

**DESAIN MODEL PENGELOLAAN KEBUN KELAPA SAWIT
PLASMA BERKELANJUTAN BERBASIS PENDEKATAN
SISTEM DINAMIS (Studi Kasus Kebun Kelapa Sawit Plasma
PTP Nusantara V Sei Pagar, Kabupaten Kampar, Provinsi
Riau)**

*Design of Sustainability Management Model of Nucleus
Smallholder Oil Palm Based on Dynamic System Approach
(A case Study of PTP Nusantara V Nucleus Smallholder Oil Palm
at Sei Pagar, Kampar Regency, Riau Province)*

I Gusti Putu Wigena¹, Hermanto Siregar², Sudradjat³, dan Santun R.P Sitorus⁴

¹Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, IPB

²Departemen Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomi Manajemen, IPB

³Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB

⁴Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB

ABSTRACT

Management of nucleus smallholder oil palm after the conversion is not meeting the recommendation standard which leads to the production decrease. For this reason, this research was conducted at PTP Nusantara V Sei Pagar nucleus smallholder oil palm, Kampar District, Riau Province from January 2007 to March 2008. The objectives of this research are to design sustainable management model of nucleus smallholder oil palm meet the biophysical (planet), economical (profit) and social (people) aspects. The research extensively used primary and secondary data of biophysical, economical and social aspects. Sources of the biophysical secondary data were PTPN V and related local government institutions. The biophysical primary data was collected through observation method, while economical and social data were collected through interview technique with farmers, farmer's groups and Village Cooperative Unit staffs using structured questionnaires. There were 100 respondents, selected randomly using stratified random sampling method. The data was analyzed using Power Sim program. The results showed that the design of sustainable nucleus smallholder oil palm management model for 2010-2035 satisfies biophysical, economical and social aspects. The indicators namely fresh fruit bunch yield at about 25.83 ton/ha/year, the increasing of soil degradation and the decreasing of environmental capacity at lower levels of about 0.03-0.8% and 0.002-0.1%, respectively. The average farmer's income at Rp. 22,859,950/ha/year, and community income surrounding the oil palm plantation at the average of Rp. 16,845,025/year, a value that higher than the regional minimum wage of Riau Province. Human resources quality increased indicated by the education level equivalent with the income of oil palm labor at about Rp. 55 million annually.

Key words : *nucleus smallholder, fresh fruit bunch, Power Sim, sustainability*

**DESAIN MODEL PENGELOLAAN KEBUN KELAPA SAWIT PLASMA BERKELANJUTAN BERBASIS
PENDEKATAN SISTEM DINAMIS (Studi Kasus Kebun Kelapa Sawit Plasma PTP Nusantara V Sei Pagar,
Kabupaten Kampar, Provinsi Riau) I Gusti Putu Wigena, Hermanto Siregar, Sudradjat, dan Santun R.P Sitorus**

ABSTRAK

Pengelolaan kebun kelapa sawit plasma pascakonversi tidak sesuai standar yang dianjurkan sehingga berdampak terhadap penurunan produksi. Untuk itu, telah dilakukan penelitian di kebun kelapa sawit plasma PTP Nusantara V Sei Pagar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau dari bulan Januari 2007 sampai Maret 2008. Tujuan penelitian adalah untuk merancang model pengelolaan kebun kelapa sawit plasma berkelanjutan yang memenuhi aspek biofisik (planet), ekonomi (profit), dan sosial (people). Penelitian menggunakan data primer dan sekunder yang menyangkut aspek biofisik, ekonomi, dan sosial. Data sekunder bersumber dari PTPN V dan instansi terkait pemerintah Daerah Provinsi Riau. Data primer biofisik dikumpulkan dengan observasi lapang, data ekonomi dan sosial dikumpulkan melalui wawancara langsung ke petani, kelompok tani dan staf KUD dengan kuesioner terstruktur. Jumlah responden sebanyak 100 orang yang diambil secara acak bertingkat (stratified random). Data terkumpul dianalisis dengan program Power Sim. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pengelolaan berkelanjutan yang dirancang untuk periode 2010-2035 mampu memenuhi aspek biofisik, ekonomi, dan sosial dengan indikator produksi tandan buah segar (TBS) rata-rata 25,83 ton/ha/tahun, peningkatan degradasi lahan dan penurunan daya dukung lingkungan sangat rendah, masing-masing sebesar 0,03-0,08 persen dan 0,002-0,01 persen. Pendapatan petani rata-rata sebesar Rp 22.859.950/ha/tahun dan pendapatan masyarakat sekitar kebun rata-rata Rp 16.845.025/tahun yang melebihi tingkat Upah Minimum Regional Provinsi Riau. Kualitas sumberdaya manusia meningkat yang tercermin dari tingkat pendidikan yang disetarakan dengan pendapatan yang diperoleh sebagai tenaga kerja di perkebunan kelapa sawit sampai Rp 55.000.000/tahun.

Kata kunci : *petani plasma, tandan buah segar, Power Sim, berkelanjutan*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Subsektor perkebunan memegang peranan penting bagi perekonomian Indonesia dan perlu dikembangkan terus di masa mendatang. Berdasarkan harga konstan tahun 2000, kontribusi sektor pertanian terhadap Produk Domestik bruto (PDB) nasional sebesar 10,97 persen dimana porsi subsektor perkebunan menyumbang sebesar 2,31 persen setelah subsektor tanaman bahan makanan sebesar 6,96 persen (Departemen Pertanian, 2008). Selain itu, subsektor ini juga sebagai salah satu sumber devisa non migas, sumber kesempatan kerja serta lapangan investasi bagi investor nasional maupun internasional (Hadi *et al.*, 2007).

Kelapa sawit merupakan komoditas unggulan yang pembudidayaannya berkembang sangat pesat sejak dekade 1990-an yang tercatat seluas 1,1 juta hektar, dan pada tahun 2007 berkembang menjadi sekitar 6,78 juta hektar dengan produksi *Crude Palm Oil (CPO)* sebanyak 17,37 juta ton. Perkebunan kelapa sawit rakyat (PR) menempati urutan pertama dengan luasan sekitar 2,565 juta hektar dan rata-rata pertumbuhan luas tanam sekitar 25,2 persen

(Departemen Pertanian, 2008). Perkebunan kelapa sawit plasma adalah perkebunan rakyat, dalam pengembangannya diintegrasikan pada Perkebunan Besar Swasta Nasional (PBSN) maupun Perkebunan Besar Nasional (PBN), dana ditalangi oleh pemerintah. Program ini dimulai sejak tahun 1977 dengan dikeluarkannya pola Perusahaan Inti Rakyat (PIR) yang meliputi PIR-Lokal dan PIR-Khusus (Direktorat Jenderal Perkebunan, 1992).

Pada tahap awal, operasionalisasi perkebunan kelapa sawit plasma berjalan baik. Permasalahan mulai timbul pada saat konversi kebun ketika kelapa sawit mulai berproduksi (buah pasir) dimana pengelolaan kebun sepenuhnya diserahkan kepada petani sedangkan Perusahaan Inti hanya sebagai sumber bimbingan teknis. Perilaku petani plasma menjadi terfokus pada usaha untuk mengejar pendapatan maksimal jangka pendek dan kurang peduli terhadap risiko jangka panjang seperti penurunan produktivitas lahan, pencemaran lingkungan dan konflik sosial (Hasibuan, 2005). Beberapa isu pokok yang berkembang adalah (1) pemeliharaan tanaman tidak dilaksanakan secara benar, (2) rendahnya mutu produk komoditas perkebunan karena rendahnya kemampuan penyerapan inovasi teknologi, (3) tingginya tingkat penjualan tandan buah segar (TBS) ke pabrik kelapa sawit (PKS) non inti sehingga menyebabkan kredit petani macet, (4) banyak petani terjebak dengan hutang di luar kebun sawit ke KUD, (5) posisi tawar-menawar (*bargaining position*) petani lemah dalam penentuan harga produksi, (6) lemahnya kerja sama antar institusi terkait dalam memberdayakan sumberdaya alam dan sumberdaya manusia, dan (7) terjadi degradasi lahan akibat aplikasi pemupukan yang belum tepat.

Pentingnya peranan kelapa sawit dalam perekonomian nasional, perhatian pemerintah masih tinggi yang tercermin dengan dikeluarkannya Program Revitalisasi Perkebunan (kelapa sawit, karet dan kakao). Untuk komoditas kelapa sawit, total areal kebun sasaran program tersebut sekitar 1.550.000 hektar dengan rincian perluasan areal 1.375.000 hektar, peremajaan tanaman tua 125.000 hektar dan rehabilitasi tanaman seluas 50.000 hektar (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2007). Hal ini kuat mengindikasikan diperlukannya model pengelolaan kebun plasma yang baru untuk mendukung kebijakan pemerintah tersebut. Secara global, semua negara penghasil minyak CPO saat ini sedang mencari dan mengembangkan model pengelolaan kebun kelapa sawit berkelanjutan mengacu kepada konsep *Roundtable on Sustainability Palm Oil* (RSPO). Konsep ini terdiri dari 8 prinsip dan 39 kriteria kebun kelapa sawit berkelanjutan yang mampu memenuhi aspek biofisik (*planet*), ekonomi (*profit*), dan sosial (*people*) (Ng, 2005; Dja'far *et al*, 2005). Memperhatikan permasalahan tersebut, penelitian yang urgen untuk dilakukan adalah merancang model pengelolaan kebun kelapa sawit yang mampu memenuhi aspek biofisik, ekonomi, dan sosial dalam rangka mengoptimalkan pemberdayaan sumberdaya alam dan sumberdaya manusia sebagai solusi untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat maupun pendapatan asli daerah.

