

Kerja sama antara:



Dengan dukungan dari:



# Modul Penggunaan *Simulation of Indonesian Palm Oil Sustainability (SIPOS)* Indonesia

Disusun oleh:

Lila Juniyanti, Beni Okarda, Herry Purnomo, dan Sonya Dyah Kusumadewi





# **Modul Penggunaan *Simulation of Indonesian Palm Oil Sustainability (SIPOS)* Indonesia**

Disusun oleh:

Lila Juniyanti, Beni Okarda, Herry Purnomo, dan Sonya Dyah Kusumadewi

© 2024 CIFOR-ICRAF  
Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang



Materi dalam publikasi ini berlisensi di bawah Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0), <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Juniyanti L, Okarda B, Purnomo H, Kusumadewi SD. 2024. *Modul Penggunaan Simulation of Indonesian Palm Oil Sustainability (SIPOS) Indonesia*. Bogor, Indonesia: CIFOR; Nairobi, Kenya: ICRAF.

Foto cover oleh: Ricky Martin/CIFOR

CIFOR  
Jl. CIFOR, Situ Gede  
Bogor Barat 16115  
Indonesia  
T +62 (251) 8622622  
F +62 (251) 8622100  
E [cifor@cifor-icraf.org](mailto:cifor@cifor-icraf.org)

ICRAF  
United Nations Avenue, Gigiri  
PO Box 30677, Nairobi, 00100  
Kenya  
T +254 (20) 7224000  
F +254 (20) 7224001  
E [worldagroforestry@cifor-icraf.org](mailto:worldagroforestry@cifor-icraf.org)

**[cifor-icraf.org](http://cifor-icraf.org)**

Penggunaan istilah dan penyajian materi dalam publikasi ini tidak menunjukkan adanya pendapat dari pihak CIFOR-ICRAF, para mitra, dan lembaga donor; mengenai status hukum suatu negara, wilayah, kota, daerah atau mengenai wewenang, atau pemisahan batas-batasnya.

# Daftar Isi

<b>1</b>	<b>Sekilas Tentang STELLA</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Kerangka Model Skenario Kebijakan Kelapa Sawit Berkelanjutan Melalui SIPOS</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Formulasi Model Konseptual SIPOS</b>	<b>3</b>
3.1	Sektor Areal Perkebunan Sawit Saat Ini	3
3.2	Sektor Perkebunan Sawit Baru serta Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan Berdasarkan Status Lahan	4
3.3	Sektor Pabrik dan Pengolahan Minyak Mentah	5
<b>4</b>	<b>Tutorial Penggunaan Simulasi SIPOS</b>	<b>7</b>
4.1	Beranda/Halaman Muka	7
4.2	Halaman Luasan dan Produksi	8
4.3	Halaman Deforestasi dan Emisi	10
4.4	Halaman Perdagangan	12
4.5	Halaman Skenario	14
	<b>Daftar Pustaka</b>	<b>22</b>

# Daftar Gambar

## Gambar

1	Model SIPOS rantai suplai kelapa sawit	2
2	Tampilan model sektor luas perkebunan sawit saat ini berdasarkan kategori tanaman	3
3	Sektor perkebunan sawit baru serta perubahan tutupan dan penggunaan lahan berdasarkan status lahan	4
4	Sektor pabrik dan pengolahan minyak dari sawit legal ( <i>green</i> )	5
5	<i>Landing page</i> pada simulasi SIPOS	7
6	Halaman Luasan dan Produksi pada simulasi SIPOS	8
7	Hasil simulasi pada luas perkebunan sawit	9
8	Hasil simulasi pada produksi minyak sawit	10
9	Halaman Deforestasi dan Emisi pada simulasi SIPOS	11
10	Hasil simulasi pada tutupan hutan dan emisi	11
11	Halaman Perdagangan pada simulasi SIPOS	12
12	Hasil simulasi pada perdagangan minyak sawit	13
13	Hasil simulasi pada nilai perdagangan kelapa sawit	14
14	Halaman Skenario pada simulasi SIPOS	14
15	Fitur skenario ekstensifikasi	15
16	Fitur skenario intensifikasi	16
17	Fitur skenario NDP	17
18	Fitur skenario minyak sawit bersertifikat	17
19	Fitur skenario rasio ekspor minyak sawit dan produk turunannya	18
20	Fitur skenario penerapan harga premium untuk produk bersertifikat	18
21	Fitur skenario pajak karbon	19
22	Fitur skenario transfer fiskal berbasis ekologis	20
23	Fitur hasil simulasi dan penyimpanan hasil analisis	21

# 1 Sekilas Tentang STELLA

**STELLA** (kependekan dari *System Thinking, Experimental Learning Laboratory with Animation*) juga dipasarkan sebagai iThink adalah sebuah bahasa pemrograman visual untuk pemodelan dinamika sistem. Dinamika sistem merupakan suatu metodologi dan teknik pemodelan matematis untuk membingkai, memahami, dan mendiskusikan persoalan dan permasalahan yang kompleks.<sup>1</sup> Awalnya dikembangkan pada tahun 1950-an untuk membantu manajer perusahaan meningkatkan pemahaman mereka tentang proses industri. Saat ini, dinamika sistem digunakan di seluruh sektor publik dan swasta untuk analisis dan perancangan kebijakan.

Model STELLA merupakan salah satu model berbasis sistem yang dinamis. Model sistem ini dapat memudahkan pemecahan masalah di dunia nyata yang sangat kompleks, dengan mempelajari bagian-bagian atau komponen-komponen dari sistem yang saling berinteraksi dan menghasilkan sesuatu yang baru sebagai hasil interaksi yang terjadi (Voinov 2008). Model atau analisis sistem dapat diartikan sebagai penguraian dari suatu sistem informasi yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi proses/interaksi yang terjadi antar komponen dalam sistem, dalam rangka menyelesaikan permasalahan/tujuan penelitian (Grant dkk. 2003).

Berdasarkan urutannya, kegiatan simulasi model STELLA meliputi empat tahapan, yaitu:

1. Formulasi model konseptual  
Tahapan ini bertujuan untuk menentukan konsep dan tujuan model yang dibuat. Formulasi model konseptual dilakukan berdasarkan kondisi yang ada di dunia nyata yang kemudian diterjemahkan ke dalam sistem model dalam komputer. Kenyataan yang ada di alam dimasukkan ke dalam simulasi dengan memperhatikan komponen-komponen yang terkait, sesuai dengan konsep dan tujuan penyusunan model.
2. Spesifikasi model kuantitatif  
Tahapan ini bertujuan untuk membentuk model kuantitatif untuk simulasi model. Pembuatan model dilakukan dengan menerjemahkan setiap hubungan antara variabel dan komponen penyusun model, pendugaan parameter dari persamaan model, memasukkan persamaan ke dalam program simulasi, menjalankan simulasi acuan, dan menetapkan persamaan model.
3. Validasi model  
Validasi model bertujuan untuk mengevaluasi keterandalan model sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.
4. Penggunaan model  
Tahapan ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah dirumuskan pada awal pembuatan model sesuai tujuan simulasi tersebut.

Tampilan simulasi STELLA Architect dapat dipublikasikan melalui web, desktop, atau perangkat seluler. Hal ini memudahkan pengguna untuk berbagi simulasi dengan orang lain, terlepas dari lokasi ataupun perangkat mereka. Simulasi ini dibagikan melalui tautan yang dapat diakses melalui *browser website*. Dalam panduan ini, STELLA digunakan untuk pengembangan SIPOS (*Simulation of Indonesian Palm Oil Sustainability*).

---

<sup>1</sup> <https://www.softwareadvice.com/simulation/stella-architect-profile/>

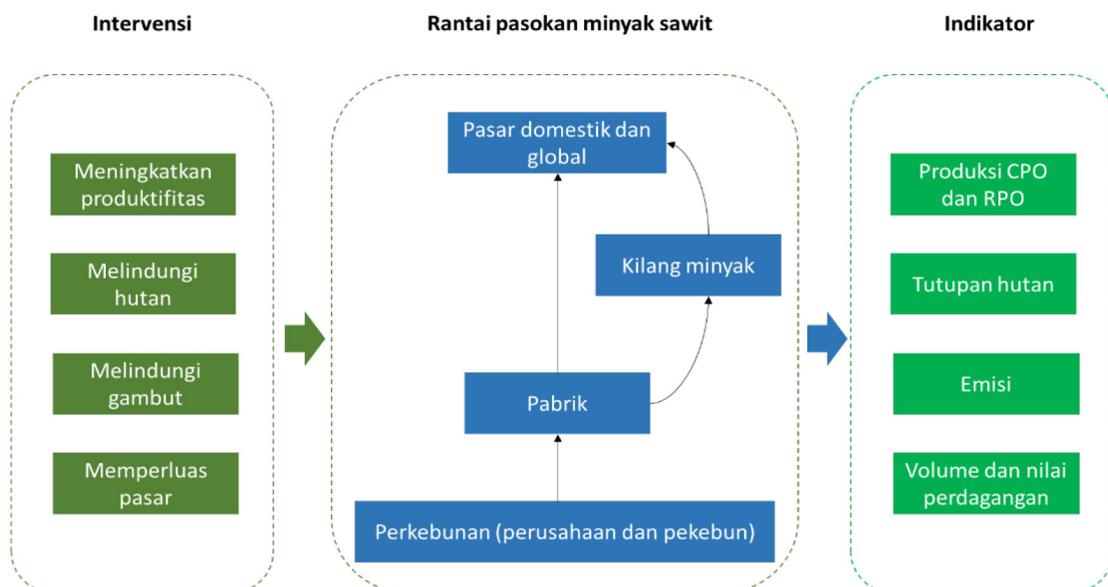
## 2 Kerangka Model Skenario Kebijakan Kelapa Sawit Berkelanjutan Melalui SIPOS

SIPOS (*Simulation of Indonesian Palm Oil Sustainability*) merupakan sebuah model untuk mensimulasikan skenario kebijakan kelapa sawit berkelanjutan dan dampaknya terhadap nilai ekonomi dan ekologi di level nasional. Arsitektur dari SIPOS ini terdiri dari tiga komponen, yaitu: rantai pasok kelapa sawit, pembangunan intervensi atau skenario kebijakan, dan indikator-indikator untuk mengevaluasi keluaran dari masing-masing skenario.

Skenario kebijakan yang dikembangkan melalui intervensi produksi, perlindungan hutan dan gambut, dan perluasan pasar; dimodelkan ke dalam sistem rantai suplai kelapa sawit saat ini. Keluaran dari kebijakan/ intervensi ini kemudian dipantau dampaknya berdasarkan indikator-indikator seperti pengaruhnya terhadap produksi CPO dan RPO, tutupan lahan, emisi dan volume serta nilai perdagangan kelapa sawit.

Skenario dalam model SIPOS terdiri dari BAU (*business as usual*), skenario tanpa gambut dan tanpa deforestasi (*no deforestation and no peat/NDP*), serta skenario NDP dan manfaat tambahan dari intensifikasi, sertifikasi yang disertai dengan harga premium, pajak karbon, dan transfer fiskal berbasis ekologis. Skenario BAU mencakup kegiatan operasional dalam perkebunan kelapa sawit yang biasa dilakukan sesuai dengan standar operasional yang ada. Hasil pemodelan SIPOS pada skenario BAU akan menghasilkan simulasi keluaran berdasarkan praktik dan konteks yang ada saat ini (*existing*). Sementara pada skenario kebijakan, SIPOS memodelkan intervensi kebijakan dengan memproyeksikan masa depan sebagai dampak dari implementasi intervensi untuk mencapai kelapa sawit berkelanjutan.

