

Dampak Peningkatan Produktivitas dan Kapasitas Produksi CPO Pada Industri Hilir CPO Terhadap Produksi Biodiesel Indonesia

The Impact of Enhancing CPO Productivity and Production Capacity in the CPO Downstream Industry on Indonesian Biodiesel Production

Indah Adelina Siregar^{1*}, Amzul Rifin² dan Novindra³

Abstrak Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang dihasilkan dari pengolahan minyak sawit. Berdasarkan kapasitas produksi, biodiesel menempati posisi kedua tertinggi produk turunan minyak sawit setelah minyak goreng, yaitu sebesar 11.4 juta ton, minyak goreng sebesar 15.3 juta ton, sabun dan detergen sebesar 3.6 juta ton, oleokimia dasar sebesar 1.7 ton dan margarin/*shortening* sebesar 0.8 juta ton (Ditjenbun, 2019). Dengan kapasitas industri hilir yang demikian, industri hilir minyak sawit domestik diperkirakan sudah mampu mengolah sekitar 32 juta ton CPO. Tujuan dari penelitian ini yaitu: (1) Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi, produktivitas dan *supply demand* CPO serta *supply demand* Biodiesel; (2) Menganalisis dampak harga permintaan minyak mentah Indonesia terhadap industri biodiesel Indonesia; (3) Menganalisis dampak peningkatan produktivitas dan kapasitas produksi CPO pada industri hilir CPO terhadap produksi biodiesel Indonesia. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan kebijakan DMO melalui peningkatan permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel sebesar 10% berdampak terhadap meningkatnya harga riil domestik minyak sawit sebesar 0.006% sehingga menyebabkan peningkatan terhadap permintaan domestik minyak sawit Indonesia sebesar 0.05% dengan peningkatan permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel sebesar 0.007%, permintaan minyak sawit oleh industri lain sebesar 0.001%.

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Indah Adelina Siregar^{1*} (✉)

Institut Pertanian Bogor

Jl. Raya Dramaga, Kampus IPB Dramaga Bogor, 16680 West Java, Indonesia

Email: indahadelinasiregar@apps.ipb.ac.id

² Staf Pengajar Departemen Agribisnis, IPB University

³ Staf Pengajar Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, IPB University

Peningkatan kebijakan DMO berdampak juga terhadap peningkatan produksi biodiesel sebesar 0.85% sehingga penawaran domestik biodiesel Indonesia meningkat sebesar 16.7%, ekspor biodiesel meningkat sebesar 6.88% dan terjadi penurunan harga riil domestik biodiesel sebesar 2.34%. Dampak peningkatan kapasitas produksi biodiesel maka permintaan terhadap biodiesel akan meningkat sehingga produksi bahan baku biodiesel yaitu minyak sawit akan meningkat. Dengan peningkatan produksi minyak sawit tersebut maka akan berdampak terhadap penawaran minyak sawit dan pemerintah akan melakukan ekspor yang lebih tinggi lagi.

Kata Kunci: Biodiesel, permintaan, industri hilir, kapasitas produksi, penawaran

Abstract Biodiesel is an alternative fuel produced from palm oil processing. Based on production capacity, biodiesel is the second highest palm oil-derived product after cooking oil, at 11.4 million tons, cooking oil at 15.3 million tons, soap and detergent at 3.6 million tons, basic oleochemicals at 1.7 tons and margarine/*shortening* at 0.8 million tons (Ditjenbun 2019). With such downstream industry capacity, the domestic palm oil downstream industry is estimated to be able to process around 32 million tons of CPO. The simulation results show that the implementation of the DMO policy through an increase in palm oil demand by the biodiesel industry by 10% has an impact on increasing the domestic real price of palm oil by 0.006%, causing an increase in the domestic demand for Indonesian palm oil by 0.05% with an increase in palm oil demand by the biodiesel industry by 0.007%, palm oil demand by other industries by 0.001%. The increase in the DMO policy also impacts biodiesel production by 0.85% so that Indonesia's domestic biodiesel supply increases by 16.7%, biodiesel exports

increase by 6.88% and there is a decrease in the domestic real price of biodiesel by 2.34%. The impact of increasing biodiesel production capacity is that the demand for biodiesel will increase so that the production of biodiesel raw materials, namely palm oil, will increase. With the increase in palm oil production, it will have an impact on the supply of palm oil and the government will export even higher.

Keywords: *biodiesel, demand, downstream industry, production capacity, supply.*

PENDAHULUAN

Minyak sawit merupakan minyak nabati yang memiliki biaya produksi terendah dibandingkan dengan minyak nabati non sawit untuk menghasilkan biodiesel (Rofiqi, Maarif, & Hermawan, 2016) (Haryanti, Marsono, & Sona, 2021), saat ini minyak sawit tidak selalu pilihan paling ekonomis dibandingkan dengan minyak nabati lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh faktor fluktuasi harga, biaya produksi yang dipengaruhi oleh regulasi dan tantangan keberlanjutan berkontribusi pada perubahan daya saing minyak sawit di pasar global. Menurut (Direktorat Jendral Perkebunan Kemenpan RI, 2022), produksi dan produktivitas minyak sawit Indonesia dari tahun 2000-2020 cukup berfluktuatif dimana pada 2017-2019 terjadinya peningkatan produksi dan produktivitas yang signifikan, namun pada tahun 2019-2020 terjadinya penurunan produksi dan produktivitas minyak sawit.

Indonesia merupakan negara produsen sawit terbesar dunia. Sebagai negara produsen minyak sawit terbesar di dunia, Indonesia memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan minyak sawit global. Namun produktivitas perkebunan sawit Indonesia lebih rendah dibandingkan dengan produktivitas negara produsen lain seperti Malaysia, Kolombia, dan Thailand. Pada tahun 2000-2019, produktivitas perkebunan sawit Malaysia lebih tinggi dari Indonesia, produktivitas perkebunan Malaysia tercatat sebesar 3.36 ton per ha, sementara Indonesia sebesar 3.26 ton per ha. Pada tahun 2021, produktivitas kedua negara tersebut terus menurun dalam tiga tahun terakhir, sehingga produktivitas perkebunan kelapa sawit di Indonesia sudah menyamai Malaysia sebesar 3,15 ton per ha (BPS dan Malaysian Palm Oil Board, 2022).

