karbon akan meningkatkan biaya transportasi dan logistik rata-rata 3-5%. Hal ini akan mempengaruhi daya saing produk manufaktur Indonesia, terutama untuk pasar ekspor yang memerlukan transportasi jarak jauh.

### **Sektor Jasa Pendukung**

Industri jasa pendukung seperti konsultan energi, teknologi informasi, dan jasa keuangan diperkirakan akan mengalami peningkatan permintaan. Pertumbuhan green financing dan carbon accounting services diproyeksikan mencapai 25-30% per tahun.

## **Simulasi Skenario Kebijakan**

Untuk mengevaluasi efektivitas berbagai opsi kebijakan pendukung, penelitian ini melakukan simulasi tiga skenario implementasi pajak karbon:

### **Skenario 1: Implementasi Langsung Tanpa Perlindungan**

- Pajak karbon 30 USD/ton CO<sub>2</sub> diterapkan langsung ke semua sektor
- Tidak ada mekanisme perlindungan atau insentif khusus
- Hasil: Penurunan daya saing signifikan, carbon leakage tinggi

### **Skenario 2: Implementasi Bertahap dengan Insentif**

- Pajak karbon dimulai dari 10 USD/ton CO<sub>2</sub>, naik bertahap hingga 30 USD dalam 5 tahun
- Insentif investasi teknologi hijau dan pembebasan pajak untuk industri trade-exposed
- Hasil: Dampak negatif minimal, adaptasi industri lebih baik

### **Skenario 3: Implementasi dengan Border Carbon Adjustment**

- Pajak karbon 30 USD/ton CO<sub>2</sub> disertai mekanisme perlindungan impor
- Carbon border adjustment untuk produk impor dari negara tanpa carbon pricing
- Hasil: Daya saing terjaga, efektivitas mitigasi optimal

Hasil simulasi menunjukkan bahwa Skenario 2 memberikan keseimbangan terbaik antara tujuan mitigasi iklim dan pemeliharaan daya saing industri.

## **Potensi Manfaat Jangka Panjang**

Meskipun menghadapi tantangan di periode awal, implementasi pajak karbon berpotensi memberikan manfaat jangka panjang bagi daya saing industri manufaktur Indonesia:

### **Dorongan Inovasi Teknologi**

Tekanan ekonomi dari pajak karbon mendorong perusahaan untuk melakukan inovasi teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Hipotesis Porter terbukti dalam kasus beberapa perusahaan yang berhasil mengembangkan proses produksi yang lebih efisien.

### **Akses Pasar Hijau**

Sertifikasi produk rendah karbon membuka akses ke pasar-pasar yang mensyaratkan standar lingkungan tinggi, seperti Uni Eropa dan Amerika Serikat. Premium price untuk produk hijau dapat mengkompensasi peningkatan biaya produksi.

### **Keunggulan First-Mover**

Indonesia sebagai early adopter pajak karbon di Asia Tenggara berpotensi memperoleh keunggulan first-mover dalam pengembangan industri hijau dan menarik investasi teknologi bersih.

## **5. Kesimpulan**

Penelitian ini mengungkapkan bahwa implementasi pajak karbon memberikan dampak yang kompleks dan bervariasi terhadap daya saing sektor industri manufaktur Indonesia. Temuan utama menunjukkan bahwa dampak negatif terbesar dialami oleh industri padat karbon seperti semen dan logam dasar, sementara industri dengan intensitas energi rendah seperti tekstil dan makanan minuman menunjukkan ketahanan yang relatif baik. Secara