SIPOS dapat digunakan oleh para pengambil kebijakan untuk memahami sinergi dan *trade-off* antara faktor ekonomi, sosial, dan lingkungan. Model simulasi yang dihasilkan memungkinkan pengguna untuk mengikuti dan memahami proses *input* dan *output* yang dihasilkan dari skenario. Pengguna juga akan mampu mengenali kemungkinan titik intervensi dan siapa saja yang akan terdampak (Purnomo dkk. 2022).



Gambar 1. Model SIPOS rantai suplai kelapa sawit

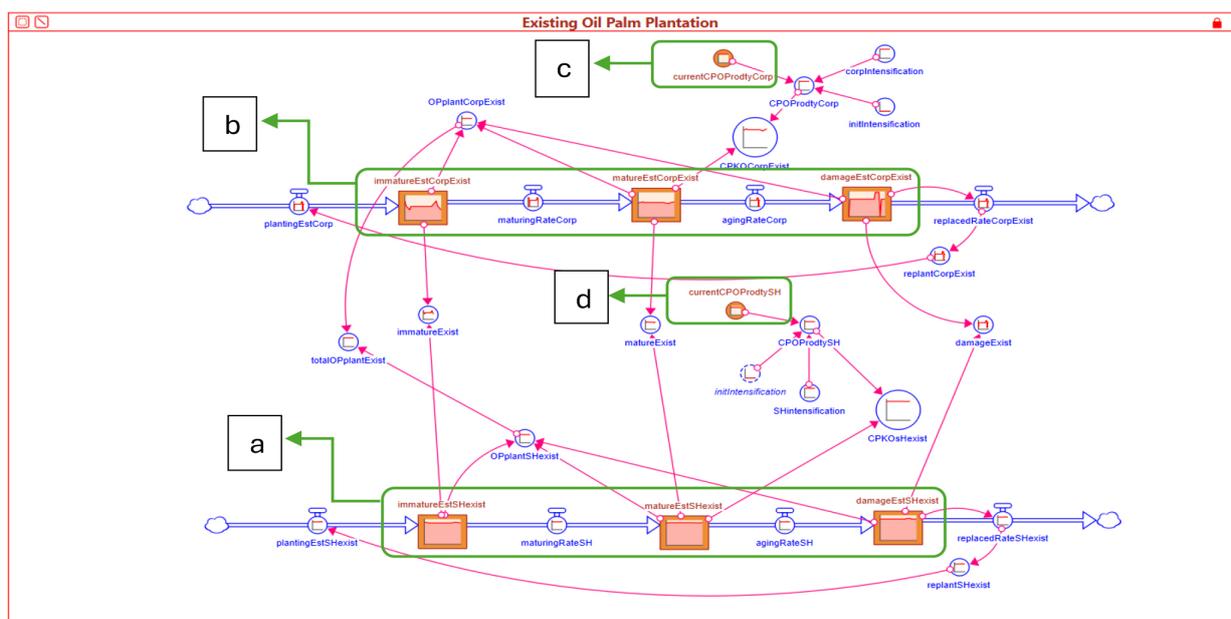
# 3 Formulasi Model Konseptual SIPOS

SIPOS menggunakan data statistik untuk mensimulasikan pertumbuhan perkebunan, produksi minyak kelapa sawit, emisi dari rantai suplai kelapa sawit dan perdagangan di sektor domestik dan global. Kami juga menggunakan data historis tutupan lahan untuk menghasilkan matriks transisi guna memproyeksikan perubahan penggunaan lahan dan emisi di masa depan akibat dari pengembangan kebun kelapa sawit. Berdasarkan modelnya, data-data tersebut dikelompokkan ke dalam masing-masing sektor.

## 3.1 Sektor Areal Perkebunan Sawit Saat Ini

Sektor ini menggambarkan luas areal sawit saat ini sebagai dasar untuk mensimulasikan pertumbuhan areal perkebunan sawit di masa mendatang. Data yang digunakan dalam sektor ini bersumber dari Statistik Kelapa Sawit, Kementerian Pertanian pada tahun 2022. Berikut tampilan fungsi grafis pada sektor ini:

- a. **Stock** menggambarkan kuantitas utama yang harus diakumulasikan. Nilainya dapat bertambah atau berkurang seiring waktu. Pada bagian (a), pengguna perlu memasukkan data luasan areal perkebunan sawit *smallholders* berdasarkan kategori tanaman: belum menghasilkan/*immature*, tanaman menghasilkan/*mature*, dan rusak/*damage*. Data luasan tersebut merupakan luas di tahun sekarang dengan satuan luas dalam hektar.
- b. **Stock** pada bagian ini sama seperti sebelumnya tetapi sumber datanya berupa luas perkebunan kelapa sawit pada perusahaan besar negara dan perusahaan besar swasta. Pengguna perlu memasukkan data luasan areal perkebunan sawit perusahaan berdasarkan kategori tanaman: belum menghasilkan/*immature*, tanaman menghasilkan/*mature*, dan rusak/*damage*. Data luasan tersebut merupakan luas di tahun 0 simulasi dengan satuan luas dalam hektar.



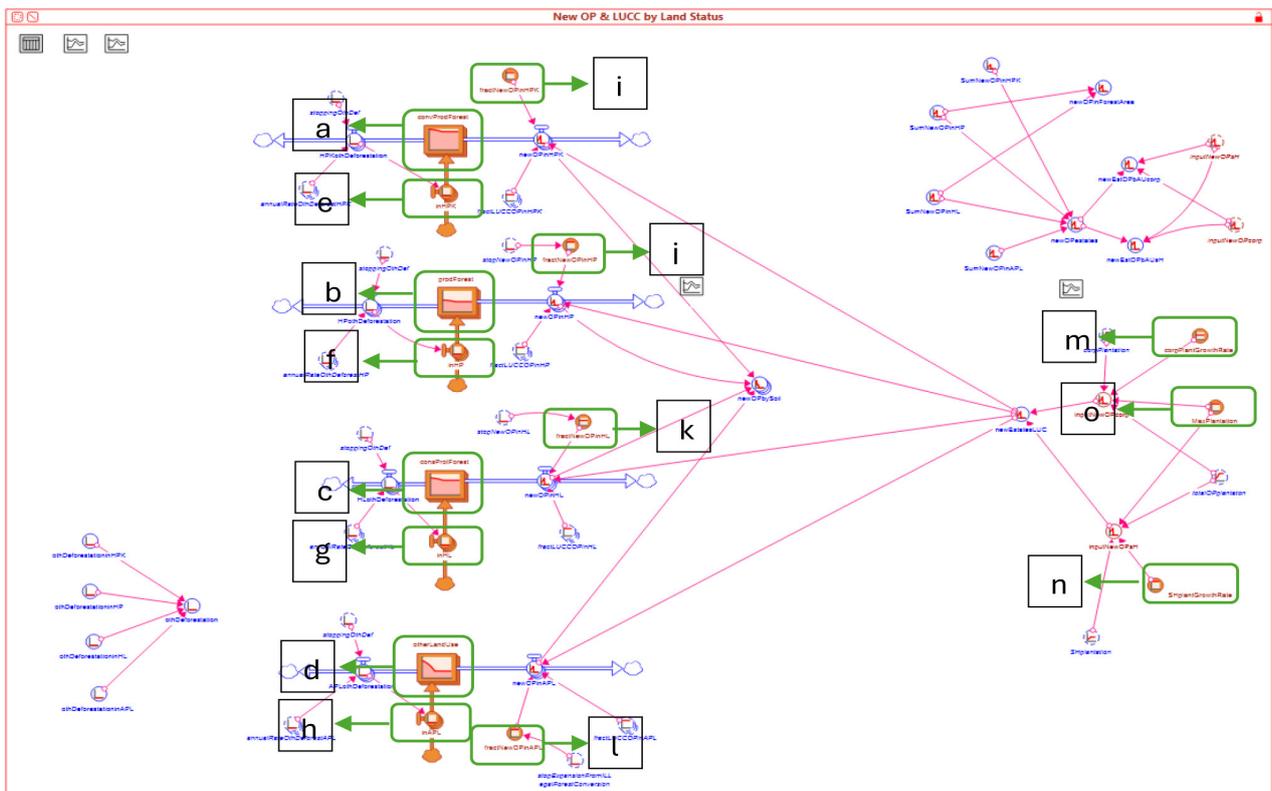
Gambar 2. Tampilan model sektor luas perkebunan sawit saat ini berdasarkan kategori tanaman

- c. **Converter** merupakan variabel tambahan dengan besaran yang konstan dalam model. Nilai yang ada di dalam lingkaran ini merupakan data produktivitas *crude palm oil* (CPO) dan *palm kernel oil* (PKO) pada perusahaan besar negara dan perusahaan besar swasta. Data produktivitas merupakan data di tahun sekarang dengan satuan ton CPO/hektar/tahun.
- d. **Converter** pada bagian ini sama seperti sebelumnya tetapi sumber datanya berupa produktivitas CPO dan PKO pada perkebunan rakyat. Data produktivitas merupakan data di tahun sekarang dengan satuan ton CPO/hektar/tahun.

### 3.2 Sektor Perkebunan Sawit Baru serta Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan Berdasarkan Status Lahan

Sektor ini menggambarkan perubahan tutupan dan penggunaan lahan termasuk pertambahan perkebunan sawit baru dalam periode waktu tertentu. Pengguna dapat menggunakan data tutupan lahan historis untuk memproyeksikan perubahan penggunaan lahan. Data spasial yang digunakan dalam model ini bersumber dari Mapbiomas tahun 2000 hingga tahun 2022. Berikut tampilan fungsi grafis pada sektor ini:

- a-d) **Stock** pada sektor ini merupakan data luasan tutupan lahan di masing-masing kawasan: a) hutan produksi konversi, b) hutan produksi, c) hutan lindung dan konservasi, d) area penggunaan lain (APL). Tutupan lahan juga dikategorikan berdasarkan tutupan lahan yang berada di lahan gambut dan tanah mineral dalam satuan hektar.
- e-h) **Flow** merepresentasikan tindakan atau aktivitas yang menyebabkan nilai pada *stock* meningkat atau menurun dalam periode waktu tertentu. Nilai yang terdapat dalam *flow* merupakan perbandingan antara luas suatu tutupan lahan tertentu dengan luas seluruh tutupan lahan yang ada di masing-masing kawasan: e) hutan produksi konversi, f) hutan produksi, g) hutan lindung dan konservasi, h) area penggunaan lain (APL).