Fluktuasi produksi dan produktivitas perkebunan kelapa sawit menunjukkan perlunya strategi peningkatan produksi yang lebih berkelanjutan. Salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah rendahnya program replanting untuk tanaman kelapa sawit yang sudah tua, yang berdampak pada efisiensi produksi. Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) telah menyalurkan dana Rp 6.59 triliun untuk program peremajaan sawit rakyat sejak 2016 hingga 2021. Total lahan yang sudah diremajakan tercatat sebesar 242.537 ha per 2021. Peremajaan ditargetkan dapat mencapai 540 ribu ha hingga 2022 (BPS dan Malaysian Palm Oil Board, 2022).

Pemerintah Indonesia telah menerapkan kebijakan mandatori biodiesel, seperti program B30, untuk meningkatkan konsumsi domestik biodiesel dan mengurangi impor bahan bakar fosil. Kebijakan mendorong peningkatan permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel, sehingga diperlukan peningkatan kapasitas produksi minyak sawit untuk menjaga keseimbangan antara pasokan bahan baku dan kebutuhan industri hilir. Namun, peningkatan kapasitas produksi ini juga menimbulkan tantangan baru, seperti potensi ekspansi lahan sawit yang dapat berdampak pada lingkungan serta kenaikan harga minyak sawit yang dapat mempengaruhi industri lain, seperti minyak goreng. Hal ini membutuhkan penyeimbangan penggunaan lahan untuk mencegah konflik antara pangan dan bahan bakar, memastikan praktik pertanian berkelanjutan agar mencapai target produksi biodiesel dan mengurangi impor solar.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder *time series* bulanan periode Januari 2018- Desember 2021. Data sekunder yang dikumpulkan bersumber dari berbagai instansi yaitu Badan Pusat Statistik (BPS), Direktorat Jenderal EBTKE Kementerian ESDM, The World Bank, Databoks, UN Comtrade, Pusat Informasi Harga Pangan Strategis (PIHPS) Nasional, dan lain sebagainya.

Metode

Penelitian ini dilakukan tahap identifikasi. Identifikasi model dilakukan sebelum proses estimasi. Kriteria identifikasi model adalah berdasarkan syarat

keharusan (*order condition*) dan syarat kecukupan (*rank condition*) dengan rumus $(K-M) > (G-1)$ (Koutsoyiannis, 1977). Model blok CPO Indonesia dan blok Biodiesel Indonesia dibangun dalam bentuk sistem persamaan simultan. Model terdiri dari 15 persamaan (G), yaitu 10 persamaan struktural dan 5 persamaan identitas. Variabel endogen berjumlah 15 dan variabel *predetermined* berjumlah 7 sehingga total variabel dalam model adalah 22 (K). Jumlah maksimum variabel (endogen dan eksogen) dalam suatu persamaan adalah 5 variabel (M). Hasil identifikasi model adalah $(22 - 5) > (15-1)$ dan berdasarkan kriteria *order condition* maka semua persamaan struktural didalam model menunjukkan *overidentified* (Koutsoyiannis, 1977). Berdasarkan hasil identifikasi tersebut maka model telah memenuhi syarat untuk dapat melakukan estimasi menggunakan metode *Two Stage Least Squares* (2SLS).

Penelitian menggunakan metode 2SLS, dengan model persamaan simultan untuk mengetahui hubungan antara variabel eksogen terhadap variabel endogen dalam hubungan yang bersifat simultan. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Software Statistical Analysis System/ Econometric Time Series* (SAS/ETS) versi 9.4. Model ini terdiri dari 15 persamaan yaitu 10 persamaan struktural dan 5 persamaan identitas.

Blok CPO Indonesia

Luas Areal Menghasilkan Minyak Sawit Indonesia

$$\text{LAMSMt} = a_0 + a_1 (\text{RPDCPOt}/\text{RPDCRt}) + a_2 \text{GIRt} + U_{1t} \quad \dots (1)$$

Tanda parameter yang diharapkan: $a_1 > 0$; $a_2 < 0$

dimana:

LAMSMt = Luas areal menghasilkan minyak sawit Indonesia (Juta ha)

RPDCPOt = Harga riil domestik minyak sawit (Rp/ton)

RPDCRt = Harga riil domestik karet (Rp/ton)

GIRt = Pertumbuhan suku bunga riil BI domestik (%)

Unt = Variabel pengganggu

Produktivitas Minyak Sawit Indonesia

$$\text{YSIt} = b_0 + b_1 \cdot \text{RPDCPOt} + b_2 \cdot \text{CURAht} + b_3 \cdot \text{LYSIt} + U_{2t} \quad \dots (2)$$

Tanda parameter yang diharapkan: $b_1 > 0$, $b_2 < 0$, $0 < b_3 < 1$

dimana:

YSIt = Produktivitas minyak sawit Indonesia (Ton/ha)

CURAht = Curah hujan (Hari hujan)

LYSIt = Lag produktivitas minyak sawit Indonesia (Ton/ha)

Produksi Minyak Sawit Indonesia

$$\text{QCPOt} = \text{LAMSMt} \cdot \text{YSIt} \quad \dots (3)$$

dimana:

QCPOt = Produksi minyak sawit Indonesia (Juta ton)

LAMSMt = Luas areal menghasilkan minyak sawit Indonesia (Juta ha)

Penawaran Domestik Minyak Sawit Indonesia

$$\text{SCPOIt} = \text{QCPO}_t - \text{XCPO}_t + \text{STCPOI}_t \quad \dots (4)$$

dimana:

SCPOIt = Penawaran domestik CPO Indonesia (000 ton)

XCPOt = Ekspor CPO (000 ton)

STCPOIt = Stok CPO Indonesia (Ton)