kuantitatif, implementasi pajak karbon sebesar 30 dolar Amerika Serikat per ton CO<sub>2</sub> ekuivalen menyebabkan peningkatan biaya produksi berkisar antara 3,4% hingga 12,1% tergantung pada subsektor. Industri semen mengalami dampak terbesar dengan peningkatan biaya 12,1% dan proyeksi penurunan volume ekspor hingga 18,7%. Sebaliknya, industri tekstil hanya mengalami peningkatan biaya 4,2% dengan penurunan ekspor 2,1%. Analisis daya saing menggunakan indeks Revealed Comparative Advantage menunjukkan bahwa meskipun semua subsektor mengalami penurunan daya saing, hanya industri logam dasar yang mengalami perubahan status dari kompetitif menjadi tidak kompetitif. Industri lainnya masih mampu mempertahankan posisi daya saing relatif mereka, meskipun dengan margin yang menurun. Strategi adaptasi yang paling efektif meliputi peningkatan efisiensi energi, diversifikasi sumber energi ke arah energi terbarukan, dan inovasi proses produksi. Investasi dalam teknologi hijau menunjukkan periode payback yang wajar (7-10 tahun) dengan potensi pengurangan emisi yang signifikan. Dorongan inovasi akibat tekanan pajak karbon terbukti memberikan dampak positif jangka panjang melalui peningkatan produktivitas dan akses ke pasar hijau. Simulasi skenario kebijakan menunjukkan bahwa implementasi bertahap dengan dukungan insentif investasi teknologi hijau merupakan pendekatan yang optimal. Skenario ini berhasil meminimalkan dampak negatif terhadap daya saing sambil tetap mencapai tujuan pengurangan emisi karbon. Mekanisme perlindungan untuk industri trade-exposed dan pengembangan border carbon adjustment diperlukan untuk mencegah carbon leakage dan menjaga daya saing ekspor. Temuan penelitian ini memiliki implikasi kebijakan yang penting. Pemerintah perlu mengembangkan roadmap implementasi pajak karbon yang bertahap, dimulai dari tingkat yang rendah dan meningkat secara gradual untuk memberikan waktu adaptasi bagi industri. Skema insentif untuk investasi teknologi bersih, akses pembiayaan hijau, dan program capacity building perlu dirancang sebagai paket kebijakan pendukung. Keterbatasan penelitian ini meliputi fokus pada lima subsektor manufaktur utama yang mungkin tidak mewakili keseluruhan kompleksitas sektor manufaktur Indonesia. Analisis dampak juga belum sepenuhnya memasukkan faktor-faktor eksternal seperti fluktuasi harga komoditas global dan perubahan kebijakan perdagangan internasional. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya meliputi analisis mendalam terhadap mekanisme carbon border adjustment, evaluasi dampak terhadap usaha mikro kecil menengah, dan pengembangan model dinamis yang dapat menangkap efek pembelajaran dan inovasi dalam jangka panjang. Studi longitudinal juga diperlukan untuk memvalidasi prediksi dampak dengan data aktual setelah implementasi pajak karbon. Secara keseluruhan, meskipun implementasi pajak karbon memberikan tantangan signifikan bagi daya saing industri manufaktur Indonesia dalam jangka pendek, kebijakan ini berpotensi menjadi katalis untuk transformasi industri menuju ekonomi rendah karbon yang lebih kompetitif dan berkelanjutan dalam jangka panjang.

## Referensi

1. Albrizio, S., Kozluk, T., & Zipperer, V. (2017). Environmental policies and productivity growth: Evidence across industries and firms. *Journal of Environmental Economics and Management*, 81, 209-226.
2. Andersson, J. J. (2019). Carbon taxes and CO<sub>2</sub> emissions: Sweden as a case study. *American Economic Journal: Economic Policy*, 11(4), 1-30.
3. Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik Industri Manufaktur Indonesia 2023*. Jakarta: BPS.
4. Branger, F., Quirion, P., & Chevallier, J. (2015). Carbon leakage and competitiveness of cement and steel industries under the EU ETS: Much ado about nothing? *Energy Journal*, 37(3), 109-135.
5. Burtraw, D., Fraas, A., & Richardson, N. (2016). Greenhouse gas regulation under the Clean Air Act: A guide for economists. *Review of Environmental Economics and Policy*, 10(1), 95-118.
6. Carbon Tax Center. (2019). *Where carbon is taxed: Carbon pricing initiatives worldwide*. New York: Carbon Tax Center.
7. De Serres, A., Murtin, F., & Nicoletti, G. (2010). A framework for assessing green growth policies. *OECD Economics Department Working Papers*, No. 774.
8. Dechezleprêtre, A., & Sato, M. (2017). The impacts of environmental regulations on competitiveness. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(2), 183-206.
9. Fischer, C., & Fox, A. K. (2012). Comparing policies to combat emissions leakage: Border carbon adjustments versus rebates. *Journal of Environmental Economics and Management*, 64(2), 199-216.
10. Flues, F., & Thomas, A. (2015). The distributional effects of energy taxes. *OECD Taxation Working Papers*, No. 23.
11. International Energy Agency. (2019). *Energy Efficiency 2019: Unlocking Energy Efficiency in Manufacturing*. Paris: IEA.
12. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2024). *Statistik Ketenagalistrikan Indonesia 2023*. Jakarta: KESDM.
13. Kementerian Perindustrian. (2024). *Laporan Kinerja Industri Manufaktur Indonesia 2023*. Jakarta: Kemenperin.
14. Krugman, P. (1994). Competitiveness: A dangerous obsession. *Foreign Affairs*, 73(2), 28-44.
15. Murray, B., & Rivers, N. (2018). British Columbia's revenue-neutral carbon tax: A review of the latest "grand experiment" in environmental policy. *Canadian Public Policy*, 41(4), 285-305.
16. Nordhaus, W. D. (2017). Revisiting the social cost of carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(7), 1518-1523.
17. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). *Carbon Pricing in Times of COVID-19: What Has Changed in G20 Economies?* Paris: OECD Publishing.
18. Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, 68(2), 73-93.

DOI: <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.3027>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

19. Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118.
20. Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge: Cambridge University Press.
21. World Bank. (2023). *State and Trends of Carbon Pricing 2023*. Washington, DC: World Bank Group.
22. Worrell, E., & Biermans, G. (2005). Move over! Stock turnover, retrofits and industrial energy efficiency. *Energy Policy*, 33(7), 949-962.