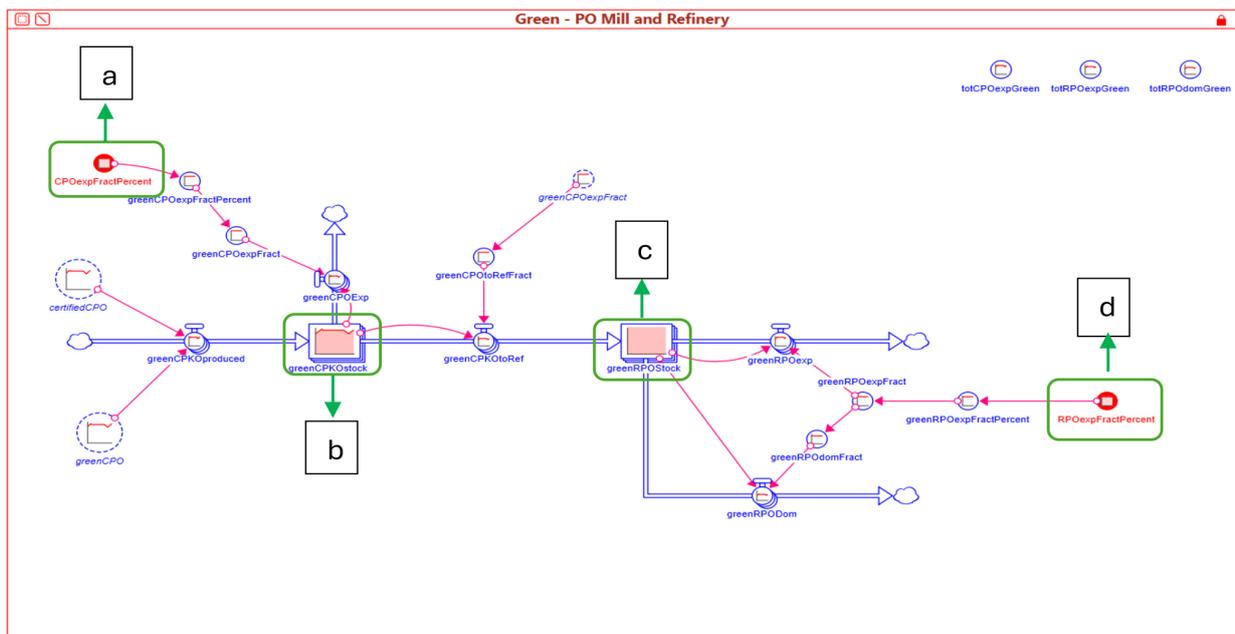
Gambar 3. Sektor perkebunan sawit baru serta perubahan tutupan dan penggunaan lahan berdasarkan status lahan

- i-l) **Converter** digunakan untuk mewakili “logika” tambahan yang penting bagi model. Nilai pada *converter* ini merupakan perbandingan antara luas perkebunan sawit baru di kawasan: i) hutan produksi konversi, j) hutan produksi, k) hutan lindung dan konservasi, l) area penggunaan lain (APL); dengan luas perkebunan sawit baru di seluruh kawasan.
- m-n) **Converter** ini merupakan tingkat pertumbuhan perkebunan sawit pada: m) perusahaan besar negara dan swasta; dan n) *smallholders*. Angka tingkat pertumbuhan ini merupakan hasil perhitungan dari luas perkebunan sawit pada waktu awal ( $t_0$ ) dengan luas perkebunan sawit pada waktu akhir ( $t_1$ ) di suatu wilayah tertentu. Data luasan dapat menggunakan data statistik perkebunan pada periode waktu tertentu.
- o) **Converter** ini merupakan luas lahan maksimal perkebunan sawit yang diperbolehkan di suatu wilayah tertentu. Luasan lahan ini merupakan angka estimasi dengan asumsi proporsi maksimal perkebunan sawit di Indonesia adalah 40 juta hektar.

### 3.3 Sektor Pabrik dan Pengolahan Minyak Mentah

Sektor ini digunakan untuk membuat simulasi perdagangan minyak sawit dan turunannya. Pada model ini dikembangkan dua sektor, yaitu sektor *green* dan sektor *red*. Sektor *green* digunakan untuk menggambarkan perdagangan sawit legal dan sektor *red* menggambarkan perdagangan sawit ilegal. Data yang digunakan dalam sektor ini adalah nilai produksi sawit dan produk turunannya yang bersumber dari data statistik perkebunan dalam satuan ton. Selain itu, data ekspor minyak sawit dan turunannya yang bersumber dari rantai pasokan TRASE<sup>2</sup> dalam satuan ton. Berikut tampilan fungsi grafis pada sektor ini:

- a. **Converter** ini merupakan perbandingan antara CPO yang diekspor dengan seluruh produk sawit (CPO dan RPO) yang diperdagangkan di pasar luar negeri maupun dalam negeri dalam satuan ton. Data volume perdagangan produk sawit ini bersumber dari TRASE.
- b. **Stock** pada sektor ini merupakan nilai produksi CPKO dalam satuan ton, baik yang sudah tersertifikasi maupun belum tersertifikasi. Dikarenakan terbatasnya ketersediaan data, model ini menggunakan asumsi bahwa produk CPKO yang sudah tersertifikasi sebanyak 10%.



Gambar 4. Sektor pabrik dan pengolahan minyak dari sawit legal (*green*)

2 <https://supplychains.trase.earth/data>

- c. Stock* pada sektor ini merupakan nilai produksi *Red Palm Oil* (RPO) dalam satuan ton, baik yang sudah tersertifikasi maupun belum tersertifikasi. Dikarenakan terbatasnya ketersediaan data, model ini menggunakan asumsi bahwa produk RPO yang sudah tersertifikasi sebanyak 10%.
- d. Converter* ini merupakan perbandingan antara RPO yang diekspor dengan seluruh produk sawit (CPO dan RPO) yang diperdagangkan di pasar luar negeri serta dalam negeri dalam satuan ton. Data volume perdagangan produk sawit ini bersumber dari TRASE.

## 4 Tutorial Penggunaan Simulasi SIPOS

Model yang dikembangkan untuk skenario sawit berkelanjutan yang sudah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya dapat dibagikan secara daring kepada pengguna lainnya. Pengguna dapat mengoperasikannya dengan memilih menu-menu yang ada pada simulasi tersebut.

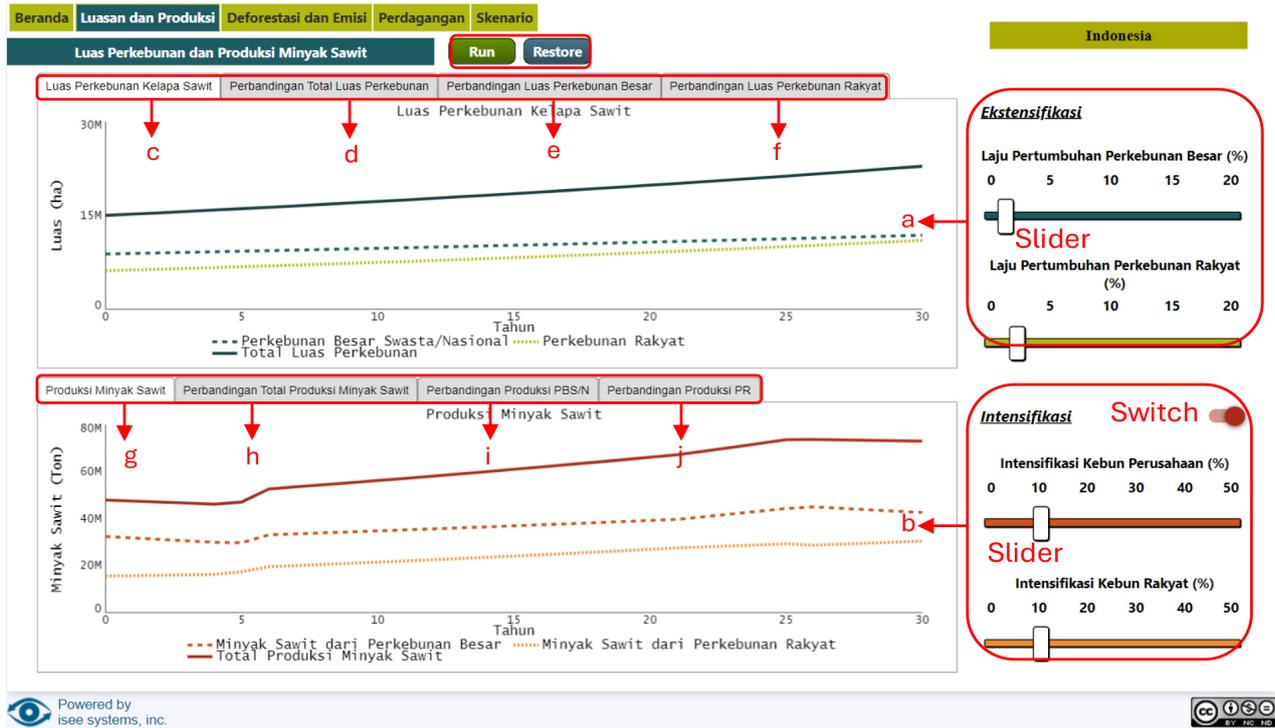
### 4.1 Beranda/Halaman Muka

Silakan klik atau *copy* tautan berikut pada web pencarian anda, sehingga muncul *landing page* seperti Gambar 5 <https://exchange.iseesystems.com/public/cifor-vfi/sipos-id>

- Fitur menu pada bagian atas untuk menampilkan halaman beranda, halaman indikator-indikator keluaran dari kebijakan/intervensi (luasan dan produksi; deforestasi dan emisi; dan perdagangan), serta halaman skenario.
- Judul atau nama simulasi.



Gambar 5. *Landing page* pada simulasi SIPOS



Gambar 6. Halaman Luas dan Produksi pada simulasi SIPOS

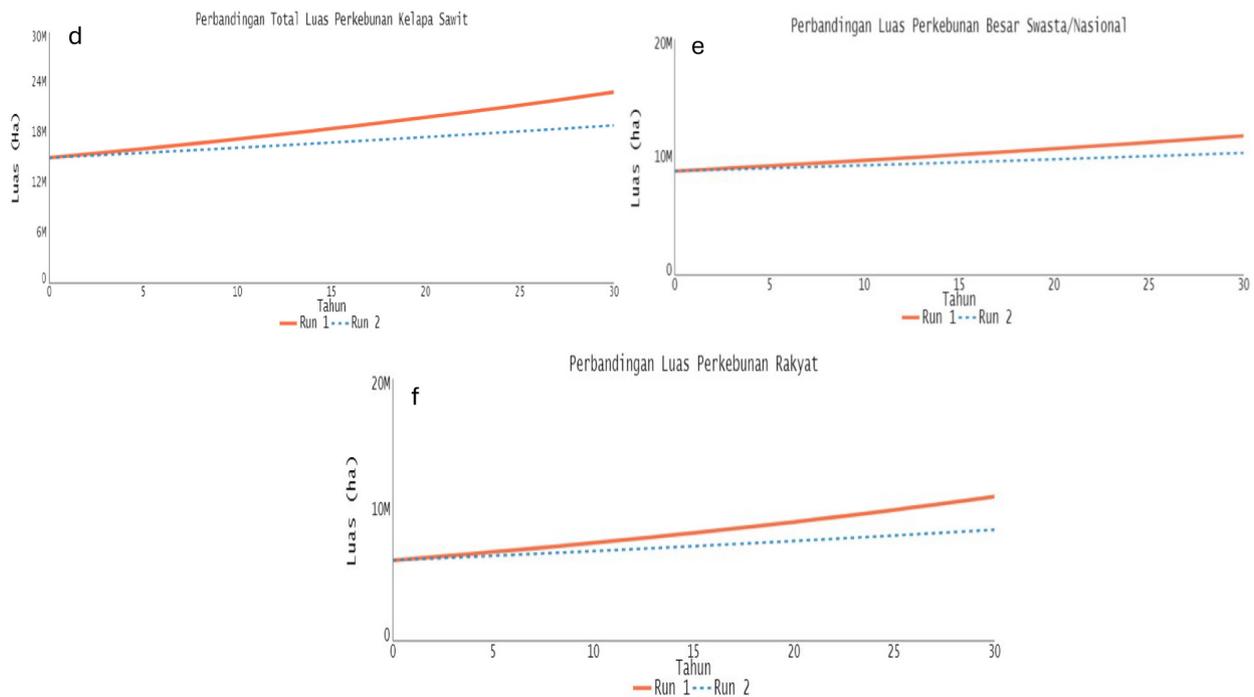
## 4.2 Halaman Luas dan Produksi

1. Klik menu “Luas dan Produksi”.
2. Klik tombol *Run* sehingga muncul hasil simulasi seperti pada Gambar 6. Tombol *Run* berfungsi untuk menjalankan skenario sehingga dapat dihasilkan simulasi Luas dan Produksi selama 30 tahun ke depan. Tombol *Run* ini dapat di “klik” berkali-kali sebanyak skenario kebijakan yang dipilih oleh pengguna. Selain itu, terdapat tombol *Restore* yang berfungsi untuk mengembalikan simulasi ke setelan awal.
3. Skenario kebijakan yang ada pada halaman/*interface* ini terdiri dari:
  - a. Ekstensifikasi
 