Harga Riil Domestik CPO Indonesia

$$\text{RPDCPO}_t = c_0 + c_1 \cdot \text{LSCPOIt} + c_2 \cdot \text{RPXCPOt} + c_3 \cdot \text{LRPDCPOt} + U_{3t} \quad \dots (5)$$

Tanda parameter yang diharapkan: $c_1 < 0$; $c_2 > 0$; $0 < c_3 < 1$

dimana:

LSCPOIt = Lag penawaran domestik minyak sawit Indonesia (000 ton)

RPXCPOt = Harga riil ekspor minyak sawit (US\$/ton)

LRPDCPOt = Lag harga riil domestik minyak sawit Indonesia (Rp/ton)

Harga Riil Ekspor Minyak Sawit

$$RPXCPOt = d_0 + d_1 \cdot RPWCPOt + d_2 \cdot XCPOt + d_3 \cdot LRPXCPOt + U_{4t} \dots (6)$$

Tanda parameter yang diharapkan: $d_1 > 0$; $d_2 < 0$; $0 < d_3 < 1$

dimana:

RPWCPOt= Harga riil dunia minyak sawit (US\$/ton)

LRPXCPOt= Lag harga riil ekspor minyak sawit (US\$/ton)

Ekspor Minyak Sawit

$$XCPOt = e_0 + e_1 \cdot L2RPWCot + e_2 \cdot LQCPOt + e_3 \cdot GIRt + e_4 \cdot LXCPOt + U_{5t} \dots (7)$$

dimana:

L2RPWCot= Lag 2 harga riil dunia minyak mentah (US\$)

LQCPOt = Lag produksi minyak sawit Indonesia (Juta ton)

LXCPOt = Lag ekspor minyak sawit (000 ton)

Permintaan Minyak Sawit oleh Industri Biodiesel

$$QDCPOBIt = f_0 + f_1 \cdot RRPDBIt + f_2 \cdot KQBIt + f_3 \cdot RPWCot + f_4 \cdot GIRt + U_{6t} \dots (8)$$

Tanda parameter yang diharapkan: $f_1, f_2, f_3 > 0$; $f_4 < 0$

dimana:

QDCPOBIt= Permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel (000 ton)

RRPDBIt = Perubahan harga riil domestik biodiesel (Rp/ton)

KQBIt = Kapasitas produksi biodiesel (ton)

RPWCot = Harga riil dunia minyak mentah (US\$)

GIRt = Pertumbuhan suku bunga riil BI domestik (%)

Permintaan Minyak Sawit oleh Industri Lain

$$QDCPOILt = g_0 + g_1 \cdot L2RPDCPOt + g_2 \cdot GRPDMGt + U_{7t} \dots (9)$$

Tanda parameter yang diharapkan: $g_1 < 0$; $g_2 > 0$

dimana:

QDCPOILt= Permintaan minyak sawit oleh industri lain (000 ton)

L2RPDCPOt= Lag 2 harga riil domestik minyak sawit (Rp/ton)

GRPDMGt= Perubahan harga riil domestik minyak goreng Indonesia (Rp/kg)

Permintaan CPO Indonesia

$$QDCPOIt = QDCPOBIt + QDCPOILt \dots (10)$$

dimana:

QDCPOIt = Permintaan minyak sawit Indonesia (000 ton)

Blok Biodiesel Indonesia

Produksi Biodiesel Indonesia

$$QPBIIt = 0.965 \cdot QDCPOBIt \dots (11)$$

dimana:

QPBIIt = Produksi biodiesel Indonesia (000 ton)

QDCPOBIt= Permintaan CPO oleh industri biodiesel (000 ton)

Ekspor Biodiesel Indonesia

$$XBIIIt = h_0 + h_1 \cdot QPBIIt + h_2 \cdot RPDBIt + U_{8t} \dots (12)$$

Tanda parameter yang diharapkan: $h_1, h_2 > 0$

dimana:

XBIIIt = Ekspor biodiesel Indonesia (000 ton)

RPDBIt = Harga riil domestik biodiesel (US\$/ton)

Permintaan Biodiesel Indonesia

$$QBIIIt = i_0 + i_1 \cdot RRPDBIt + i_2 \cdot RPDMGt + i_3 \cdot RPWCot + i_4 \cdot RIRt + i_5 \cdot LQBIIIt + U_{9t} \dots (13)$$

Tanda parameter yang diharapkan: $i_1 < 0$; $i_2, i_3 > 0$; $i_4 < 0$; $0 < i_5 < 1$

dimana:

QBIIIt = Permintaan biodiesel Indonesia (000 ton)

Harga Riil Biodiesel Indonesia

$$RPDBIt = j_0 + j_1 \cdot SBIt + j_2 \cdot QBIt + j_3 \cdot LRPDBIt + U_{10t} \dots (14)$$

Tanda parameter yang diharapkan: $j_1 < 0$; $j_2 > 0$; $0 < j_3 < 1$

Simulasi Model

Analisis dampak bertujuan untuk peningkatan produktivitas dan kapasitas produksi CPO pada industri hilir CPO terhadap produksi biodiesel Indonesia dilakukan dengan simulasi skenario kebijakan historis.