DESAIN MODEL PENGELOLAAN KEBUN KELAPA SAWIT PLASMA BERKELANJUTAN BERBASIS PENDEKATAN SISTEM DINAMIS (Studi Kasus Kebun Kelapa Sawit Plasma PTP Nusantara V Sei Pagar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau) | Gusti Putu Wigena, Hermanto Siregar, Sudradjat, dan Santun R.P Sitorus

Tujuan

Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk merancang model pengelolaan kebun kelapa sawit plasma berkelanjutan yang mampu memenuhi aspek biofisik (*planet*), ekonomi (*profit*), dan sosial (*people*). Tujuan spesifik adalah untuk menganalisis : (1) faktor-faktor biofisik (sumberdaya manusia, degradasi lahan, daya dukung lingkungan) dari model pengelolaan kebun kelapa sawit plasma berkelanjutan; (2) faktor ekonomi (biaya produksi, penerimaan, dan pendapatan) petani plasma di lokasi penelitian; dan (3) kondisi sosial (kualitas sumberdaya manusia) petani plasma di lokasi penelitian.

METODOLOGI

Kerangka Pemikiran

Sistem adalah suatu kesatuan usaha yang terdiri dari komponen-komponen yang berkaitan satu sama lainnya yang berusaha untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan dalam lingkungan yang kompleks. Pendekatan sistem merupakan pendekatan analisis organisatoris yang menggunakan ciri-ciri sistem sebagai titik tolak analisis. Pendekatan sistem akan memberikan penyelesaian masalah yang kompleks dengan metode dan alat yang mampu mengidentifikasi, menganalisis, mensimulasi, dan mendisain sistem dengan komponen-komponen yang saling terkait, yang diformulasikan secara lintas disiplin dan komplementer untuk mencapai tujuan yang sudah ditetapkan (Eriyatno, 2003). Pendekatan sistem terdiri dari tahapan analisis kebutuhan, formulasi masalah, identifikasi sistem, simulasi sistem, dan validasi sistem. Sistem yang dibangun perlu ditindak lanjuti dengan melakukan uji sensitivitas untuk melihat batas-batas sejauh mana sistem tersebut masih bisa memenuhi tujuan yang telah ditetapkan (Hartrisari, 2007).

Analisis Kebutuhan

Dalam tahap ini dirumuskan semua *stakeholders* dan kebutuhannya dalam memenuhi kepentingan masing-masing. Berdasarkan hal tersebut, analisis kebutuhan *stakeholders* dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit plasma berkelanjutan antara lain: petani plasma sawit, perusahaan inti perkebunan kelapa sawit, Instansi Terkait Tingkat Kabupaten, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), dan masyarakat di sekitar lokasi perkebunan disajikan pada tabel 1. Masing-masing *stakeholders* mempunyai kebutuhan yang ingin dipenuhi atas partisipasinya dalam pengelolaan kebun kelapa sawit plasma berkelanjutan. Dalam beberapa hal, kebutuhan ini kadang-kadang menimbulkan benturan yang harus dicarikan solusinya agar tidak menimbulkan konflik.

Formulasi Masalah

Analisis kebutuhan menunjukkan adanya benturan kebutuhan dan kepentingan *stakeholders* yang terlibat karena masalahnya kompleks. Hal ini membutuhkan suatu rumusan masalah agar sistem yang dibangun bisa bekerja efektif untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

Tabel 1. Analisis Kebutuhan *Stakeholders* Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan di Sei Pagar

No.	<i>Stakeholders</i>	Kebutuhan <i>Stakeholders</i>
1.	Petani plasma	<ul style="list-style-type: none"> • Pembinaan pengelolaan kebun yang baik • Tersedianya sarana produksi tepat waktu dengan harga terjangkau • Degradasi lahan rendah, pencemaran tanah, air, dan udara rendah • Kehilangan keragaman biodiversitas rendah • Tersedianya sarana pendidikan, kesehatan dan sarana sosial lainnya dengan kondisi layak • Pemasaran TBS lancar dengan harga memadai • Pendapatan meningkat dan berkelanjutan
2.	Perusahaan inti	<ul style="list-style-type: none"> • Tersedianya tenaga kerja dengan keterampilan memadai • Kondisi sosial, politik dan keamanan kondusif untuk pengembangan kelapa sawit • Konflik sosial dan politik rendah • Tersedianya TBS yang memenuhi standar kualitas untuk PKS • Keuntungan perkebunan layak dan berkelanjutan
3.	Instansi terkait tingkat kabupaten	<ul style="list-style-type: none"> • Operasionalisasi semua kegiatan sesuai dengan undang-undang dan peraturan berlaku • Kompensasi kehilangan hak-hak masyarakat memadai • Penggunaan lahan sesuai dengan Tata Ruang Daerah • Ada perencanaan, program pembinaan, dan pemberdayaan masyarakat setempat • Penyerapan tenaga kerja <i>non skilled</i> dan <i>skilled</i> • Pendapatan masyarakat dan pendapatan asli daerah (PAD) meningkat dan berkelanjutan
4.	Lembaga sosial masyarakat	<ul style="list-style-type: none"> • Operasionalisasi semua kegiatan sesuai dengan undang-undang dan peraturan berlaku • Kompensasi kehilangan hak-hak masyarakat memadai • Ada perencanaan, program pembinaan, dan pemberdayaan masyarakat setempat • Degradasi lahan, pencemaran air, udara, dan tanah rendah • Tidak ada konflik sosial dan politik • Pendapatan masyarakat dan pendapatan asli daerah (PAD) meningkat • Penyerapan tenaga kerja <i>non skilled</i> dan <i>skilled</i>

DESAIN MODEL PENGELOLAAN KEBUN KELAPA SAWIT PLASMA BERKELANJUTAN BERBASIS PENDEKATAN SISTEM DINAMIS (Studi Kasus Kebun Kelapa Sawit Plasma PTP Nusantara V Sei Pagar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau) | Gusti Putu Wigena, Hermanto Siregar, Sudradjat, dan Santun R.P Sitorus

Tabel 1. Lanjutan

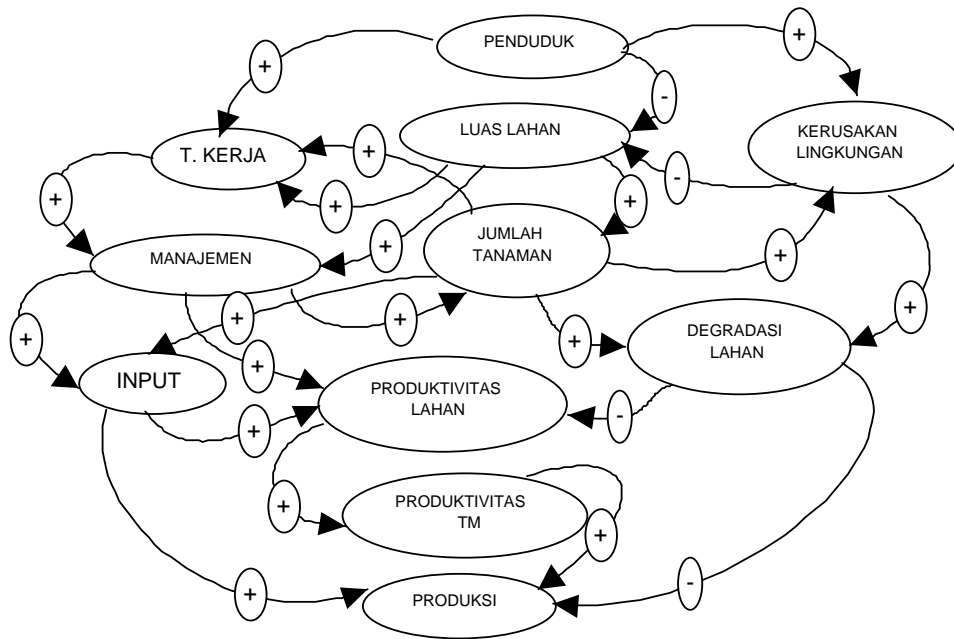
No.	Stakeholders	Kebutuhan Stakeholders
5.	Masyarakat di luar lokasi kebun	<ul style="list-style-type: none"> • Penyerapan tenaga kerja <i>non skilled</i> dan <i>skilled</i> • Pencemaran air, tanah, udara, dan kehilangan biodiversitas rendah • Pendapatan masyarakat meningkat dan berkelanjutan • Dilibatkan dalam program pembinaan dan pemberdayaan

Sesuai dengan analisis kebutuhan tersebut, formulasi masalah dalam pengelolaan kebun kelapa sawit plasma berkelanjutan adalah: (1) kompetensi dan keterampilan petani plasma dan pekerja belum memadai untuk membangun perkebunan berkelanjutan; (2) minimnya peran serta instansi terkait tingkat kabupaten dan provinsi dalam membina dan memberdayakan masyarakat setempat; (3) sumberdaya lahan di lokasi perkebunan merupakan tanah dengan status kesuburan rendah, bereaksi masam sehingga memerlukan teknologi pengelolaan spesifik lokasi yang tepat untuk mempertahankan produktivitas lahan; (4) rendahnya kepedulian petani plasma terhadap kelestarian lingkungan; (5) rendahnya keterlibatan lembaga swadaya masyarakat (LSM) sebagai lembaga pendamping dalam pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan daerah; dan (6) rendahnya kepedulian *stakeholders*, terutama *policy maker* daerah terhadap pencegahan dan upaya konservasi sumberdaya lahan sehingga degradasi lahan perkebunan masih terjadi secara intensif.