Pengguna dapat menentukan laju pertumbuhan area perkebunan sawit pada perkebunan rakyat dan perkebunan perusahaan besar negara dan swasta. Angka yang ditunjukkan pada *slider* merupakan data laju pertumbuhan perkebunan sawit di Indonesia pada tahun saat ini ( $t_0$ ). Nilai laju pertumbuhan dapat dimodifikasi dengan cara klik dan tahan kursor pada *slider* untuk menentukan laju pertumbuhan perkebunan besar (*slider* atas) dan laju pertumbuhan perkebunan rakyat (*slider* bawah).
  - b. Intensifikasi
 

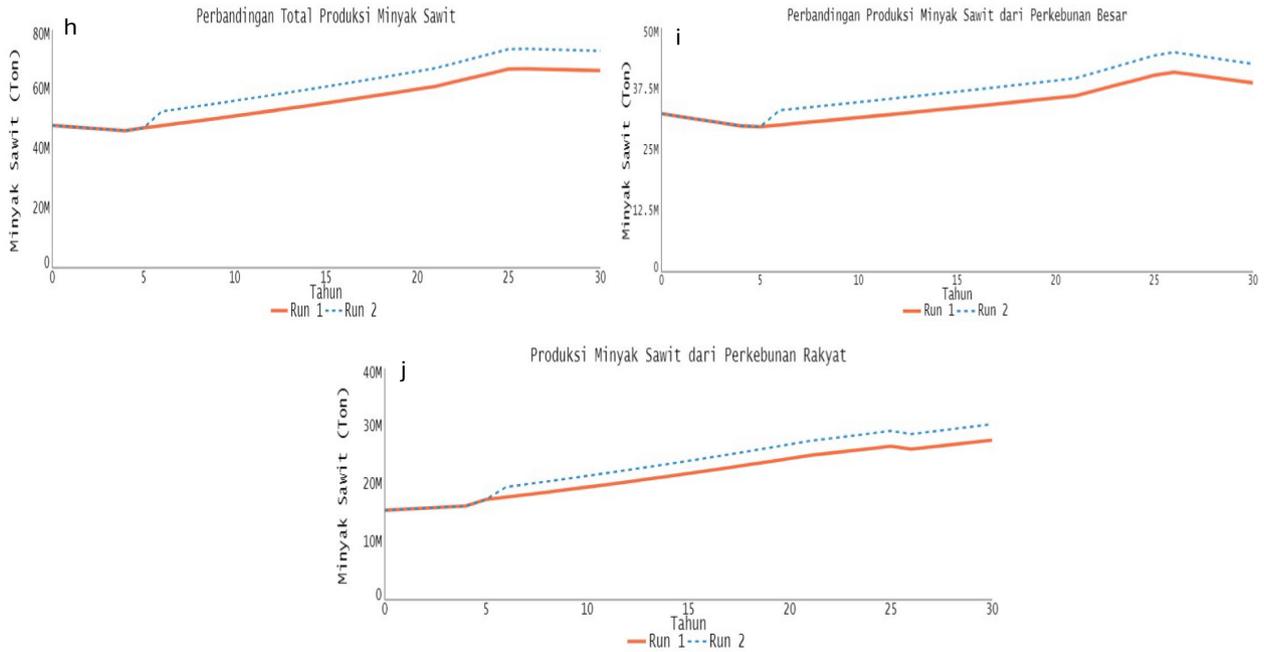
Pengguna dapat menentukan laju intensifikasi pada perkebunan rakyat dan perkebunan perusahaan besar negara dan swasta. Angka yang ditunjukkan pada *slider* merupakan nilai asumsi yang menggambarkan praktik intensifikasi di Indonesia pada saat ini ( $t_0$ ) sebesar 10%. Upaya intensifikasi dapat diwujudkan dengan praktik perkebunan yang baik (*good agricultural practice*/GAP) dan peremajaan kebun yang kurang produktif.

    - Klik tombol “*switch*” untuk mengaktifkan intervensi intensifikasi.
    - Klik dan tahan kursor pada *slider* untuk tingkat intensifikasi pada perkebunan besar (*slider* atas) dan laju pertumbuhan perkebunan rakyat (*slider* bawah).



**Gambar 7.** Hasil simulasi pada luas perkebunan sawit

4. Hasil simulasi akan ditampilkan dalam dua kategori, yaitu simulasi luas perkebunan dan simulasi produksi minyak sawit, dengan rincian sebagai berikut:
  - c. **Luas perkebunan kelapa sawit** menunjukkan perbandingan antara luas areal sawit di perusahaan besar, perkebunan rakyat, dan total areal sawit selama 30 tahun ke depan (Gambar 6).
  - d. **Perbandingan total luas perkebunan** menunjukkan perbandingan antara luas total perkebunan sawit sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 7).
  - e. **Perbandingan luas perkebunan besar** menunjukkan perbandingan antara luas perkebunan besar swasta/nasional sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 7).
  - f. **Perbandingan luas perkebunan rakyat** menunjukkan perbandingan antara luas perkebunan rakyat sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 7).
  - g. **Produksi minyak sawit** menunjukkan perbandingan antara produksi minyak sawit di perusahaan besar, perkebunan rakyat, dan total areal sawit selama 30 tahun ke depan (Gambar 6).
  - h. **Perbandingan total produksi minyak sawit** menunjukkan perbandingan antara total produksi minyak sawit sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 6).
  - i. **Perbandingan produksi minyak sawit dari perkebunan besar** menunjukkan perbandingan antara produksi minyak sawit dari perkebunan besar swasta/nasional sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 8).
  - j. **Perbandingan produksi minyak sawit dari perkebunan rakyat** menunjukkan perbandingan antara produksi minyak sawit dari perkebunan rakyat sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 8).



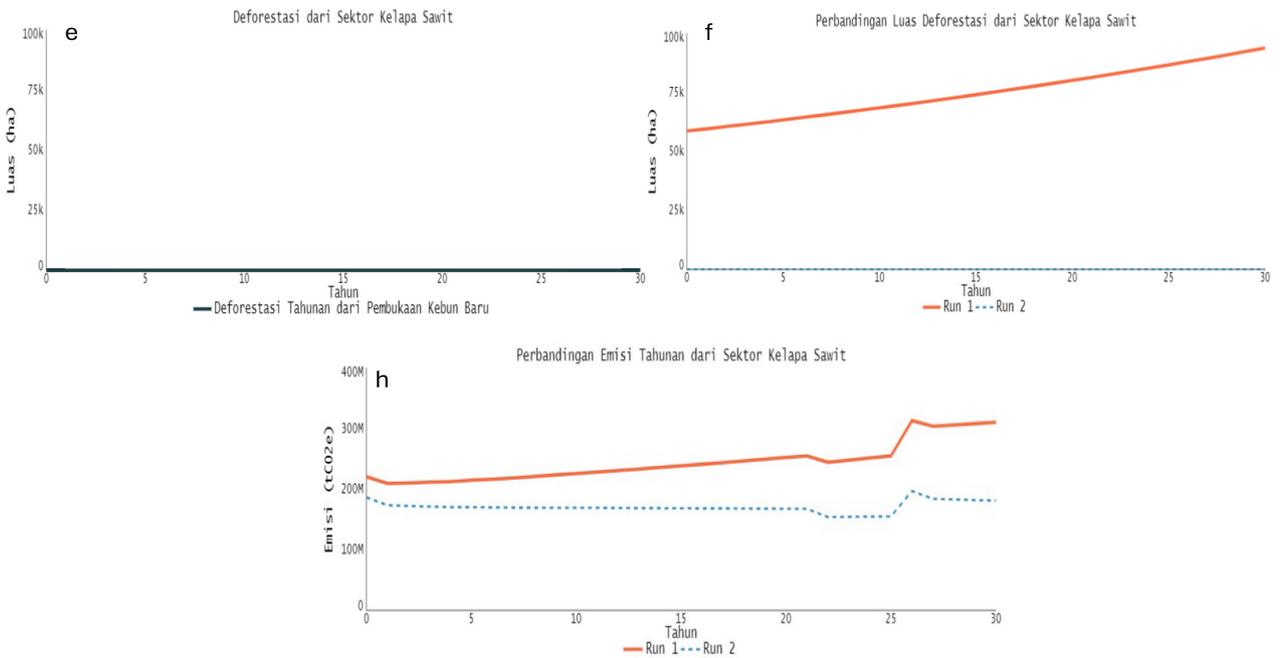
Gambar 8. Hasil simulasi pada produksi minyak sawit

### 4.3 Halaman Deforestasi dan Emisi

1. Klik menu “Deforestasi dan Emisi”.
2. Klik tombol *Run* sehingga muncul hasil simulasi seperti pada Gambar 9. Tombol *Run* berfungsi untuk menjalankan skenario sehingga dapat dihasilkan simulasi Luasan dan Produksi selama 30 tahun ke depan.
3. Skenario kebijakan yang ada pada halaman/*interface* ini terdiri dari:
  - a. *Stop* perkebunan baru di kawasan hutan (konversi hutan ilegal). Klik tombol “*switch*” untuk mengaktifkan intervensi ini.
  - b. *Stop* perkebunan baru di APL (konversi legal karena regulasi menyatakan bahwa perkebunan sawit dapat dibangun di area APL). Klik tombol “*switch*” untuk mengaktifkan intervensi ini. Kemudian, klik dan tahan kursor pada *slider* untuk menentukan berapa persen perkebunan sawit dapat dihentikan di APL.
  - c. *Stop* perkebunan baru di lahan gambut. Klik tombol “*switch*” untuk mengaktifkan intervensi ini.
4. Hasil simulasi akan ditampilkan dalam dua kategori, yaitu simulasi tutupan hutan dan emisi, dengan rincian sebagai berikut:
  - d. **Tutupan hutan** menunjukkan simulasi luas tutupan hutan selama 30 tahun ke depan (Gambar 9).
  - e. **Deforestasi dari sektor kelapa sawit** menunjukkan luasan deforestasi yang terjadi selama 30 tahun ke depan. Pada simulasi ini, luas deforestasinya nol karena seluruh pembangunan perkebunan baru dihentikan, artinya tidak ada penanaman perkebunan sawit baru (Gambar 10).
  - f. **Perbandingan deforestasi dari sektor kelapa sawit** menunjukkan perbandingan antara luas deforestasi sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 10).
  - g. **Emisi dari sektor kelapa sawit** menunjukkan perbandingan emisi yang dihasilkan dari sektor sawit selama 30 tahun ke depan. Sumber emisi tersebut terdiri dari emisi perubahan tutupan lahan, emisi dari oksidasi gambut, emisi dari pabrik kelapa sawit, dan emisi dari kilang minyak (Gambar 9).
  - h. **Perbandingan emisi dari sektor kelapa sawit** menunjukkan perbandingan antara emisi dari sektor sawit sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 10).