Tabel 1. Skenario simulasi kebijakan domestik dan mandatori biodiesel

Table 1. Simulation scenarios of domestic policies and biodiesel mandates

Simulasi	Perubahan	Dasar Pertimbangan
S1: DMO Indonesia	Permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel naik sebesar 10% pada tahun 2021.	Kebijakan Kementerian ESDM 2020 bahwa tahun 2021 target blending biodiesel sebesar 30% (B-30) dan ekspor biodiesel meningkat 451.288,4 ton pada tahun 2021.
S2: <i>Replanting</i>	<i>Replanting</i> (Peningkatan produktivitas minyak sawit sebesar 10%)	Pada tahun 2020-2021 terjadinya peningkatan produktivitas sebesar 10%.
S3: Peningkatan penawaran minyak sawit domestik	Penawaran minyak sawit Indonesia meningkat 10% pada tahun 2020-2021.	Adanya kebijakan pemerintah yang mewajibkan setiap pengusaha minyak sawit untuk menyuplai minyak sawit untuk kebutuhan industri hilir minyak sawit domestik.
S4: Peningkatan industri hilir CPO Indonesia	Peningkatan kapasitas produksi biodiesel sebesar 20%	Terjadinya peningkatan kapasitas produksi biodiesel Indonesia guna untuk mendukung upaya peningkatan industri hilir CPO Indonesia.
S5: Kombinasi S1 dan S2	Permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel meningkat sebesar 10% dan peningkatan produktivitas minyak sawit sebesar 10%.	Pengembangan industri biodiesel Indonesia melalui peningkatan produktivitas minyak sawit Indonesia.
S6: Kombinasi S2 dan S4	Peningkatan produktivitas minyak sawit sebesar 10% dan peningkatan kapasitas produksi biodiesel sebesar 20%.	Upaya mendukung hilirisasi minyak sawit salah satunya hilirisasi biodiesel, perlunya upaya peningkatan produktivitas minyak sawit dan peningkatan kapasitas produksi biodiesel Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor yang Mempengaruhi Produksi, Produktivitas dan Supply Demand CPO Serta Supply Demand Biodiesel

Luas Areal Menghasilkan Minyak Sawit Indonesia

Dalam penelitian ini, rasio antara harga riil minyak sawit dan karet, dimana harga karet sebagai komoditas alternatif (kompetitif) memberikan pengaruh negatif, artinya apabila harga karet lebih

baik dibandingkan dengan harga kelapa sawit maka petani lebih memilih untuk menanam karet di lahan yang sama. Rasio antara harga riil minyak sawit dengan harga riil karet memberikan pengaruh positif dan nyata secara statistik. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Purba, Sinaga, Novianti, & Kustiari, 2018), yang menyatakan bahwa areal menghasilkan berpengaruh nyata terhadap harga domestik minyak sawit. Tabel 2. Hasil estimasi parameter luas areal, produktivitas, harga riil domestik CPO dan harga riil ekspor CPO Indonesia

Tabel 2. Hasil estimasi parameter luas areal, produktivitas, harga riil domestik CPO dan harga riil ekspor CPO Indonesia

Table 2. Parameter estimation results of area, productivity, real domestic price of CPO and real export price of CPO in Indonesia

Variabel	Parameter	Pr > t	Elastisitas		Keterangan
			Jangka Pendek	Jangka Panjang	
LAMSM= Luas areal menghasilkan minyak sawit Indonesia					
Intercept	8866.632				
RPCPCRt	7252.437	0.015****		-	- Rasio harga riil CPO dan Karet
GIRt	-287.521	0.138*		-	- Pertumbuhan suku bunga
R-Square	0.186	Adj R-Sq	0.148		F-hit 4.83
YSIt= Produktivitas minyak sawit Indonesia					
Intercept	0.435764				
RPDCPOt	0.000046	0.2113	0.157	0.550	Harga riil domestik CPO
CURAHt	-0.00582	0.3764	-0.042	-0.148	Curah hujan
LYSIt	0.713625	<.0001	-	-	Lag produktivitas CPO
R-Square	0.582	Adj R-Sq	0.551		F-hit 19.07
RPDCPOt= Harga riil domestik minyak sawit Indonesia					
Intercept	2865.908				
LSCPOIt	-0.0052	0.4349	-	-	Lag penawaran CPO
RPXCPOt	7.0814	<.0001****	0.579	0.722	Harga riil ekspor CPO
LRPDCPOt	0.0989	0.258	-	-	Lag harga riil domestik CPO
R-Square	0.907	Adj R-Sq	0.900		F-hit 133.70

(continued)

Variabel	Parameter	Pr > Itl	Elastisitas		Keterangan
			Jangka Pendek	Jangka Panjang	
RPXCPOt= Harga Riil Ekspor Minyak Sawit					
Intercept	-91.5680				
RPWCPOt	0.6776	<.0001****	0.746	1.424	Harga riil dunia CPO
XCPOt	-0.0087	0.077**	-0.066	-0.126	Ekspor CPO
LRPXCPOt	0.4760	<.0001****	-	-	Lag harga riil ekspor CPO
R-Square	0.978	Adj R-Sq	0.976		F-hit 619.19

Sumber: Data diolah (2023)

Source: Processed data (2023)

Pertumbuhan suku bunga berpengaruh negatif dan nyata pada taraf $\alpha = 15$ persen secara statistik terhadap luas areal menghasilkan minyak sawit Indonesia. Apabila pertumbuhan suku bunga meningkat sebesar 1 persen maka luas areal menghasilkan minyak sawit Indonesia akan menurun sebesar 287.521 persen. Artinya bahwa perluasan perkebunan kelapa sawit di Indonesia tidak banyak yang menggunakan pinjaman kredit bank. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Purba *et al.*, 2018) dan (Novindra, Sinaga, Hartoyo, & Erwidodo, 2021), bahwa variabel suku bunga Bank Indonesia memiliki pengaruh yang tidak nyata terhadap luas areal kelapa sawit menghasilkan.

Produktivitas Minyak Sawit Indonesia

Curah hujan memiliki pengaruh yang negatif dan tidak signifikan terhadap produktivitas minyak sawit Indonesia, artinya bahwa peningkatan curah hujan tidak dapat diandalkan sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas, terdapat faktor lain yang lebih baik yaitu peningkatan teknologi dalam budidaya dan manajemen pasca panennya. Penelitian ini sejalan dengan penelitian (Mattia, 2023) bahwa curah hujan, terutama curah hujan ekstrim pada bulan-bulan sebelum panen, berdampak negatif pada hasil kelapa sawit. Studi ini menemukan bahwa peningkatan curah hujan hingga enam bulan sebelum panen berdampak buruk pada produktivitas kelapa sawit, menyoroti variasi tingkat lokasi yang signifikan. Penelitian bahwa luas areal, rasio harga minyak sawit dengan

pupuk urea dan curah hujan terhadap produktivitas minyak sawit perkebunan rakyat di Sumatera tidak signifikan. Penelitian (Novindra *et al.*, 2021) menyatakan bahwa variabilitas curah hujan berdampak negatif pada produktivitas kelapa sawit, terutama selama peristiwa ekstrim El Nino, yang dapat mengurangi curah hujan hingga 40%. Sebaliknya, peristiwa ekstrim La Nina dapat meningkatkan curah hujan sebesar 58%, mempengaruhi produktivitas secara keseluruhan secara signifikan.