Identifikasi Sistem

Identifikasi masalah merupakan salah satu tahapan dalam aplikasi pendekatan sistem yang menghubungkan berbagai kepentingan dengan permasalahan yang dihadapi sebagai mata rantai yang digambarkan dalam bentuk Diagram Sebab-Akibat (*Causal Loop*). Kompleksnya komponen-komponen sistem yang terkait maka model pengelolaan kebun kelapa sawit plasma berkelanjutan dikelompokkan menjadi submodel biofisik, submodel ekonomi dan submodel sosial.

Submodel biofisik adalah model utama (*main model*) dari model yang memberikan gambaran pertumbuhan penduduk, luas lahan dan peningkatan produksi serta dampaknya terhadap penyerapan tenaga kerja dan lingkungan. Variabel-variabel yang berpengaruh terhadap submodel biofisik ini digambarkan dalam Diagram Sebab-Akibat (*Causal Loop*) pada gambar 1.



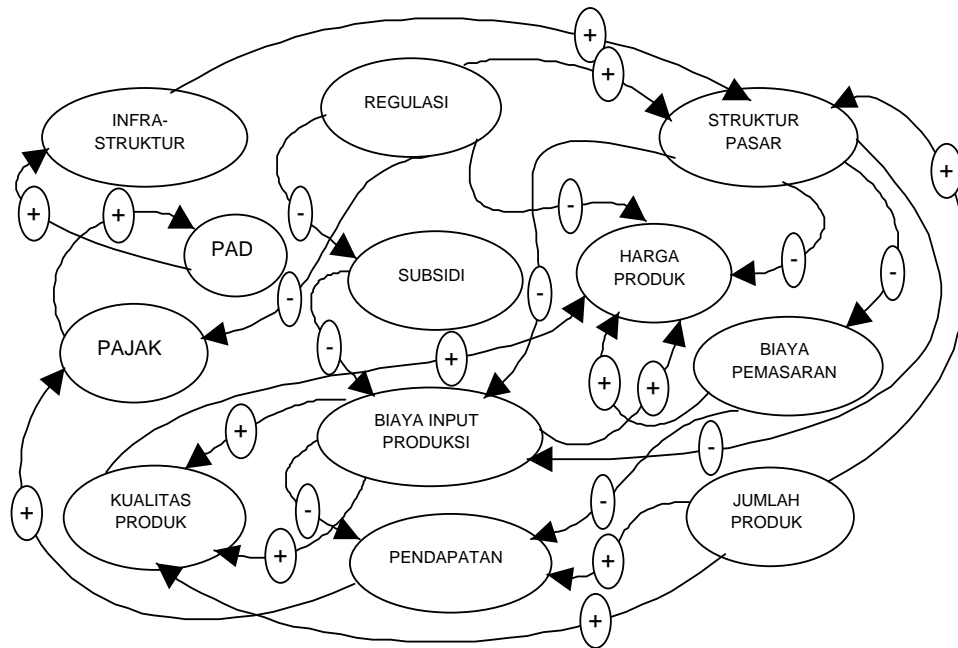
Gambar 1. Diagram Sebab-Akibat (*Causal Loop*) Submodel Biofisik Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan di Sei Pagar

Dari gambar 1 terlihat bahwa jika penduduk meningkat jumlahnya, akan memberikan tekanan terhadap luas lahan yang semakin menyempit. Tekanan juga terjadi pada kerusakan lingkungan yang semakin intensif karena limbah domestik, residu penggunaan pestisida, herbisida serta pupuk sebagai input produksi kelapa sawit. Selain itu, kerusakan lingkungan berpengaruh langsung terhadap kualitas lahan yang cenderung menurun atau terdegradasi, yang secara langsung akan menurunkan produktivitas lahan. Lebih lanjut, tekanan terhadap kedua variabel ini memberikan pengaruh negatif terhadap produktivitas tanaman menghasilkan yang cenderung menurun. Selain menurunkan produksi, tekanan ini juga memperpendek usia ekonomis kelapa sawit. Hubungan ini disebut *building block balancing* terhadap produksi.

Sebaliknya, perbaikan manajemen yang mengarah ke teknologi optimalisasi pemanfaatan lahan dan sarana produksi (input), berdampak positif terhadap peningkatan produktivitas tanaman menghasilkan, yang selanjutnya meningkatkan produksi. Demikian juga tenaga kerja yang memiliki keterampilan semakin memadai berpengaruh positif terhadap manajemen dan pengoptimalisasian sarana produksi (input). Kondisi ini mampu meningkatkan

produktivitas tanaman menghasilkan dan sekaligus produksi kelapa sawit. Bersamaan dengan itu, dengan kemajuan teknologi akan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan sehingga produktivitas akan terpelihara dan kerusakan lingkungan melalui pencemaran terkendalikan dengan baik. Kondisi ini membentuk hubungan *building block reinforcing* terhadap produksi kelapa sawit.

Submodel ekonomi menggambarkan keterkaitan variabel biaya produksi dan pengolahan produksi kelapa sawit dengan pasar, tenaga kerja, subsidi *input*, regulasi, pendapatan, pajak dan Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang tercermin pada gambar 2 yaitu Diagram Sebab-Akibat (*Causal Loop*) submodel Ekonomi Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan.

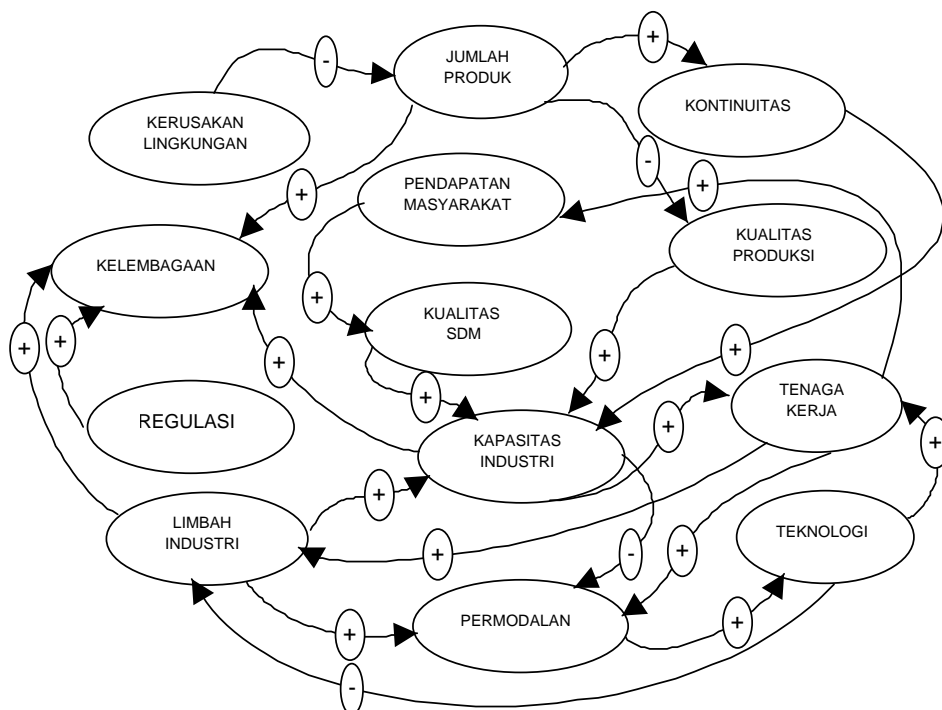


Gambar 2. Diagram Sebab-Akibat (*Causal Loop*) Submodel Ekonomi Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan

Tergambarkan bahwa regulasi akan mempengaruhi subsidi input produksi, yang selanjutnya mempengaruhi laju pertumbuhan biaya produksi dan pengolahan produksi kelapa sawit. Selain itu, regulasi mempengaruhi tingkat harga produksi, yang selanjutnya mempengaruhi penerimaan masyarakat. Oleh karena itu, dalam nuansa otonomi daerah, regulasi diharapkan menghasilkan paket kebijakan yang berpihak kepada kepentingan petani seperti: harga sarana

produksi dan TBS yang transparan. Selama ini penentuan harga TBS lebih didominasi oleh pihak perusahaan Inti terutama dalam penetapan rendeman minyak yang sangat berpengaruh terhadap harga akhir TBS petani. Kondisi ini merangsang petani untuk menjual TBS ke PKS noninti karena harganya lebih tinggi dan dibayar secara langsung tunai (*cash*).

Selain dampak fisik dan ekonomi, kehadiran perkebunan kelapa sawit plasma juga berdampak terhadap kondisi sosial masyarakat di lokasi perkebunan. Kondisi sosial ini disajikan dalam submodel sosial perkebunan kelapa sawit plasma berkelanjutan seperti pada gambar 3 yaitu Diagram Sebab-Akibat (*Causal Loop*) submodel sosial pengelolaan perkebunan kelapa sawit plasma berkelanjutan.