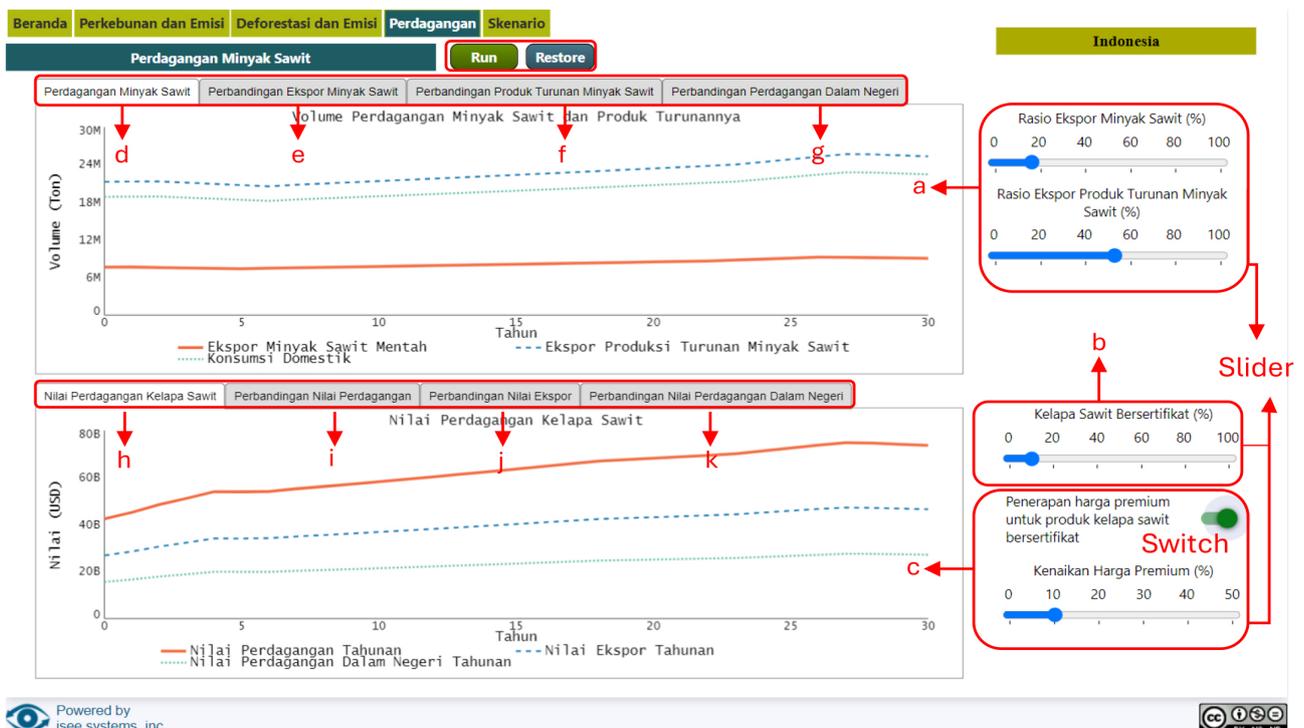
Gambar 9. Halaman Deforestasi dan Emisi pada simulasi SIPOS



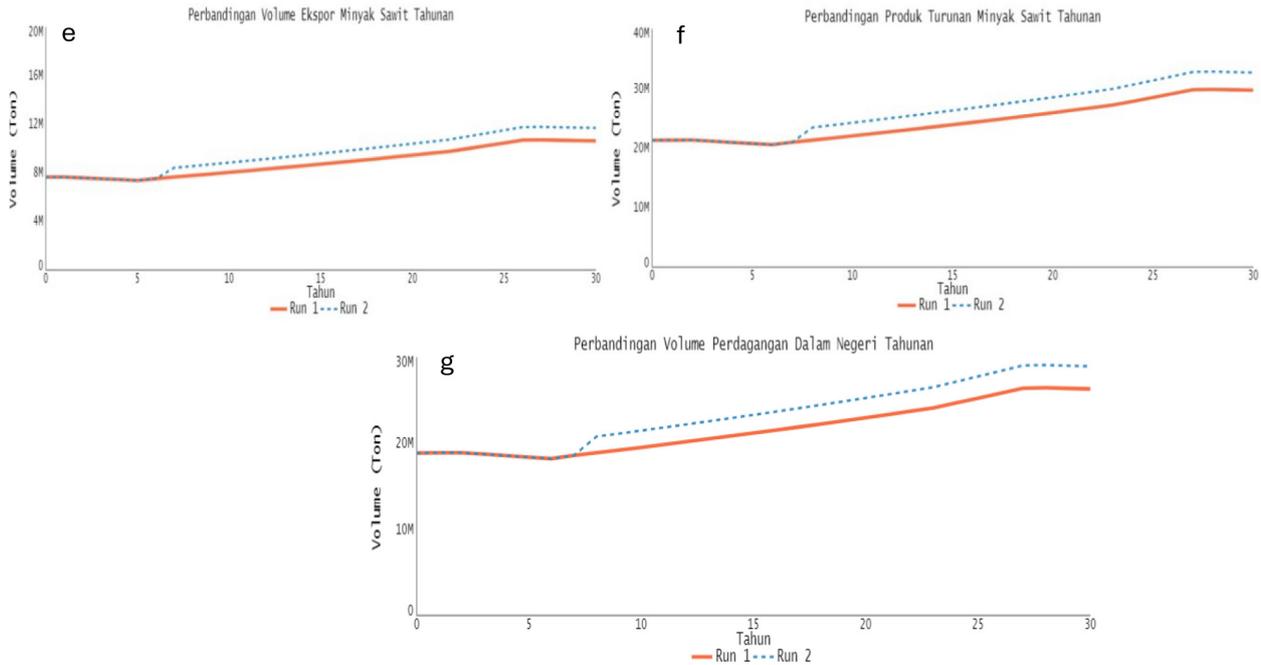
Gambar 10. Hasil simulasi pada tutupan hutan dan emisi

#### 4.4 Halaman Perdagangan

1. Klik menu “Perdagangan”.
2. Klik tombol *Run* sehingga muncul hasil simulasi seperti pada Gambar 11. Tombol *Run* berfungsi untuk menjalankan skenario sehingga dapat dihasilkan simulasi Perdagangan selama 30 tahun ke depan.
3. Skenario kebijakan yang ada pada halaman/*interface* ini terdiri dari:
  - a. Rasio ekspor minyak sawit dan produk turunannya. Angka yang muncul di *slider* merupakan data ekspor minyak sawit dan produk turunannya di Indonesia pada tahun saat ini ( $t_0$ ). Untuk memodifikasinya, klik dan tahan kursor pada *slider* untuk menentukan besarnya rasio ekspor minyak sawit (*slider* atas) dan rasio ekspor produk turunan minyak sawit (*slider* bawah).
  - b. Rasio kelapa sawit bersertifikat. Angka yang ditunjukkan pada *slider* merupakan angka asumsi yang menunjukkan bahwa 10% minyak sawit di Indonesia telah tersertifikasi. Untuk memodifikasinya, klik dan tahan kursor pada *slider* untuk menentukan persentase minyak sawit bersertifikat di Indonesia.
  - c. Kenaikan harga premium untuk produk kelapa sawit yang bersertifikat. Angka yang ditunjukkan pada *slider* merupakan angka asumsi yang menunjukkan bahwa produsen berhak menerima harga premium sebesar 10% lebih tinggi dari harga sawit yang tidak bersertifikat. Untuk mengaktifkan intervensi kenaikan harga premium, klik tombol “*switch*”. Selanjutnya, klik dan tahan kursor pada *slider* untuk menentukan persentase harga premium bagi sawit yang bersertifikat (sebelah kanan).
4. Hasil simulasi akan ditampilkan dalam dua kategori, yaitu perdagangan minyak sawit dan nilai perdagangan kelapa sawit, dengan rincian sebagai berikut:
  - d. **Perdagangan minyak sawit** menunjukkan perbandingan antara ekspor minyak sawit mentah, ekspor produk turunan minyak sawit, dan konsumsi domestik selama 30 tahun ke depan (Gambar 11).