Harga Riil Domestik Minyak Sawit

Variabel harga riil ekspor minyak sawit Indonesia memiliki respon yang positif terhadap harga riil domestik minyak sawit, artinya bahwa apabila terjadi kenaikan penawaran minyak sawit Indonesia sebesar 1% maka akan meningkatkan harga riil domestik minyak sawit Indonesia sebesar 0.57% dalam jangka pendek dan 0.72% dalam jangka panjang.

Harga Riil Ekspor Minyak Sawit Indonesia

Harga riil ekspor minyak sawit responsif terhadap harga riil dunia minyak sawit. kenaikan harga riil dunia minyak sawit sebesar 1% akan langsung direspon dengan meningkatnya harga riil ekspor minyak sawit sebesar 0.74% dalam jangka pendek dan sebesar 1.42% dalam jangka panjang. Variabel ekspor minyak sawit memiliki respon yang negatif terhadap harga riil ekspor minyak sawit, artinya bahwa apabila ekspor minyak sawit Indonesia meningkat sebesar 1% maka

akan menurunkan harga riil ekspor minyak sawit Indonesia.

Ekspor Minyak Sawit Indonesia

Variabel lag 2 harga riil dunia minyak mentah berpengaruh positif dan nyata pada taraf $\alpha=10$ persen dengan nilai parameter estimasi sebesar 29.45. Artinya, apabila harga riil dunia minyak mentah pada 2 bulan sebelumnya meningkat sebesar 1 US\$ maka ekspor minyak sawit Indonesia akan meningkat sebesar 29.45. Lag ekspor minyak sawit berpengaruh positif dan nyata pada taraf $\alpha=1$ persen dengan nilai parameter estimasi sebesar 0.42. Artinya bahwa, apabila ekspor minyak sawit pada bulan sebelumnya meningkat maka ekspor minyak sawit Indonesia akan meningkat sebesar 0.42. Variabel lag produksi minyak sawit dan pertumbuhan suku bunga memiliki pengaruh tidak nyata.

Permintaan CPO oleh Industri Biodiesel

Permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel responsif dalam jangka pendek terhadap kapasitas produksi biodiesel dan harga riil dunia minyak mentah.

Diantara kedua variabel tersebut, variabel kapasitas produksi biodiesel memiliki angka elastisitas yang paling besar yaitu 3,85 persen. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas produksi biodiesel akan direspon dengan cepat oleh perubahan permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel. Nilai elastisitas kapasitas produksi biodiesel dalam jangka pendek sebesar 3,85 persen, hal ini menunjukkan bahwa apabila terjadi kenaikan kapasitas produksi biodiesel sebesar 1 persen maka akan meningkatkan permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel sebesar 3,85 persen. Permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel responsif dalam jangka pendek terhadap harga riil dunia minyak mentah. Apabila terjadi kenaikan harga riil dunia minyak mentah sebesar 1 persen maka akan meningkatkan permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel sebesar 0,10 persen.

Permintaan CPO oleh Industri Lain

Variabel lag 2 harga riil domestik minyak sawit tidak signifikan terhadap permintaan minyak sawit oleh industri lain. Pertumbuhan harga domestik minyak goreng memiliki pengaruh yang positif namun tidak nyata terhadap permintaan minyak sawit oleh industri lain.

Tabel 3. Hasil estimasi parameter ekspor minyak sawit, permintaan CPO oleh industri biodiesel, permintaan CPO oleh industri lain dan ekspor biodiesel Indonesia

Table 3. Parameter estimation results of palm oil exports, demand for CPO by the biodiesel industry, demand for CPO by other industries, and Indonesian biodiesel exports

Variabel	Parameter	Pr > t	Elastisitas		Keterangan
			Jangka Pendek	Jangka Panjang	
XCPO= Ekspor minyak sawit Indonesia					
Intercept	-1099.09				
L2RPWCO	29.459	0.222	-		- Lag 2 harga riil dunia minyak mentah
LQCPO	0.0649	0.483	-		- Lag produksi minyak sawit
GIR	-11.490	0.893	-		- Pertumbuhan suku bunga
LXCPO	0.4280	0.004	-		- Lag ekspor CPO
R-Square	0.244	Adj R-Sq	0.168		F-hit 3.23

(continued)

Variabel	Parameter	Pr > Itl	Elastisitas		Keterangan
			Jangka Pendek	Jangka Panjang	
QDCPOBI= Permintaan CPO oleh Industri Biodiesel					
Intercept	-4716.59				
RRPDBI	1968.4	0.545	-	-	Rasio harga riil biodiesel
KQBI	3.3658	0.098	3.852	-	Kapasitas produksi biodiesel
RPWCO	1.693	0.930	0.106	-	Harga riil dunia minyak mentah
GIR	-3.360	0.961	-	-	Pertumbuhan suku bunga
R-Square	0.093	Adj R-Sq	0.027	F-hit	1.03
QDCPOIL= Permintaan CPO oleh Industri Lain					
Intercept	5162.23				
L2RPDCPO	-0.069	0.121	-	-	Lag 2 harga riil domestik CPO
GRPDMG	11.958	0.731	-	-	Pertumbuhan harga riil minyak goreng
R-Square	0.068	Adj R-Sq	0.023	F-hit	1.53
XBII= Ekspor Biodiesel Indonesia					
Intercept	-41858.3				
QPBI	4.702	0.069	1.793	-	Produksi biodiesel Indonesia
RPDBI	6.910	0.026	3.065	-	Harga riil domestik biodiesel
R-Square	0.298	Adj R-Sq	0.265	F-hit	8.95

Sumber: Data diolah (2023)

Source: Processed data (2023)

Ekspor Biodiesel Indonesia

Ekspor biodiesel direspon positif terhadap produksi biodiesel dan harga riil domestik biodiesel dalam jangka pendek. Artinya apabila terjadi kenaikan produksi biodiesel 1% maka terjadinya kenaikan ekspor biodiesel ke negara tujuan sebesar 1.79%. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Purba *et al.*, 2018), peningkatan produksi biodiesel 1% akan direspon langsung dengan meningkatnya ekspor 1.2%. Ekspor biodiesel Indonesia juga direspon positif oleh harga riil domestik biodiesel. Harga riil domestik biodiesel lebih cepat direspon daripada produksi biodiesel. Artinya apabila terjadi kenaikan harga riil domestik biodiesel sebesar 1% maka akan

meningkatkan ekspor biodiesel Indonesia sebesar 3.06%.