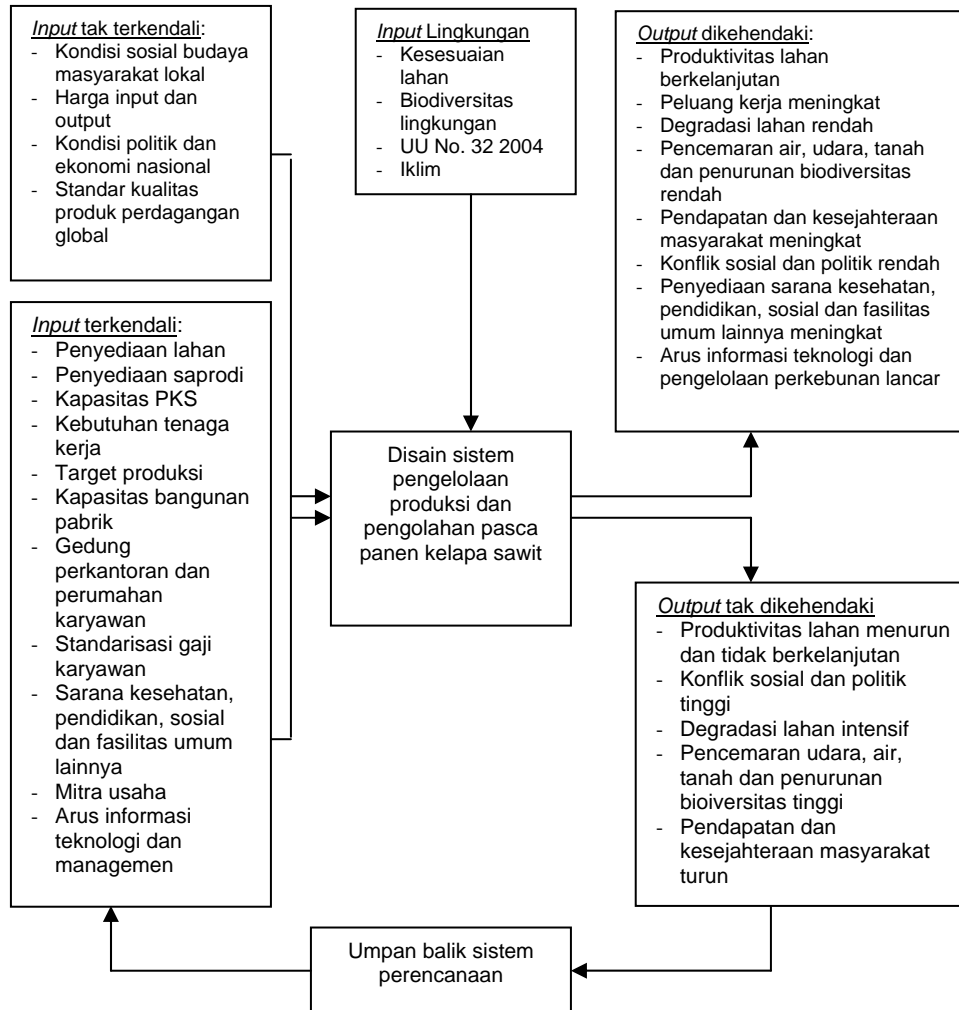


Gambar 3. Diagram Sebab-Akibat (*Causal Loop*) Submodel Sosial Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan

Gambar tersebut dapat menjelaskan hubungan antara variabel kapasitas industri pengolahan produksi kelapa sawit dengan tenaga kerja, kualitas sumberdaya manusia, kelembagaan, teknologi pengolahan produksi, kontinuitas produksi, produksi limbah, dan kerusakan lingkungan. Pendidikan

DESAIN MODEL PENGELOLAAN KEBUN KELAPA SAWIT PLASMA BERKELANJUTAN BERBASIS PENDEKATAN SISTEM DINAMIS (Studi Kasus Kebun Kelapa Sawit Plasma PTP Nusantara V Sei Pagar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau) | Gusti Putu Wigena, Hermanto Siregar, Sudradjat, dan Santun R.P Sitorus

masyarakat membentuk hubungan *building block reinforcing* terhadap kapasitas industri. Pendidikan masyarakat mempengaruhi kualitas sumberdaya manusia dan perbaikan teknologi pengolahan produksi, selanjutnya menurunkan emisi limbah serta kerusakan lingkungan. Demikian juga kelembagaan, mempengaruhi laju peningkatan kapasitas industri bersama dengan jumlah produksi kelapa sawit.



Gambar 4. Diagram Input-Output dalam Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan.

Analisis selanjutnya adalah meneruskan interpretasi diagram sebab-akibat ke dalam kotak gelap (*black box*). Terdapat 6 komponen dalam tahapan ini yaitu: (1) komponen input terkendali, (2) komponen input tak terkendali, (3) komponen input lingkungan, (4) komponen output dikehendaki, (5) komponen output tak dikehendaki, dan (6) komponen kontrol sistem.

Komponen input berasal dari luar sistem dan dalam sistem, meliputi input terkendali dan input tak terkendali. Komponen output meliputi output dikehendaki dan output tak dikehendaki. Desain sistem pengelolaan perkebunan kelapa sawit plasma berkelanjutan merupakan proses yang mempengaruhi input menjadi output (gambar 4). Gabungan simpul-simpul umpan balik menunjukkan kompleksitas pengelolaan dimana semakin banyak variabel dan parameter berarti semakin rinci dan dinamis.

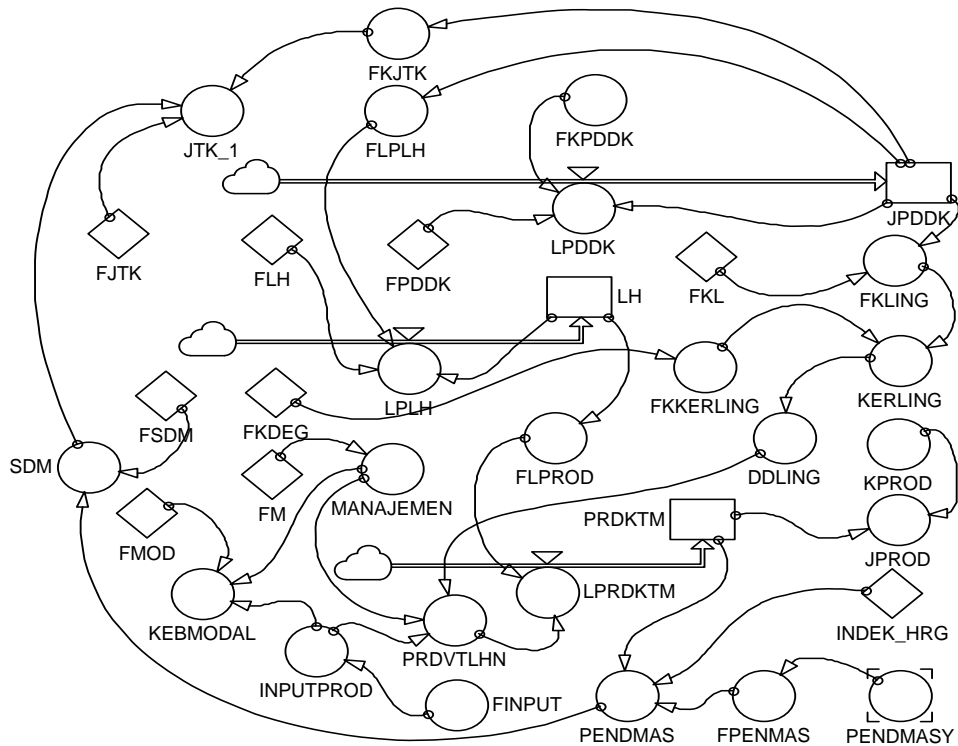
Simulasi Sistem

Simulasi sistem merupakan tahapan pendekatan sistem dengan kegiatan atau proses percobaan dengan menggunakan suatu model untuk mengetahui perilaku sistem. Selain itu, juga bisa diketahui pengaruhnya pada komponen-komponen dari suatu perlakuan yang dicobakan pada beberapa komponen. Hasil simulasi biasanya ditampilkan sebagai grafik dan tabel yang mengilustrasikan variabel-variabel sensitif yang mempengaruhi sistem. Simulasi dilakukan melalui pembuatan struktur dari model yang dibangun dengan cara mendefinisikan setiap variabel yang menyusun model. Pendefinisian ini memberikan arti hubungan antara variabel satu dengan lainnya dalam bentuk Diagram Alir (*Flow Chart Diagram*).

Diagram Alir submodel biofisik ini memperlihatkan adanya tiga variabel utama (*main variable*) yaitu perkembangan penduduk (JPDDK), luas lahan (LH), dan produktivitas tanaman menghasilkan (PRDKTM) (gambar 5). Ketiga variabel utama tersebut dikaitkan oleh variabel penghubung (*sub variable*) yaitu tenaga kerja, input produksi, teknik budidaya (*management*), daya dukung lingkungan, degradasi lahan, produktivitas lahan, serta modal.

Analisis dengan program Power Sim terhadap semua variabel-variabel tersebut menghasilkan persamaan sebagai berikut:

- | | | |
|------|---|-----|
| flow | $JPDDK = +dt * LPDDK$ | (1) |
| doc | JPDDK = Jumlah penduduk | |
| aux | $LPDDK = FKPDDK * FPDDK * JPDDK$ | (2) |
| doc | LPDDK = Jumlah kelahiran/pertambahan penduduk | |
| flow | $LH = +dt * LPLH$ | (3) |
| doc | LH = Luas lahan waktu pembukaan awal tanam flow | |
| aux | $LPLH = FLPLH * FLH * LH$ | (4) |
| doc | LPLH = Laju penambahan luas lahan | |



Gambar 5. Diagram Alir Submodel Biofisik Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan di Sei Pagar

- flow PRDKTM = +dt*LPRDKTM..... (5)
 doc PRDKTM = Produktivitas tanaman menghasilkan pada periode awal
- aux LPRDKTM = FLPROD*PRDVTLHN..... (6)
 doc LPRDKTM = Laju penambahan produktivitas tanaman menghasilkan
- aux JPROD = IF(TIME<=2012,0,KPROD*PRDKTM) (7)
 doc JPROD = Jumlah produksi TBS per hektar per bulan
- aux JTK_1 = FKJTK*FJTK*SDM..... (8)
 doc JTK_1 = Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam proses produksi kelapa sawit
- aux KERLING = FKKERLING*FKLING..... (9)
 doc KERLING = Kerusakan lingkungan karena pertambahan penduduk dan degradasi lahan
- aux DDLING = 1-KERLING (10)
 doc DDLING = Daya dukung lingkungan