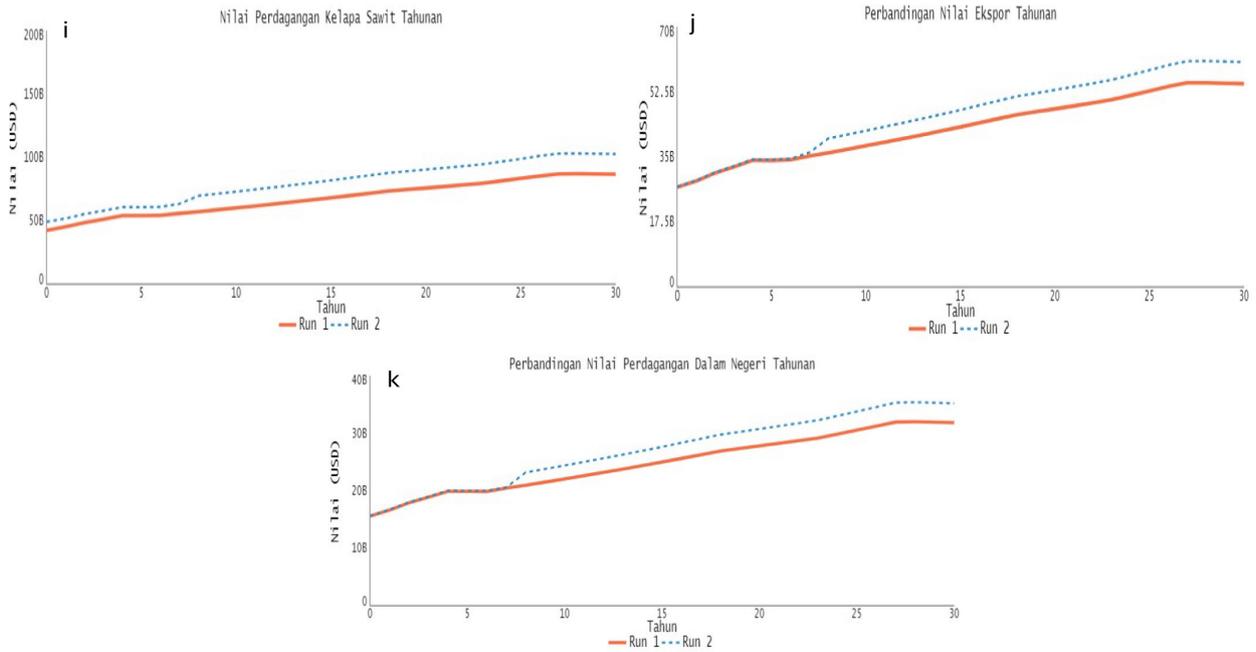


Gambar 11. Halaman Perdagangan pada simulasi SIPOS



**Gambar 12.** Hasil simulasi pada perdagangan minyak sawit

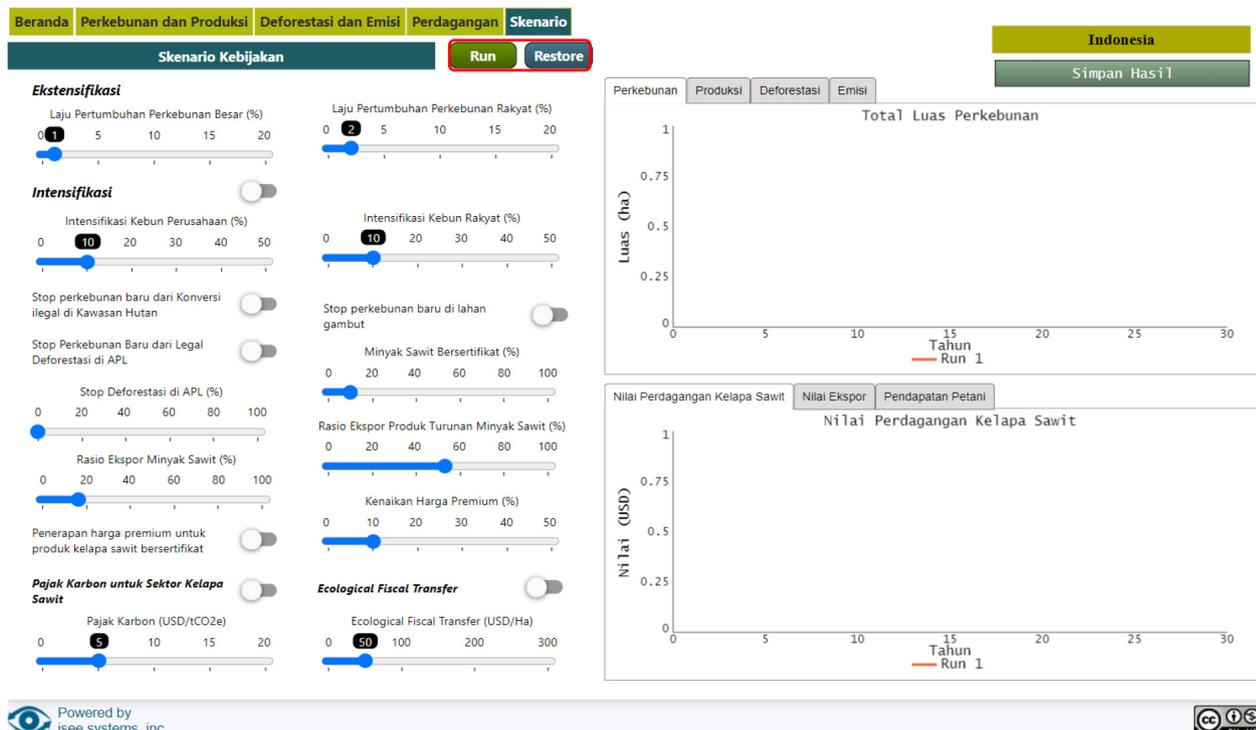
- e. **Perbandingan ekspor minyak sawit** menunjukkan perbandingan antara volume ekspor minyak sawit tahunan sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 12).
- f. **Perbandingan ekspor produk turunan minyak sawit** menunjukkan perbandingan antara volume ekspor produk turunan minyak sawit tahunan sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 12).
- g. **Perbandingan perdagangan dalam negeri** menunjukkan perbandingan antara volume perdagangan dalam negeri tahunan sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 12).
- h. **Nilai perdagangan kelapa sawit** menunjukkan perbandingan antara nilai perdagangan tahunan, nilai ekspor tahunan, dan nilai perdagangan dalam negeri tahunan selama 30 tahun ke depan (Gambar 11).
- i. **Nilai perdagangan kelapa sawit tahunan** menunjukkan perbandingan antara nilai perdagangan kelapa sawit tahunan sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 13).
- j. **Perbandingan nilai ekspor tahunan** menunjukkan perbandingan antara nilai ekspor tahunan sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 13).
- k. **Perbandingan nilai perdagangan dalam negeri tahunan** menunjukkan perbandingan nilai perdagangan dalam negeri sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan (Gambar 13).



Gambar 13. Hasil simulasi pada nilai perdagangan kelapa sawit

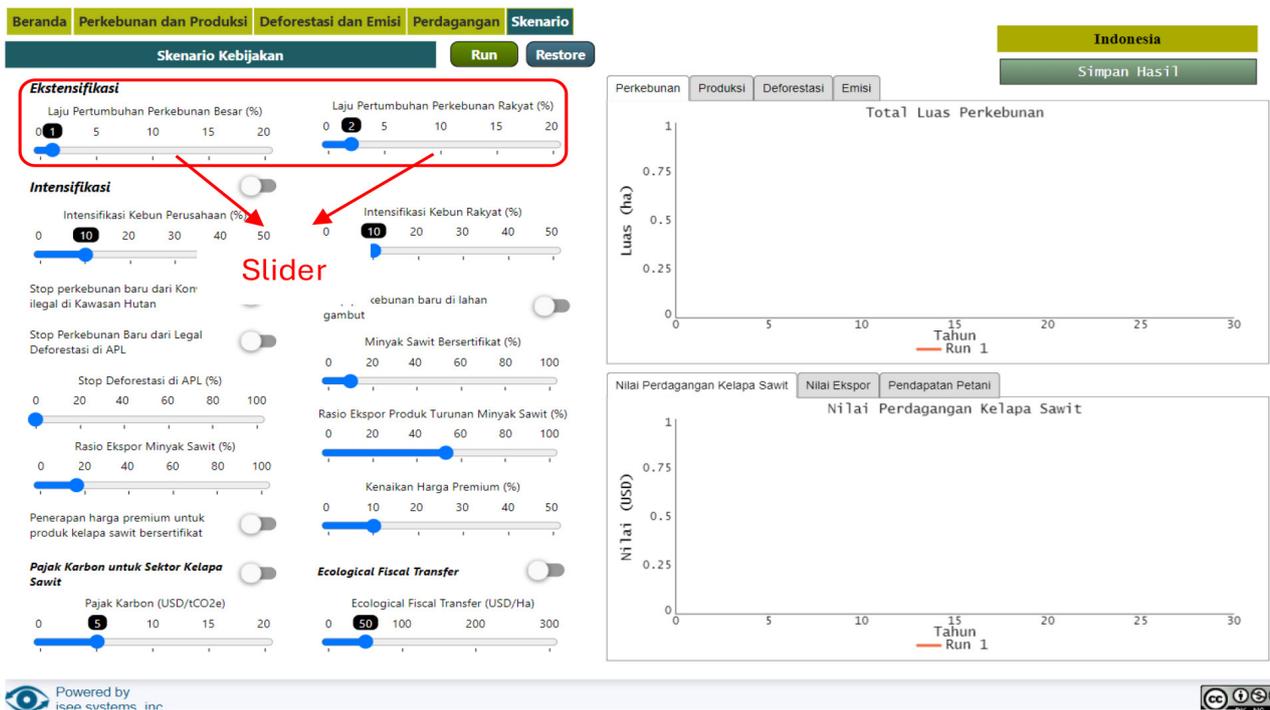
### 4.5 Halaman Skenario

1. Klik menu “Skenario” maka akan muncul tampilan seperti pada Gambar 14. Pada halaman ini informasi yang ditampilkan dibagi dalam dua kategori, yaitu skenario kebijakan dan hasil simulasi. Berbeda dengan halaman sebelumnya yang hanya fokus membahas satu per satu keluaran dari skenario kebijakan yang diimplementasikan, halaman skenario ini memungkinkan pengguna untuk mengaktifkan dan memodifikasi beberapa skenario kebijakan sekaligus serta melihat setiap keluarannya di halaman yang sama.

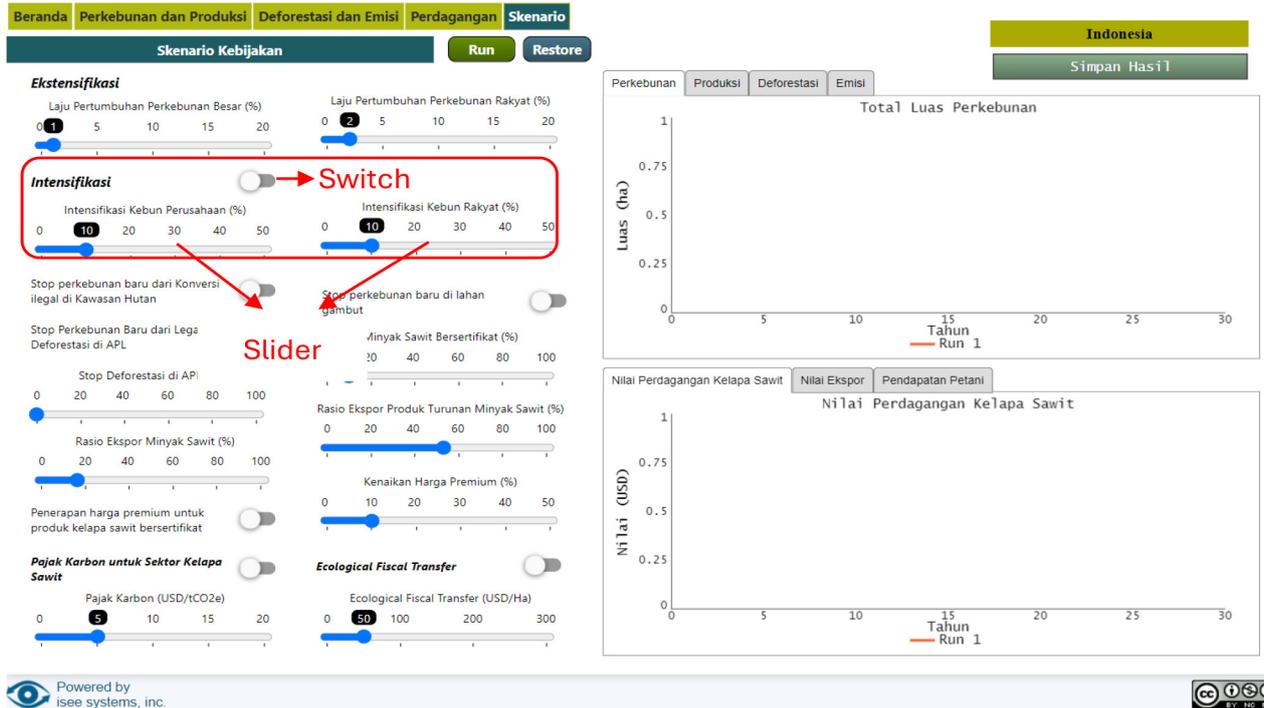


Gambar 14. Halaman Skenario pada simulasi SIPOS

2. Sama seperti instruksi sebelumnya, klik tombol “run” untuk menjalankan simulasi dan klik tombol “restore” untuk mengembalikan simulasi ke setelan awal.
3. Fitur-fitur yang tersedia di **halaman skenario** sama seperti halaman sebelumnya, yaitu:
  - a. Fitur 1: Skenario kebijakan ekstensifikasi (Gambar 15)
    - Pengguna dapat menentukan laju pertumbuhan area perkebunan sawit pada perkebunan rakyat dan perkebunan perusahaan besar negara dan swasta. Angka yang ditunjukkan pada *slider* merupakan data laju pertumbuhan perkebunan sawit di Indonesia pada tahun saat ini ( $t_0$ ).
    - Klik dan tahan kursor pada *slider* untuk menentukan laju pertumbuhan perkebunan besar (*slider* sebelah kiri) dan laju pertumbuhan perkebunan rakyat (*slider* sebelah kanan).