Biodiesel sebagai salah satu solusi guna mengurangi tekanan impor dan mengatasi ancaman keamanan energi (Nuva, Fauzi, Dharmawan, & Kumala Putri, 2019), bioenergi lebih mampu mempertahankan kelestarian lingkungan dibandingkan energi fosil, pengembangan biodiesel sebagai suatu cara untuk merespon penurunan harga komoditas pertanian yang juga merupakan bahan baku biodiesel dan pengembangan biodiesel secara langsung maupun tidak langsung dapat meningkatkan perekonomian masyarakat dan daerah (Thondhlana, 2014).

Permintaan Biodiesel Indonesia

Rasio harga riil domestik biodiesel memiliki pengaruh negatif dan tidak signifikan. Harga riil domestik minyak goreng memiliki pengaruh positif dan signifikan. Harga riil dunia minyak mentah memiliki

pengaruh positif dan tidak signifikan. Rasio suku bunga memiliki pengaruh negatif dan signifikan. Lag permintaan biodiesel Indonesia memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap permintaan biodiesel Indonesia.

Tabel 3. Hasil estimasi parameter ekspor minyak sawit, permintaan CPO oleh industri biodiesel, permintaan CPO oleh industri lain dan ekspor biodiesel Indonesia

Table 3. Parameter estimation results of palm oil exports, demand for CPO by the biodiesel industry, demand for CPO by other industries, and Indonesian biodiesel exports

Variabel	Parameter	Pr > t	Elastisitas		Keterangan
			Jangka Pendek	Jangka Panjang	
QBII= Permintaan Biodiesel Indonesia					
Intercept	7203.84				
RRPDBI	-207.709	0.904	-	-	Rasio harga riil biodiesel
RPDMG	0.1841	0.089	0.305	0.956	Harga riil minyak goreng
RPWCO	11.437	0.263	0.090	0.283	Harga riil dunia minyak mentah
RIR	-7341.21	0.057	-	-	Rasio suku bunga
LQBII	0.6804	<.0001	-	-	Lag permintaan biodiesel Indonesia
R-Square	0.710		Adj R-Sq	0.673	F-hit 19.17
RPDBI= Harga Riil Biodiesel Indonesia					
Intercept	-2468.49				
SBII	-0.1799	0.562	-0.138	-1.536	Penawaran biodiesel Indonesia
QBII	0.5923	0.178	0.527	2.778	Permintaan biodiesel Indonesia
LRPDBI	0.9186	<.0001	-	-	Lag harga riil biodiesel Indonesia
R-Square	0.746	Adj R-Sq	0.727		F-hit 40.14

Sumber: Data diolah (2023)

Source: Processed data (2023)

Permintaan biodiesel Indonesia direspon positif oleh harga riil minyak goreng dan harga riil dunia minyak mentah. Hal ini menunjukkan bahwa apabila terjadi kenaikan harga riil minyak goreng sebesar 1% maka akan direspon positif oleh permintaan biodiesel Indonesia dalam jangka pendek sebesar 0.30% dan jangka panjang

sebesar 0.95%. Begitu juga dengan variabel harga riil dunia minyak mentah yang menunjukkan bahwa apabila terjadi kenaikan harga riil dunia minyak mentah sebesar 1% maka akan meningkatkan permintaan biodiesel Indonesia sebesar 0.09% dalam jangka pendek dan sebesar 0.28% dalam jangka panjang.

Harga Riil Biodiesel Indonesia

Harga riil biodiesel Indonesia responsif jangka pendek dan jangka panjang terhadap permintaan biodiesel Indonesia. Artinya, apabila terjadi kenaikan permintaan biodiesel sebesar 1% maka akan meningkatkan harga riil biodiesel Indonesia dalam jangka pendek sebesar 0.52 %, namun apabila kenaikan itu terjadi terus menerus untuk jangka panjang akan menyebabkan kenaikan harga riil biodiesel sebesar 2.77% maka ketersediaan biodiesel di Indonesia akan berkurang dan langka.

Dampak Peningkatan Produktivitas dan Kapasitas Produksi CPO Pada Industri Hilir CPO Terhadap Produksi Biodiesel Indonesia

Hasil simulasi skenario kebijakan pertama yaitu DMO, yang dimana esensi kebijakan DMO yaitu kewajiban memasok atau penambahan permintaan minyak sawit sebagai bahan baku secara langsung oleh industri biodiesel. Kebijakan ini diharapkan dapat membuka peluang untuk peningkatan campuran minyak sawit dalam solar sebagai wujud implementasi kebijakan mandatori biodiesel Indonesia dan akhirnya berdampak baik bagi stabilisasi harga minyak sawit di dalam negeri (Riskiawan, 2023).