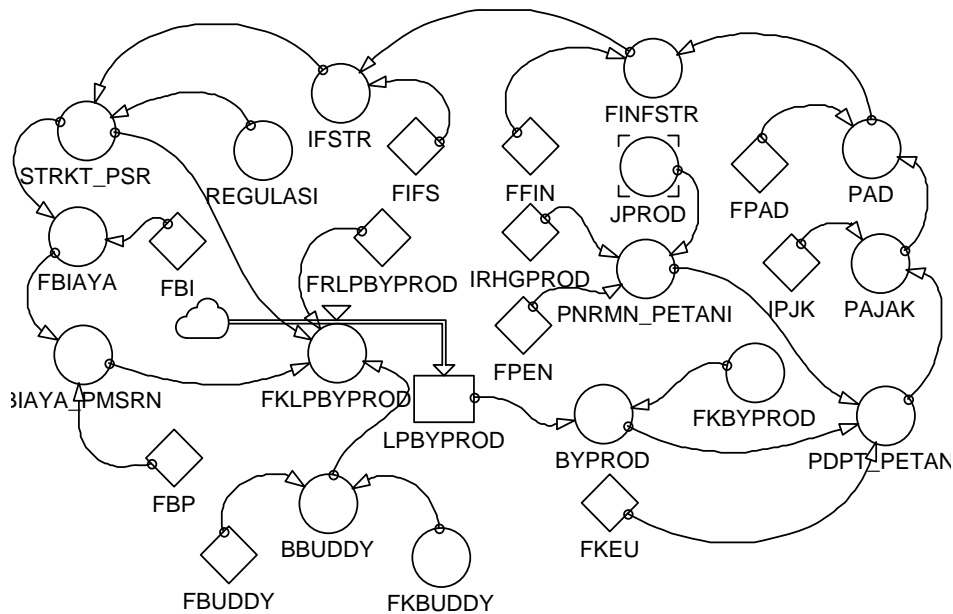
- aux INPUTPROD = FINPUT*GRAPH(TIME,2010,1,[360,490,650,950,
1350,1600, 1550,1500,1450,1400,1350,1200,1050,
900,750,650,500,400,350,330, 320,300,250,220,
200"Min:0;Max:1"]) (11)
- doc INPUTPROD = Input produksi kelapa sawit berupa pupuk urea,
TSP, KCI dan Kieserit
- aux KEBMODAL = (INPUTPROD+MANAJEMEN)*FMOD (12)
- doc KEBMODAL = Kebutuhan modal dalam proses produksi kelapa
sawit
- aux MANAJEMEN = GRAPH(FM,0,0.2,[0.40,0.60,0.70,0.80,0.85,0.95,
0.95, 0.90,0.85,0.80,0.75,0.70,0.65,0.57,0.50,
0.43, 0.37, 0.32,0.28,0.24,0.16,0.13,0.10,0.08,
0.05"Min:0;Max:1"])..... (13)
- doc MANAJEMEN = Managemen dalam proses produksi perkebunan
kelapa sawit
- aux SDM = PENDMAS*FSDM (14)
- doc SDM = Kualitas sumberdaya manusia dalam proses produksi
kelapa sawit

Diagram Alir submodel ekonomi memberikan gambaran hubungan antara biaya produksi yang dipengaruhi oleh infrastruktur pasar, regulasi dan biaya pemasaran (gambar 6). Biaya produksi mempengaruhi harga produk, pendapatan petani, pendapatan masyarakat serta pendapatan asli daerah (PAD) lewat penyetoran pajak ke Pemerintah Daerah.

Persamaan simulasi dengan program Power Sim dari submodel ekonomi adalah sebagai berikut:

- flow LPBYPROD = +dt*FKLPBYPROD (15)
- doc LPBYPROD = Laju pertambahan biaya produksi kelapa sawit per
hektar per bulan
- aux BYPROD = LPBYPROD*FKBYPROD (16)
- doc BYPROD = Biaya produksi kelapa sawit per hektar per bulan
- aux BIAAYA_PMSRN = FBIAYA*FBP (17)
- doc BIAAYA_PMSRN = Biaya pemasaran produksi kelapa sawit
- aux FBIAYA = STRKT_PSR*FBI (18)
- doc FBIAYA = Faktor pertambahan biaya pemasaran produksi kelapa
sawit
- aux STRKT_PSR = IFSTR/REGULASI..... (19)
- doc STRKT_PSR = Infrastruktur pasar hasil produksi kelapa sawit
- aux REGULASI = DELAYINF(2,3,1,1) (20)
- doc REGULASI = Waktu tunda karena faktor regulasi
- aux IFSTR = FINFSTR*FIFS..... (21)

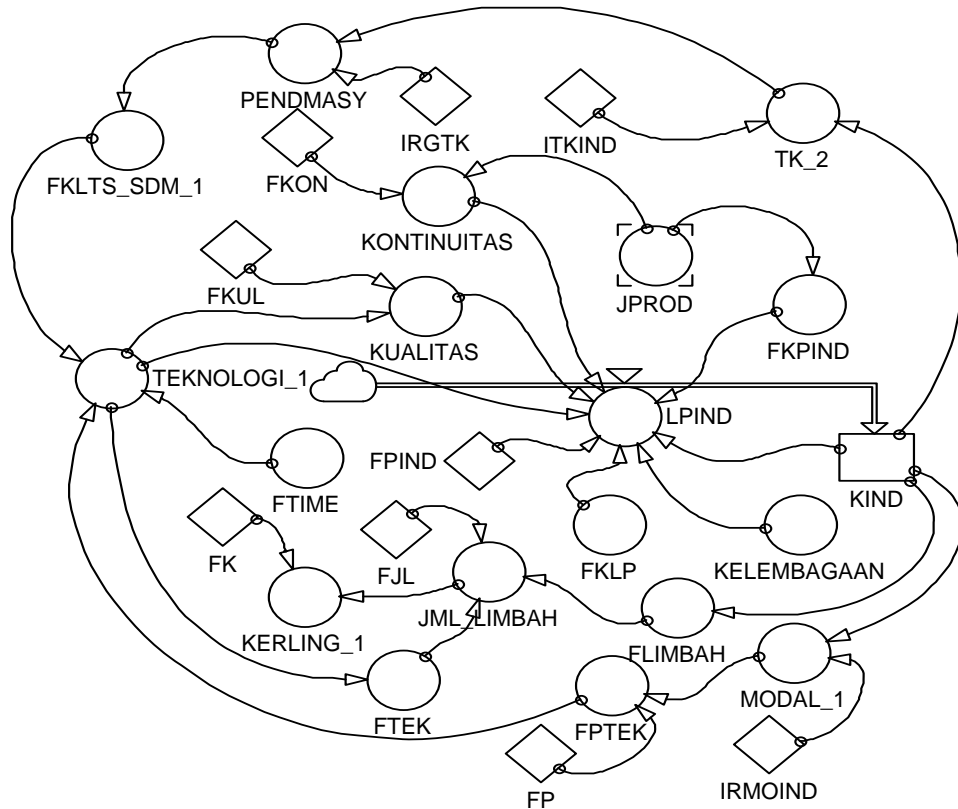
- doc IFSTR = Faktor infrastruktur pasar produksi kelapa sawit
- aux $BBUDDY = FKBUDDY * FBUDDY$ (22)
- doc BBUDDY = Biaya budidaya kelapa sawit per hektar per bulan
- aux $PNRMN_PETANI = JPROD * FPEN * IRHGPROD$ (23)
- doc PNRMN_PETANI = Penerimaan petani per hektar per bulan
- aux $PDPT_PETANI = (PNRMN_PETANI - BYPROD) * FKEU$ (24)
- doc PDPT_PETANI = Pendapatan petani per hektar per bulan
- aux $PAJAK = PDPT_PETANI * IPJK$ (25)
- doc PAJAK = Pajak yang dibayar petani
- aux $PAJAK = PDPT_PETANI * IPJK$ (26)
- doc PAJAK = Pajak yang dibayar petani
- aux $PAD = PAJAK * FPAD$ (27)
- doc PAD = Pendapatan asli daerah (PAD)



Gambar 6. Diagram Alir Submodel Ekonomi Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan di Sei Pagar

Diagram Alir submodel sosial pengelolaan kebun kelapa sawit plasma berkelanjutan memperlihatkan kapasitas industri sebagai variabel utama (*main variable*) (gambar 7). Subvariabel dari kapasitas industri tersebut adalah laju

pertambahan industri yang merupakan fungsi dari kualitas sumberdaya manusia, teknologi pengolahan, kontinuitas bahan baku, dan kelembagaan yang membentuk hubungan *building block reinforcing*. Tergambarkan juga kapasitas industri menyebabkan meningkatnya limbah yang berpotensi mencemari lingkungan atau membentuk hubungan *building block balancing*.