Gambar 15. Fitur skenario ekstensifikasi



Gambar 16. Fitur skenario intensifikasi

b. Fitur 2: Skenario kebijakan intensifikasi (Gambar 16)

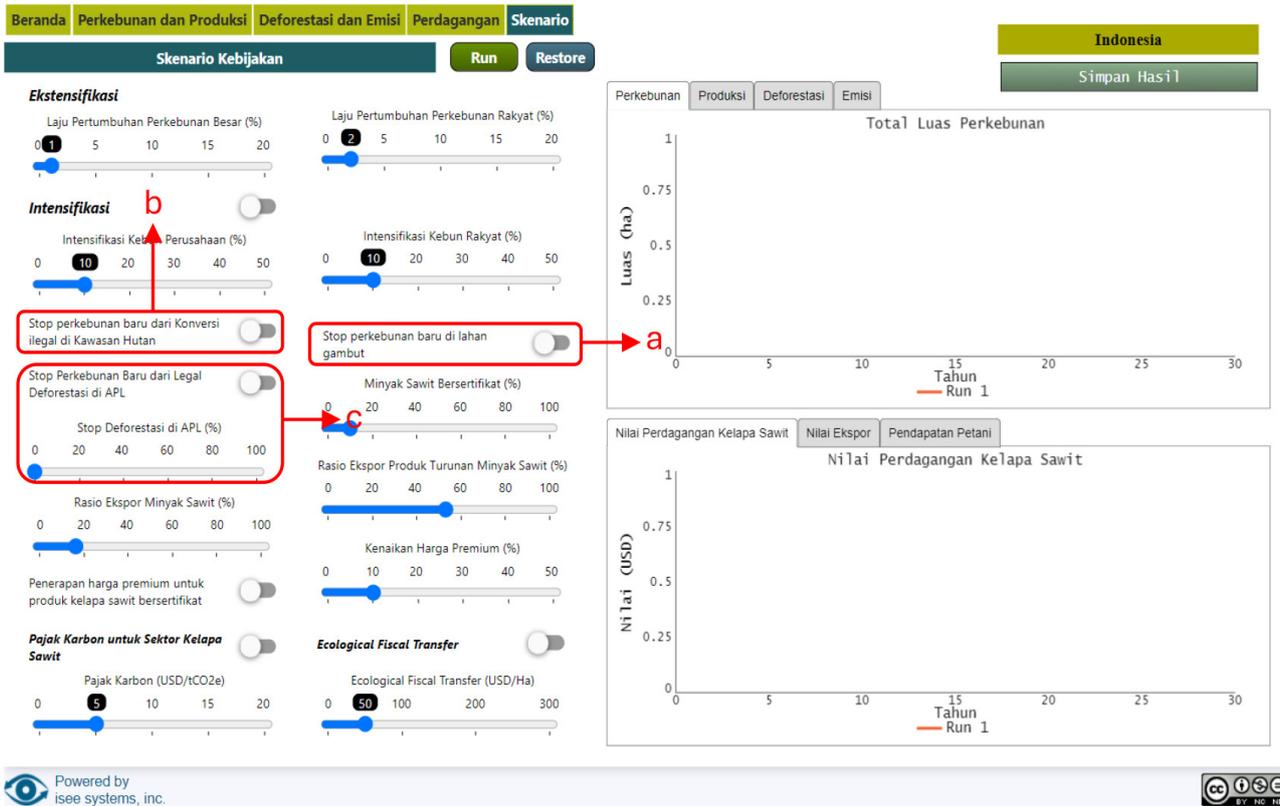
- Pengguna dapat menentukan laju intensifikasi pada perkebunan rakyat dan perkebunan perusahaan besar negara dan swasta. Angka yang ditunjukkan pada *slider* merupakan nilai asumsi yang menggambarkan praktik intensifikasi di Indonesia pada saat ini ( $t_0$ ) sebesar 10%. Upaya intensifikasi dapat diwujudkan lewat praktik perkebunan yang baik (GAP) dan peremajaan kebun yang kurang produktif.
- Klik tombol “*switch*” untuk mengaktifkan intervensi intensifikasi.
- Klik dan tahan kursor pada *slider* untuk tingkat intensifikasi pada perkebunan besar (*slider* sebelah kiri) dan laju pertumbuhan perkebunan rakyat (*slider* sebelah kanan).

c. Fitur 3: Skenario *no deforestation* dan *no peatland (NDP)* (Gambar 17)

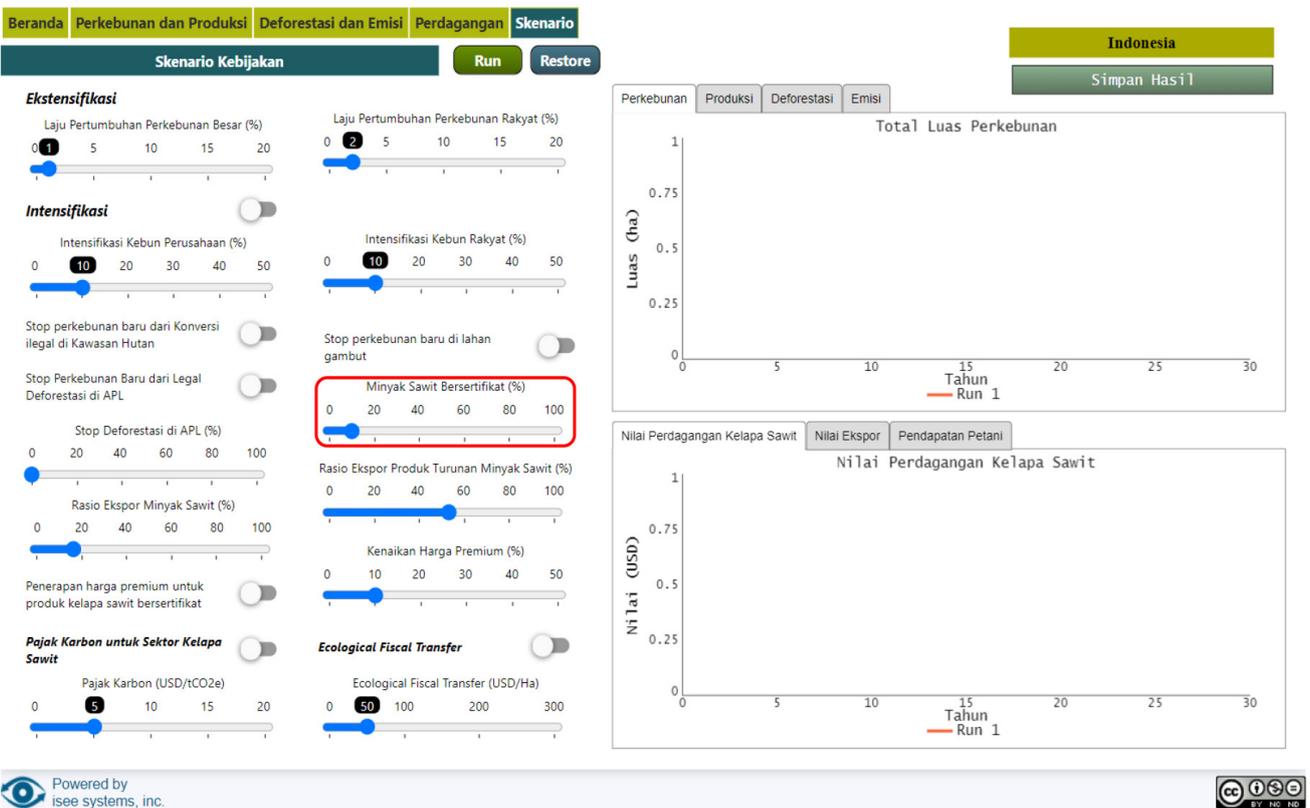
- Pengguna dapat menggunakan fitur ini untuk menghentikan pembangunan perkebunan sawit di dalam kawasan, APL, ataupun gambut. Cara untuk mengaktifkan masing-masing intervensi pada skenario ini antara lain:
- Klik tombol “*switch*” untuk mengaktifkan *stop* perkebunan baru di kawasan hutan (konversi hutan ilegal).
- Klik tombol “*switch*” untuk mengaktifkan *stop* perkebunan baru di lahan gambut.
- Klik tombol “*switch*” untuk mengaktifkan *stop* perkebunan baru di APL (konversi legal karena regulasi menyatakan bahwa perkebunan sawit dapat dibangun di area APL). Berbeda dengan dua menu sebelumnya, pada menu ini tersedia *slider* untuk memilih berapa persen perkebunan sawit dapat dihentikan di APL. Selanjutnya, klik dan tahan kursor pada *slider* untuk menentukan *stop* deforestasi di APL.

d. Fitur 4: Skenario minyak sawit bersertifikat (Gambar 18)

- Pengguna dapat menentukan berapa persen minyak sawit di Indonesia yang harus tersertifikasi. Angka yang ditunjukkan pada *slider* merupakan angka asumsi yang menunjukkan bahwa 10% minyak sawit di Indonesia telah tersertifikasi.
- Klik dan tahan kursor pada *slider* untuk menentukan persentase minyak sawit bersertifikat di Indonesia.