Tabel 5. Dampak kebijakan permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel, luas areal, produktivitas dan penawaran minyak sawit Indonesia

Table 5. Policy impacts on palm oil demand by the biodiesel industry, Indonesian palm oil acreage, productivity, and supply

Variabel	Nilai Dasar	Perubahan (%)					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6
LAMSM	17321.2	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
YSI	2.4274	0.005	0.076	0.005	0.005	0.007	0.076
QCPO	38224.3	0.109	0.306	0.109	0.109	0.306	0.306
SCPOI	33264.9	0.126	0.352	0.126	0.126	0.352	0.352
RPDCPO	8353.0	0.006	0.006	0.004	0.006	0.006	0.006
RPXCPO	684.8	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
XCPO	5256.7	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
QDCPOBI	951.0	0.007	0.007	0.007	0.761	0.007	0.761
QDCPOIL	4596.5	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
QDCPOI	5348.3	0.057	0.039	0.039	0.173	0.057	0.173
QPBI	7254.7	0.859	0.872	0.872	0.777	0.859	0.777
XBII	19334.2	6.882	4.814	4.814	7.323	6.882	7.323
SBII	6478.2	16.71	16.49	16.49	18.12	16.71	18.12
QBII	7517.8	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
RPDBI	8275.2	-2.340	-2.310	-2.310	-2.538	-2.340	-2.538

Sumber: Data diolah (2023)

Source: Processed data (2023)

Penerapan kebijakan DMO (S1) melalui peningkatan permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel sebesar 10% berdampak terhadap meningkatnya harga riil domestik minyak sawit sebesar 0.0063% sehingga menyebabkan peningkatan terhadap permintaan domestik minyak sawit Indonesia sebesar 0.05% dengan peningkatan permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel sebesar 0.007%, permintaan minyak sawit oleh industri lain sebesar 0.001%. Peningkatan kebijakan DMO berdampak juga terhadap produksi biodiesel sebesar 0.85% sehingga penawaran domestik biodiesel Indonesia meningkat sebesar 16.7%, ekspor biodiesel meningkat sebesar 6.88% dan diikuti dengan penurunan harga riil domestik biodiesel sebesar 2.34%.

Kebijakan skenario simulasi kedua yaitu penerapan kebijakan replanting dengan upaya peningkatan produktivitas minyak sawit Indonesia berdampak terhadap peningkatan produksi minyak sawit sebesar 0.30% dan luas areal sebesar 0.008%. Meningkatnya produksi minyak sawit maka akan mendorong penawaran domestik minyak sawit Indonesia akan meningkat sebesar 0.35%, sehingga peningkatan ekspor minyak sawit ke pasar dunia sebesar 0.012%.

Kebijakan skenario simulasi ketiga yaitu peningkatan penawaran minyak sawit melalui ekspansi lahan terdegradasi berdampak terhadap peningkatan produksi minyak sawit sebesar 0.10%, meningkatkan ekspor minyak sawit sebesar 0.01%, sehingga harga riil domestik minyak sawit meningkat sebesar 0.004%. Dengan meningkatnya produksi maka permintaan minyak sawit di Indonesia akan mengalami peningkatan, baik oleh industri biodiesel maupun industri lain. Dengan meningkatnya permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel maka produksi biodiesel Indonesia akan mengalami peningkatan sebesar 0.87% sehingga harga domestik biodiesel mengalami penurunan sebesar 2.31%.

Peningkatan permintaan biodiesel di Indonesia akan dipengaruhi oleh peningkatan industri hilir minyak sawit negara tersebut dengan meningkatkan kapasitas produksi biodiesel. Meningkatnya permintaan biodiesel mengakibatkan penurunan harga riil domestik sebesar 2.53%. Akibatnya, produksi biodiesel meningkat sebesar 0.77%, penawaran biodiesel meningkat sebesar 18.12%, dan

pemerintah memiliki peluang untuk mengeksport biodiesel lebih besar sebesar 7.32%. Dengan meningkatnya permintaan, produksi bahan bakar domestik meningkat.

Dampak penerapan kebijakan kombinasi S1 dan S2 akan berdampak terhadap peningkatan penawaran biodiesel dan penawaran minyak sawit, masing-masing sebesar 0.35% dan 16.71% dan juga berdampak pada peningkatan permintaan domestik minyak sawit Indonesia sebesar 0.05% diikuti dengan peningkatan minyak sawit oleh industri biodiesel dan industri lain sebesar 0.007% dan 0.015%. Peningkatan permintaan tersebut, akan meningkatkan produksi biodiesel sebesar 0.013% dan juga produksi bahan baku dari biodiesel yaitu produksi minyak sawit meningkat sebesar 0.30%. Peningkatan produksi biodiesel dan minyak sawit akan berdampak terhadap volume ekspor biodiesel meningkat sebesar 6.88% dan harga riil biodiesel menurun sebesar 2.34%.

Dengan meningkatnya permintaan akan biodiesel yang tinggi akan memaksa produsen untuk memperluas lahan sawit yang ada. Menurut (Papilo, & Hartrisari, 2014) menyatakan bahwa apabila setiap pembukaan lahan baru dilakukan dengan cara membakar hutan, maka akan terjadi peningkatan emisi yang dikeluarkan sebesar 5,41 Gg t CO₂ di tahun 2030. Selain itu, dampak negatif lainnya adalah terjadi kenaikan harga minyak goreng yang berasal dari kenaikan harga bahan baku CPO. Hal ini sejalan dengan penelitian (Joni, Gumbira-Sa'id, Harianto, & Kusnadi, 2011), menyatakan industri minyak goreng akan mengalami kontraksi sebagai akibat pengembangan industri biodiesel berbahan baku CPO.

Dampak penerapan kebijakan kombinasi S2 dan S4 berdampak terhadap peningkatan luas areal menghasilkan minyak sawit 0.008%, namun demikian dalam jangka pendek kebijakan kombinasi S2 dan S4 dapat menurunkan luas areal dan produksi dikarenakan pada tahun tersebut harus dilakukannya *land clearing* dan fase dimana tanaman kelapa sawit di fase tanaman belum menghasilkan (TBM). Dampak penerapan kebijakan kombinasi S2 dan S4 juga berdampak pada peningkatan produksi minyak sawit sebesar 0.30%. Dengan meningkatnya produksi minyak sawit maka akan meningkatkan penawaran minyak sawit Indonesia sebesar 0.35% sehingga ekspor minyak sawit Indonesia akan meningkat

sebesar 0.01%. Simulasi ini akan berdampak juga terhadap permintaan minyak sawit oleh industri biodiesel akan meningkat sebesar 0.76% dan permintaan minyak sawit oleh industri lain meningkat sebesar 0.001% sehingga terjadinya peningkatan terhadap permintaan domestik minyak sawit Indonesia sebesar 0.17%. Dengan meningkatnya permintaan tersebut maka produksi biodiesel akan meningkat sebesar 0.77% sehingga ekspor biodiesel akan meningkat sebesar 7.32% dan harga riil biodiesel menurun sebesar -2.53%.