Gambar 7. Diagram Alir Submodel Sosial Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan di Sei Pagar

Persamaan simulasi dengan program Power Sim submodel sosial adalah sebagai berikut:

flow $KIND = +dt*LPIND$ (28)

doc $KIND =$ Kapasitas industri pengolahan kelapa sawit

aux $LPIND = (KIND*FPIND*(FKPIND+KONTINUITAS+KUALITAS))$
 $* (FKLP + KELEMBAGAAN) + TEKNOLOGI_1$ (29)

DESAIN MODEL PENGELOLAAN KEBUN KELAPA SAWIT PLASMA BERKELANJUTAN BERBASIS PENDEKATAN SISTEM DINAMIS (Studi Kasus Kebun Kelapa Sawit Plasma PTP Nusantara V Sei Pagar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau) | Gusti Putu Wigena, Hermanto Siregar, Sudradjat, dan Santun R.P Sitorus

doc	LPIND = Laju pertambahan kapasitas industri pengolahan produksi kelapa sawit	
aux	KERLING_1 = JML_LIMBAH*FK	(30)
doc	KERLING_1 = Kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh pengolahan produksi kelapa sawit	
aux	FKLTS_SDM_1 = GRAPH(PENDMASY,50000000,10000000, [0.07,0.16,0.24,0.29,0.35, 0.39,0.42,0.40, 0.36,0.26,0"Min:0;Max:1"])	31
doc	FKLTS_SDM_1 = Kualitas sumberdaya manusia dalam industri pengolahan produksi kelapa sawit	
aux	FPENMAS = GRAPH(PENDMASY,50000000,15000000,[0,0.1,0.16, 0.21,0.27,0.31,0.34,0.37,0.4,0.4,0.4"Min:0;Max:1"]) ...	(32)
doc	FPENMAS = Fungsi pendapatan masyarakat dalam proses produksi kelapa sawit	
aux	FTIME = IF(TIME<2010,1,0.6)	(33)
doc	FTIME = Waktu dimulainya penanaman kelapa sawit	
aux	JML_LIMBAH = FLIMBAH*FTEK*FJL.....	(34)
doc	JML_LIMBAH = Jumlah limbah yang dihasilkan oleh produksi dan pengolahan produksi kelapa sawit	
aux	KELEMBAGAAN = GRAPH(TIME,2015,3,[0.98,0.97,0.94,0.92, 0.89, 0.81,0.73,0.59,0.41,0.32,0.19,0.09, 0.01"Min:0;Max:1"])	(35)
doc	KELEMBAGAAN = Fungsi kelembagaan dalam industri pengolahan produksi kelapa sawit	
aux	KONTINUITAS = GRAPH(JPROD,3000,100,[0.09,0.29,0.43,0.66, 0.78,0.85,0.90,0.88,0.86,0.84, 0.80"Min:0;Max:1"])*FKON	(36)
doc	KONTINUITAS = Kontinuitas produksi kelapa sawit	
aux	KONTINUITAS = GRAPH(JPROD,3000,100,[0.09,0.29,0.43, 0.66, 0.78,0.85,0.90,0.88,0.86,0.84, 0.80"Min:0;Max:1"])*FKON	(37)
doc	KONTINUITAS = Kontinuitas produksi kelapa sawit	
aux	KUALITAS = GRAPH(0,0,0.1,[0.1,0.25,0.37,0.47,0.58,0.7,0.75, 0.81,0.74,0.66,0.50,0.40, 0.30"Min:0;Max:1"])*FKUL+TEKNOLOGI_1.....	(38)
doc	KUALITAS = Kualitas industri pengolahan produksi kelapa sawit	
aux	MODAL_1 = KIND*IRMOIND	(39)
doc	MODAL_1 = Modal yang dibutuhkan untuk pengolahan produksi kelapa sawit	
aux	PENDMAS = (PRDKTM*INDEK_HRG)+FPENMAS	(40)

doc	PENDMAS = Pendidikan masyarakat	
aux	PENDMASY = $TK_2 * IRGTK$	(41)
doc	PENDMASY = Pendapatan masyarakat per bulan	
aux	TEKNOLOGI_1 = $FKLTS_SDM_1 * FPTEK * FTIME$	(42)
doc	TEKNOLOGI_1 = Fungsi teknologi dalam pengolahan produksi kelapa sawit	
aux	TK_2 = $KIND * ITKIND$	(43)
doc	TK_2 = Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam industri pengolahan produksi kelapa sawit	

Jenis dan Sumber Data

Penelitian dilakukan dari bulan Januari 2007 sampai Maret 2008 di kebun kelapa sawit plasma Sei Pagar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Lokasi penelitian meliputi empat desa, yaitu Desa Hangtuah dan Sialang, Kubang Kecamatan Perhentian Raja; Desa Sei Simpang Dua, Kecamatan Kampar Kiri Hilir; dan Desa Mayang Pongke, Kecamatan Kampar Kiri Hulu. Secara geografis, kebun kelapa sawit terletak pada posisi $0^{\circ}12' - 0^{\circ}20'$ Lintang Utara dan $101^{\circ}14' - 101^{\circ}24'$ Bujur Timur. Dari segi iklim, lokasi penelitian cocok untuk kelapa sawit dengan curah hujan tahunan rata-rata 1840–3400 mm/tahun, hari hujan rata-rata 116-172, dan kelembaban nisbi udara rata-rata >75%. Topografi datar-berombak, jenis tanah didominasi oleh *Haplosaprists* dan *Dystrudepts*. Sejak tahun 1985-1990, kelapa sawit rakyat (plasma) di lokasi ini dikembangkan melalui pola PIR-Trans seluas 6000 hektar terdiri dari 5 afdeling (afdeling A-E) dan kebun inti seluas 2.813 hektar terdiri dari 4 afdeling (afdeling I-IV). Untuk pengolahan pascapanen TBS, terdapat 1 unit pabrik kelapa sawit (PKS) dengan kapasitas 30 ton TBS/jam. Lokasi ini dipilih dengan pertimbangan yaitu: (1) Secara geografis, lokasi penelitian termasuk areal strategis yang terletak pada kawasan *Indonesia, Malaysia, Singapura-Growth Triangle (IMS-GT)* sehingga memiliki keunggulan dalam pemasaran produksi hasil olahan kelapa sawit seperti CPO dan produk lainnya; (2) Kebun kelapa sawit rakyat tersebar relatif luas yaitu sekitar 703 508 hektar atau sekitar 47,3 persen dari total areal perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau; dan (3) Pengelolaan perkebunan kelapa sawit rakyat masih mengalami kendala yang mencakup kendala teknis, sosial, ekonomi, dan aspek lingkungan hidup.

Selama penelitian, dilakukan rekaman data primer dan sekunder yang menyangkut aspek biofisik, aspek ekonomi, dan aspek sosial. Data sekunder bersumber dari PTPN V, Instansi Terkait Pemerintah Daerah Provinsi Riau, LSM, Bdan Meteorologi, dan instansi lainnya. Data primer biofisik kesesuaian lahan dan erosi tanah dikumpulkan dengan observasi lapang diikuti dengan pengambilan contoh tanah komposit, ring, air tanah permukaan, limbah cair PKS, dan daun tanaman. Data ekonomi dan sosial ikumpulkan melalui wawancara langsung ke petani, kelompok tani, dan KUD dengan kuesioner

DESAIN MODEL PENGELOLAAN KEBUN KELAPA SAWIT PLASMA BERKELANJUTAN BERBASIS PENDEKATAN SISTEM DINAMIS (Studi Kasus Kebun Kelapa Sawit Plasma PTP Nusantara V Sei Pagar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau) | Gusti Putu Wigena, Hermanto Siregar, Sudradjat, dan Santun R.P Sitorus

terstruktur. Jumlah responden sebanyak 100 orang yang diambil secara acak bertingkat (*stratified random*). Data terkumpul dianalisis dengan program Power Sim.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Validasi Model

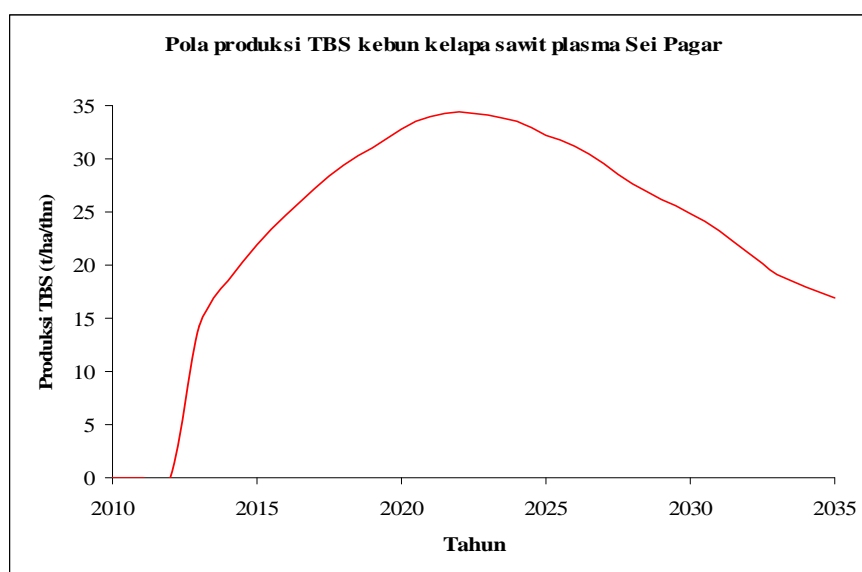
Validasi model dilakukan terhadap dua hal yaitu uji validasi struktur model dan uji validasi kinerja model. Pengujian validasi struktur model bertujuan untuk melihat kesesuaian struktur model dengan perilaku sistem pada dunia nyata (Hartrisari, 2007). Pengujian ini dilakukan terhadap variabel utama dari model utama (*main model*) yaitu variabel produksi tandan buah segar (TBS) pada submodel biofisik. Produksi TBS dipengaruhi oleh luas lahan, teknologi atau manajemen dari sumberdaya manusia, masukkan (input) terutama pupuk, sifat genetik dari tanaman itu sendiri dan produktivitas lahan yang berkaitan dengan daya dukung lingkungan.

Lahan dengan sifat-sifat kimia, fisika, dan biologinya merupakan variabel penentu terhadap produksi kelapa sawit dimana bersama dengan faktor daya dukung lingkungan lainnya menentukan pola produksi status tanaman. Sebagai media tumbuh, aplikasi manajemen yang diterapkan, seperti: pemupukan, pengendalian hama/penyakit, pengendalian gulma, semuanya diberikan melalui tanah. Dengan demikian, sifat-sifat tanah terutama yang berkaitan dengan kesesuaian lahan Sangay menentukan tingkat efektivitas dari manajemen yang diaplikasikan. Pada tingkat manajemen sama akan memberikan hasil TBS berbeda jika diaplikasikan pada tingkat kesesuaian lahan berbeda atau dengan tingkat produktivitas berbeda.