Gambar 17. Fitur skenario NDP



Gambar 18. Fitur skenario minyak sawit bersertifikat



Gambar 19. Fitur skenario rasio ekspor minyak sawit dan produk turunannya

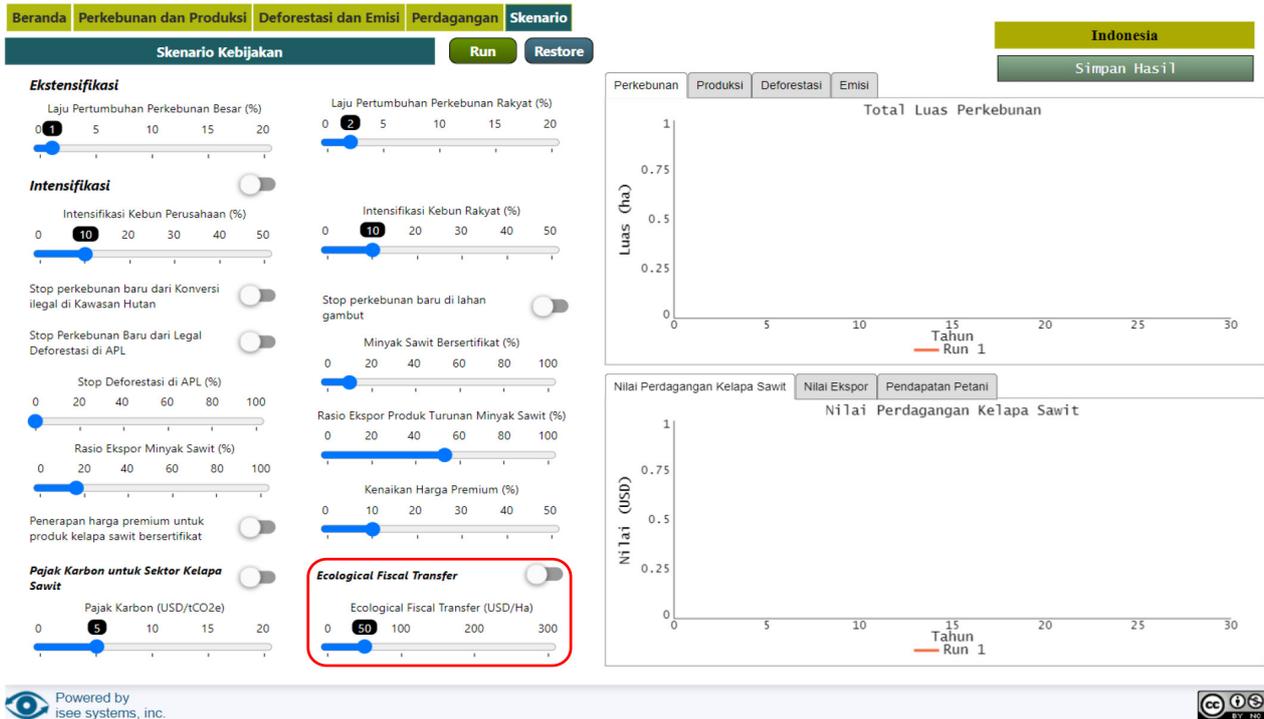


Gambar 20. Fitur skenario penerapan harga premium untuk produk bersertifikat

- e. Fitur 5: Skenario rasio ekspor minyak sawit dan produk turunannya (Gambar 19)
  - Pengguna dapat menentukan rasio ekspor minyak sawit dan produk turunannya. Angka yang ditunjukkan pada *slider* merupakan data ekspor minyak sawit dan produk turunannya di Indonesia pada tahun saat ini ( $t_0$ ).
  - Klik dan tahan kursor pada *slider* untuk menentukan besarnya rasio ekspor minyak sawit (*slider* sebelah kiri) dan rasio ekspor produk turunan minyak sawit (*slider* sebelah kanan).
  
- f. Fitur 6: Skenario penerapan harga premium untuk produk bersertifikat (Gambar 20)
  - Pengguna dapat menentukan berapa persen harga premium dapat diberikan kepada produsen yang produk sawitnya sudah bersertifikat. Angka yang ditunjukkan pada *slider* merupakan angka asumsi yang menunjukkan bahwa produsen berhak menerima harga premium sebesar 10% lebih tinggi dari harga sawit yang tidak bersertifikat.
  - Pengaktifan skenario ini dengan mengklik tombol “*switch*” di sebelah kiri. Selanjutnya, untuk memodifikasi harga premium, klik dan tahan kursor pada *slider* untuk menentukan persentase harga premium bagi sawit yang bersertifikat (sebelah kanan).
  
- g. Fitur 7: Skenario pajak karbon (Gambar 21)
  - Pajak karbon dapat ditetapkan berdasarkan emisi yang dihasilkan dari setiap aktivitas pada sektor kelapa sawit. Pajak karbon dapat menjadi salah satu bentuk disinsentif agar para pengusaha di sektor sawit dapat melakukan praktik-praktik yang ramah lingkungan dan minim emisi.
  - Pengguna dapat menentukan berapa pajak yang harus dibayar oleh pengusaha sawit dari setiap ton CO<sub>2</sub>e yang dihasilkan dari setiap aktivitasnya. Angka yang ditunjukkan pada *slider* merupakan angka asumsi yang menunjukkan bahwa produsen harus membayar US\$5 untuk setiap ton CO<sub>2</sub>e yang dihasilkan.
  - Untuk mengaktifkan skenario ini, klik tombol “*switch*” di bagian atas. Selanjutnya, klik dan tahan kursor pada *slider* untuk menentukan persentase harga premium bagi sawit yang bersertifikat (bagian bawah).



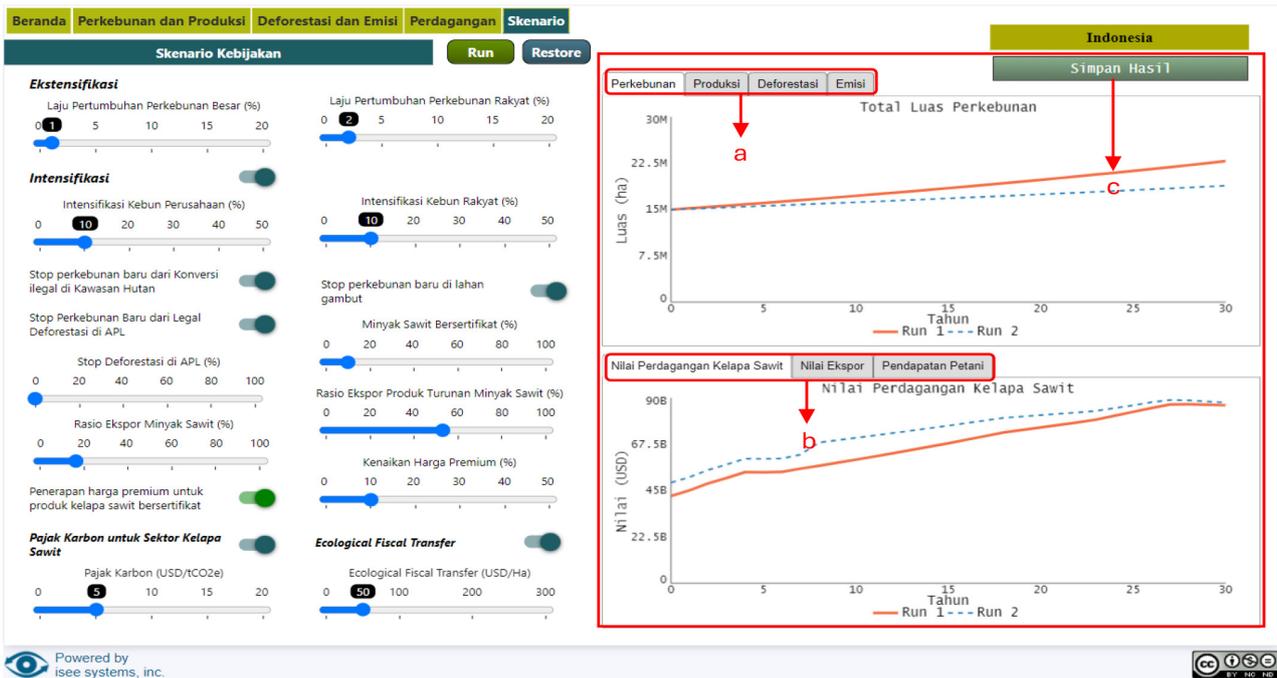
Gambar 21. Fitur skenario pajak karbon



Gambar 22. Fitur skenario transfer fiskal berbasis ekologis

h. Fitur 8: Skenario transfer fiskal berbasis ekologis (Gambar 22)

- Transfer fiskal berbasis ekologis (EFT) di level nasional dapat diupayakan melalui skema Transfer Anggaran Nasional Berbasis Ekologi (TANE) dengan menggunakan sumber dana perimbangan yang terdiri dari Dana Bagi Hasil (DBH), Dana Alokasi Umum (DAU), dan Dana Alokasi Khusus (Kartodihardjo 2021).
- Pengguna dapat menentukan berapa nilai EFT apabila suatu wilayah mampu mengimplementasikan indikator-indikator ekologi yang ditetapkan. Angka yang ditunjukkan pada *slider* merupakan angka asumsi yang menunjukkan bahwa pemerintah harus membayar US\$50 per hektar.
- Untuk mengaktifkan skenario ini, klik tombol “*switch*” di bagian atas. Selanjutnya, klik dan tahan kursor pada *slider* untuk menentukan nilai EFT per hektarnya (bagian bawah).



Gambar 23. Fitur hasil simulasi dan penyimpanan hasil analisis

i. Fitur 9: Hasil simulasi (Gambar 23)

- Menu-menu yang dapat digunakan untuk melihat hasil simulasi dan menyimpannya dalam bentuk *file* excel, antara lain:
- Simulasi yang menggambarkan luas perkebunan, produksi kelapa sawit, deforestasi, dan emisi sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan.
- Simulasi yang menggambarkan nilai perdagangan kelapa sawit, nilai ekspor, dan pendapatan petani sebelum diberi intervensi (*Run 1*) dengan setelah diberi intervensi skenario kebijakan (*Run 2*) selama 30 tahun ke depan.
- Tombol “simpan hasil” digunakan untuk menyimpan data hasil simulasi selama 30 tahun ke depan dalam bentuk excel. Klik “simpan hasil” dan pilih *folder* penyimpanan untuk *file* excelnya.

# Daftar Pustaka

- CIFOR-ICRAF. 2023. Dokumen kontribusi rencana aksi nasional kelapa sawit berkelanjutan di Indonesia. Bogor, Indonesia: CIFOR-ICRAF.
- Grant WE, Peterson TR, Peterson MJ. 2002. Quantitative modeling of coupled natural/human systems: Simulation of societal constraints on environmental action drawing on Luhmann's social theory. *Ecological Modelling* 158(1-2): 143-165. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00219-3](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00219-3)
- Kartodihardjo H. 2021. Kebijakan transfer fiskal untuk pengelolaan hutan dan lingkungan. Jakarta, Indonesia: GIZ-FORCLIME. <https://www.forclime.org/documents/Briefing%20Note/Bahasa/kebijakan-transfer-fiscal.pdf>
- Okarda B, Purnomo H, Juniyanti L, Kusumadewi SD, Nadhira S. 2024. Indonesian palm oil toward sustainability: A system dynamic approach. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1379 012037. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1379/1/012037>
- Purnomo H, Okarda B, Dermawan A, Ilham QP, Pachecho P, Nurfatriani F, Suhendang E. Reconciling oil palm economic development and environmental conservation in Indonesia: A value chain dynamic approach. *Forest Policy and Economics* 111(2020): 102089. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102089>
- Voinov AA. 2008. System science and modeling for ecological economics. London: Elsevier Academic Press, 430 p.

[cifor-icraf.org](http://cifor-icraf.org)

[forestsnews.cifor.org](http://forestsnews.cifor.org)

**CIFOR-ICRAF**

Pusat Penelitian Kehutanan Internasional dan Pusat Agroforestri Dunia (CIFOR-ICRAF) memanfaatkan sumber daya pepohonan, hutan, dan bentang alam agroforestri untuk menghadapi tantangan terberat dunia saat ini – berkurangnya keanekaragaman hayati, perubahan iklim, ketahanan pangan, kesejahteraan, dan ketidaksetaraan. CIFOR dan ICRAF merupakan bagian dari Pusat Penelitian CGIAR.