KESIMPULAN

Luas areal menghasilkan dan produktivitas minyak sawit Indonesia adalah faktor yang mempengaruhi produksi minyak sawit Indonesia. Harga domestik minyak sawit, curah hujan dan lag produktivitas merupakan faktor yang mempengaruhi produktivitas minyak sawit Indonesia.

Dengan adanya kebijakan peningkatan harga riil dunia minyak mentah berpengaruh signifikan terhadap industri biodiesel sehingga dapat berdampak lebih besar terhadap ekspor minyak sawit. Artinya bahwa dengan adanya kebijakan ini ekspor terhadap *raw material* juga dapat terjadinya peningkatan. Namun demikian, dengan adanya kebijakan peningkatan harga riil dunia minyak mentah berdampak juga terhadap hilirisasi energi, dimana terjadinya peningkatan minyak sawit oleh industri biodiesel dan juga oleh industri lain.

Peningkatan produktivitas minyak sawit Indonesia dan peningkatan kapasitas produksi biodiesel berdampak terhadap peningkatan luas areal menghasilkan minyak sawit, peningkatan produksi minyak sawit. Dengan meningkatnya produksi minyak sawit maka akan meningkatkan penawaran minyak sawit Indonesia sehingga ekspor minyak sawit Indonesia akan meningkat.

Pemerintah disarankan untuk memperkuat kebijakan yang mendukung peningkatan produktivitas sawit dan pengembangan industri hilir biodiesel melalui insentif, peremajaan kebun serta stabilisasi harga CPO dan biodiesel. Pengusaha diharapkan meningkatkan efisiensi produksi, membangun kemitraan dengan petani dan memperluas kapasitas serta diversifikasi produk. Petani perlu meningkatkan produktivitas melalui penggunaan bibit unggul, praktik

budidaya yang baik dan bergabung dalam koperasi agar mendapatkan akses pasar dan pendampingan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan analisis makroekonomi yang lebih komprehensif serta kajian rantai pasok dan dampak lingkungan guna mendukung pengembangan biodiesel yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Perkebunan Kemenpan RI. (2022). Statistik Perkebunan Non Unggulan Nasional 2020-2022. *Sekretariat Direktorat Jendral Perkebunan*, 1–572.
- Haryanti, N., Marsono, A., & Sona, M. A. (2021). Strategi Implementasi Pengembangan Perkebunan Kelapa Sawit Di Era Industri 4.0. *Jurnal Dinamika Ekonomi Syariah*, 8(1), 76–87. <https://doi.org/10.53429/jdes.v8i1.146>
- Joni, R., Gumbira-Sa'id, E., Harianto, & Kusnadi, N. (2011). Dampak Pengembangan Industri Biodiesel Dari Kelapa Sawit Terhadap Perkebunan Kelapa Sawit Dan Industri Minyak Kelapa Sawit Di Indonesia Impact of Palm Oil Based Biodiesel Industry Development on Palm Oil Plantation and Its Industry in Indonesia. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 20(3), 143–151.
- Koutsoyiannis, A. (1977). *Theory of Econometrics*. The Macmillan Press LTD.
- Mattia, C. (1862). *Pr ep rin t n ot pe er re v i ew Pr ep t n ot pe er v. The Lancet Pschch*, 1 – 3 5 . Retrieved from file:///C:/Users/Getch/Desktop/New Thesis Documents/Updated theis documents_2024/Seminar Journals and research journals/9. Estimation of Calcium Contents and its Bioaccessibility in different calcium tablets.pdf
- Novindra, Sinaga, B. M., Hartoyo, S., & Erwidodo. (2021). Dampak Perubahan Pajak Impor India Dan Kapasitas Produksi Industri Hilir Minyak Sawit Mentah Indonesia Terhadap

- Daya Saing Dan Penerimaan Devisa Indonesia. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, 15(1), 77–104. <https://doi.org/10.30908/bilp.v15i1.415>
- Nuva, N., Fauzi, A., Dharmawan, A. H., & Kumala Putri, E. I. (2019). Political Economy of Renewable Energy and Regional Development: Understanding Social and Economic Problems of Biodiesel Development in Indonesia. *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 7(2), 110–118. <https://doi.org/10.22500/sodality.v7i2.19727>
- Papilo, P., & Hartrisari, H. (2016). Simulasi Model Matematik Dampak Penerapan Kebijakan Mandatori Blending Biodiesel-Solar Terhadap Kebutuhan Lahan Perkebunan Kelapa Sawit dan Tingkat Emisi CO₂. *Journal of Industrial Engineering & Management Systems*, (20), 140–154.
- Patty, J. R., Laimeheriwa, S., Madubun, E. L., & Lingga, S. (2024). Rainfall Variability and Its Influence on P Palm Oil Productivity (*Elaeis guineensis* Jacq.): Case Study at PT. Nusaina Group Seram Island Province Maluku. *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research*, 5(3), 838–847. <https://doi.org/10.11594/ijmaber.05.03.09>
- Purba, H. J., Sinaga, B. M., Novianti, T., & Kustiari, R. (2018). The Impact of Trade Policy on Indonesia's Biodiesel Industry Development. *Jurnal Agro Ekonomi*, 36(1), 1–24.
- Riskiawan, Y. (2023). *Fakultas Syariah November 2023*.
- Rofiqi, D. M., Maarif, M. S., & Hermawan, A. (2016). Strategi Percepatan Pengembangan Industri Turunan Minyak Kelapa Sawit Mentah (MSM) di Indonesia. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 26(3), 246–254.
- Thondhlana, G. (2014). *DISCUSSION PAPER SERIES The Local Livelihood Implications of Biofuel Development and Land Acquisitions in Zimbabwe*. (11).