Sifat genetik tanaman adalah faktor bawaan (*inherent*) dari tanaman itu sendiri yang mempengaruhi produksi TBS. Dengan kemajuan teknologi pemuliaan, saat ini telah ditemukan satu varietas kelapa sawit unggul yang disebut varietas LaMe. Varietas ini bisa ditanam sebanyak 180 pohon/hektar, sedangkan varietas yang ditanam saat ini populasinya lebih rendah sekitar 130 pohon/hektar. Dengan keunggulan tersebut maka potensi produksinya juga lebih tinggi yaitu antara 22,5-30,6 ton TBS/hektar/tahun, lebih tinggi sekitar 34 persen dari varietas saat ini antara 17,7-22,9 ton TBS/ha/tahun (Harahap *et al.*, 2006). Peneliti lain melaporkan bahwa penggunaan klon unggul turunan dari varietas D X P mampu meningkatkan produksi TBS sampai 23,8-29,86 persen (Ginting, 2007). Berbeda dengan tanaman semusim, pada kasus komoditas kelapa sawit yang tergolong tanaman tahunan, selain faktor-faktor tersebut, pola produksi juga ditentukan oleh umur tanaman. Secara umum, pada tahap awal produksi rendah, diikuti pertumbuhan produksi cepat kemudian melambat lagi dan diikuti penurunan produksi karena faktor usia tanaman. Pada banyak kasus, umur produktif kelapa sawit yang dibudidayakan pada tanah masam mencapai sekitar

25 tahun dan sesudahnya perlu peremajaan karena pertimbangan teknis maupun ekonomis (Adiwiganda, 2002; Pahan, 2006). Dengan alasan tersebut, model dirancang untuk periode 25 mendatang yaitu tahun 2010-2035. Kombinasi antara produktivitas lahan yang tergolong S2 (cukup sesuai), sifat genetik dan teknologi pengelolaan, prediksi pola produksi TBS mengikuti bentuk *s-curve*, yang oleh Meadows (1987) disebut pola *limit to growth* (gambar 8) Pola ini merupakan pola produksi TBS yang umum dalam pemanfaatan lahan untuk perkebunan kelapa sawit.

Terlihat bahwa kelapa sawit mulai berproduksi pada tahun ke empat, diikuti pertumbuhan produksi cepat pada usia muda (4-10 tahun), pada usia selanjutnya (11-15 tahun) laju pertumbuhan produksi lambat kemudian pada usia selanjutnya (16-25 tahun) produksi menurun. Produksi terendah pada awal tahun yaitu 14,82 ton TBS/hektar/tahun dan tertinggi pada umur tanaman 12 tahun sebanyak 35,21 ton TBS/hektar/tahun. Dengan kisaran produksi tersebut, rata-rata tingkat produksi adalah 25,83 ton TBS/hektar/tahun. Tingkat produksi ini lebih tinggi dari hasil penelitian Winarna (2007) dimana tingkat produksi TBS pada lahan gambut saprik berkisar 23,2 ton TBS/hektar/tahun.



Gambar 8. Prediksi Pola Produksi Tandan Buah Segar (TBS) pada Model Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan di Sei Pagar

Walaupun produksi TBS simulasi lebih tinggi dari hasil kelapa sawit plasma, kecenderungan produksi menunjukkan kemiripan dengan produksi TBS petani plasma di lapangan saat ini yang umur tanaman kelapa sawit antara 17-

22 tahun. Pada umur kelapa sawit 17 tahun, rata-rata produksi TBS petani lebih rendah yaitu 24,00 ton TBS/ha/tahun dibandingkan dengan hasil simulasi sebesar 30,14 ton TBS/hektar/tahun. Pada umur tanaman 22 tahun, produksi petani sebesar 21,00 ton TBS/hektar/tahun, lebih rendah dari hasil simulasi sebesar 21,67 ton TBS/hektar/tahun. Secara umum, rata-rata produktivitas kelapa sawit plasma adalah 22,70 ton TBS/hektar/tahun, sedangkan rata-rata produksi hasil simulasi sebesar 25,83 ton TBS/hektar/tahun, lebih tinggi sekitar 13,79 persen. Hasil penelitian Erningpraja dan Poeloengan (2002) di kebun penelitian Bah Jambi yang berupa lahan kering masam dan kelas kesesuaian lahan S2 menunjukkan pola produksi yang sama dimana pada umur tanaman 8 tahun, 15 tahun, dan 20 tahun, rata-rata produksi TBS berturut-turut adalah 15, 32, dan 22 ton TBS/hektar/tahun.

Uji validasi kinerja dilakukan untuk mengetahui apakah model yang dibangun layak secara akademik dan juga untuk menghindari model yang salah. Cara pengujian yang umum dilakukan adalah dengan memvalidasi output model menggunakan uji statistik yang dikembangkan oleh Muhammadi *et al.* (2001) yaitu uji statistik penyimpangan antara nilai rata-rata simulasi terhadap aktual (*absolut mean error, AME*) dan uji penyimpangan nilai variasi simulasi terhadap aktual (*absolut variation error, AVE*) dengan kisaran nilai maksimal 10%. Lebih lanjut dikatakan bahwa uji validitas kinerja dapat dilakukan terhadap satu atau lebih variabel yang dominan baik pada *main model* maupun *co model*. Berdasarkan hal tersebut dan ketersediaan data yang ada, maka dipilih perkembangan jumlah penduduk aktual dan simulasi di lokasi penelitian selama 5 tahun terakhir yaitu tahun 2003-2007 sebagai variabel untuk pengujian validasi kinerja (tabel 2).

Tabel 2. Perbandingan Jumlah Penduduk Aktual dan Hasil Simulasi Kebun Kelapa Sawit Plasma Sei Pagar, 2003-2007

No	Tahun	Jumlah penduduk	
		Actual	Simulasi
1	2003	11 715	11 654
2	2004	11 943	11 857
3	2005	12 182	12 063
4	2006	12 413	12 273
5	2007	13 643	12 487

Adapun rumus untuk menghitung *AME* dan *AVE* adalah sebagai berikut:

$$AME = (\bar{S}_i - \bar{A}_i) / \bar{A}_i \times 100\%$$

$$AVE = (S_s - S_a) / S_a \times 100\%$$

Dimana:

$$\bar{S}_i = S_i / N;$$

$$\bar{A}_i = A_i / N;$$

S = Nilai simulasi

A = Nilai aktual

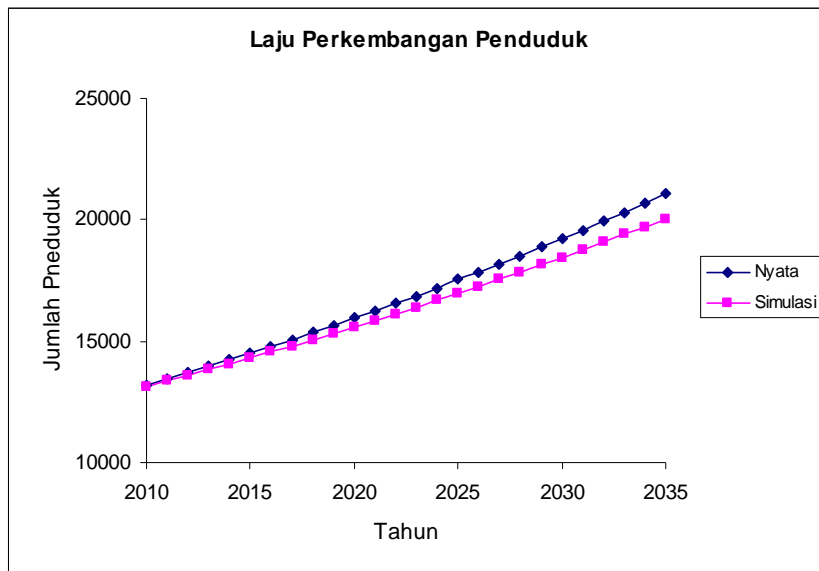
$$S_s = ((S_i - \bar{S}_i)^2 / N);$$

$$S_a = ((A_i - \bar{A}_i)^2 / N)$$

S_s = Deviasi nilai simulasi
 S_a = Deviasi nilai aktual
 N = Interval waktu pengamatan

Aplikasi rumus *AME* dan *AVE* tersebut diperoleh nilai *AME* berkisar antara 0,55 persen sampai 1,24 persen dan nilai *AVE* berkisar antara 1,06 persen sampai 5,02 persen. Kedua kisaran nilai tersebut masih di bawah nilai batas yang diperbolehkan yaitu 10 persen sehingga model yang dibangun memiliki kinerja yang baik, relatif tepat dan dapat diterima secara ilmiah.

Berdasarkan jumlah dan perkembangan penduduk selama lima tahun tersebut dilakukan estimasi perkembangan penduduk aktual dan simulasi untuk periode waktu 25 tahun yaitu tahun 2010-2035 (gambar 9). Terlihat adanya kemiripan pola perkembangan jumlah penduduk antara aktual dan simulasi. Aktualnya, rata-rata pertumbuhan penduduk di lokasi penelitian adalah 2,0 persen, simulasi sistem sebesar 1,71 persen. Ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan penduduk perlu dikendalikan secara lebih intensif sehingga tekanannya terhadap penggunaan lahan bisa lebih rendah.



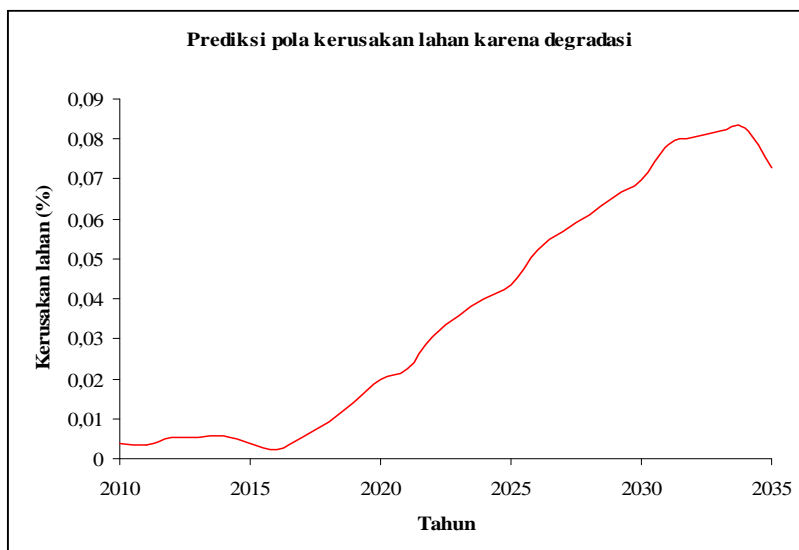
Gambar 9. Estimasi Perkembangan Jumlah Penduduk Aktual dan Simulasi di Kebun Kelapa Sawit Plasma Sei Pagar, 2010-2035

Aspek Biofisik Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan

Dalam aspek ini mencakup sumberdaya manusia (penduduk), produksi TBS, degradasi lahan, dan daya dukung lingkungan. Laju perkembangan penduduk perlu dikendalikan dari 2,0 persen/tahun menjadi 1,71 persen/tahun

DESAIN MODEL PENGELOLAAN KEBUN KELAPA SAWIT PLASMA BERKELANJUTAN BERBASIS PENDEKATAN SISTEM DINAMIS (Studi Kasus Kebun Kelapa Sawit Plasma PTP Nusantara V Sei Pagar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau) | Gusti Putu Wigena, Hermanto Siregar, Sudradjat, dan Santun R.P Sitorus

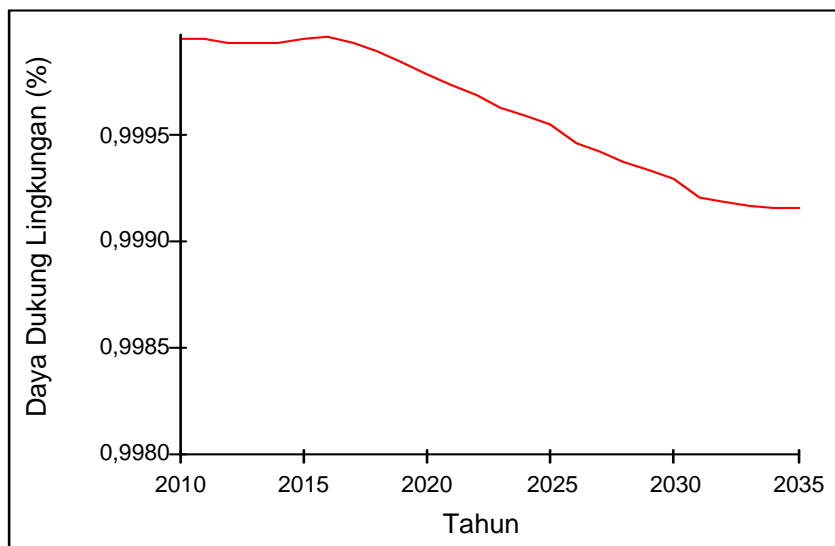
untuk mengurangi tekanan terhadap lahan dan memungkinkan untuk mengakses pendidikan ke jenjang lebih tinggi dalam rangka meningkatkan inovasi terhadap teknologi. Produksi TBS menunjukkan pola yang umum dalam pemanfaatan lahan untuk kelapa sawit yaitu pola *limit to growth*. Prediksi degradasi lahan menunjukkan pola mirip dengan pola produksi TBS (gambar 10).



Gambar 10. Prediksi Pola Degradasi Lahan pada Model Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan di Sei Pagar

Degradasi lahan relatif tetap pada periode awal, meningkat agak cepat pada pertengahan periode dan melambat pada akhir periode. Tingkat degradasi lahan selama periode simulasi tergolong rendah antara 0,03-0,08 persen. Hal ini dimungkinkan oleh kondisi topografi lokasi sebagian besar datar dengan lereng 0-5 persen, hanya sebagian kecil berombak dengan lereng 5-8 persen. Kombinasi dengan sistem perakaran tanaman yang rapat mampu menahan laju aliran permukaan pada waktu musim hujan. Pada kondisi seperti di lokasi penelitian, tanaman kelapa sawit memenuhi syarat sebagai tanaman konservasi karena memiliki kemampuan merehabilitasi tanah dan memperbaiki tata air (Harahap, 2007). Hasil penghitungan laju erosi berdasarkan pendekatan *Universal Soil Loss Equation (USLE)* diperoleh laju erosi sekitar 1,32 ton/hektar/tahun, jauh di bawah nilai ambang batas erosi yang diperbolehkan sekitar 15 ton/hektar/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan produktivitas lahan akibat erosi sangat kecil dan perlu dipertahankan dengan melakukan pengaturan tanaman penutup tanah, penempatan sisa panen sebagai mulsa di sela barisan kelapa sawit.

Prediksi daya dukung lingkungan (*environmental carrying capacity*) ternyata mendukung pola degradasi lahan dimana daya dukung lingkungan relatif tetap sampai pertengahan periode dan sedikit menurun sampai akhir periode (gambar 11). Dengan asumsi nilai daya dukung lingkungan sebesar 1,0 sebagai nilai yang menunjukkan daya lingkungan yang terbaik (100%) maka daya dukung lingkungan di lokasi penelitian masih tergolong baik. Penurunan daya dukung lingkungan berkisar antara 0,002-0,01 persen atau relatif tidak menurun selama pemanfaatan lahan untuk kebun kelapa sawit. Hal ini mencerminkan kualitas lahan, air dan udara yang masih mampu mendukung pertumbuhan dan produksi kelapa sawit sampai akhir periode estimasi.

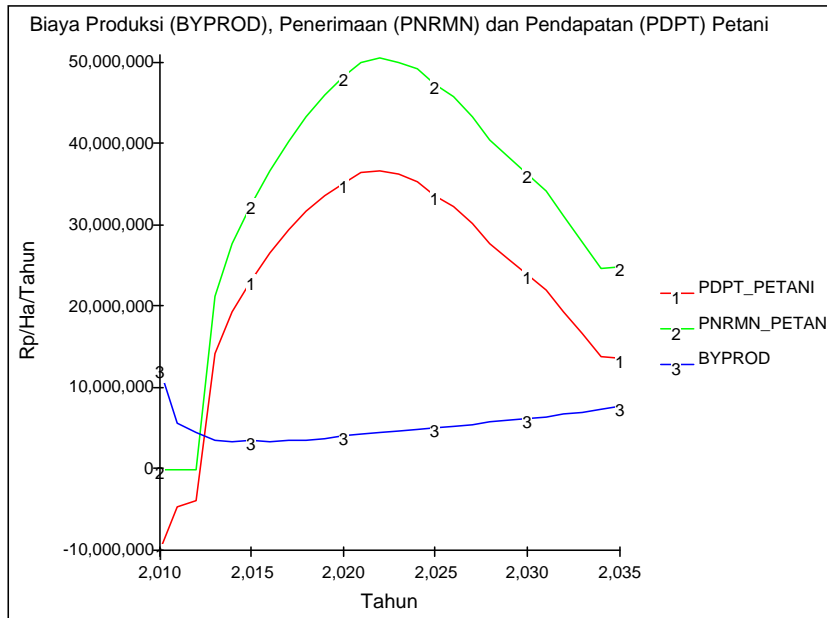


Gambar 11. Prediksi Pola Daya Dukung Lingkungan Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan di Sei Pagar

Aspek Ekonomi Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan

Secara ekonomi penerimaan dan pendapatan petani kelapa sawit plasma menunjukkan pola yang mirip dengan pola variabel produksi tandan buah segar tanaman yang meningkat cepat di awal periode, diikuti dengan peningkatan melambat dan menurun di akhir periode (gambar 12). Hal ini memang logis karena penerimaan petani diperoleh dari jumlah panen TBS dikalikan dengan harga satuan TBS. Pendapatan petani diperoleh dengan cara mengurangi penerimaan biaya produksi, biaya pemasaran, dan biaya-biaya lainnya (biaya perbaikan jalan, iuran peribadatan, biaya timbangan, dan biaya keamanan).

DESAIN MODEL PENGELOLAAN KEBUN KELAPA SAWIT PLASMA BERKELANJUTAN BERBASIS PENDEKATAN SISTEM DINAMIS (Studi Kasus Kebun Kelapa Sawit Plasma PTP Nusantara V Sei Pagar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau) | Gusti Putu Wigena, Hermanto Siregar, Sudradjat, dan Santun R.P Sitorus



Gambar 12. Prediksi Pola Biaya Produksi, Penerimaan dan Pendapatan Petani pada Model Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan Di Sei Pagar

Hal yang menarik adalah adanya sedikit perbedaan antara pola produksi TBS dengan produktivitas lahan disebabkan oleh tidak adanya dominasi alamiah faktor internal pada variabel produktivitas lahan. Jadi sifat-sifat bawaan tanah (*inherent soil properties*) sudah berinteraksi dengan faktor lainnya seperti iklim dan manajemen membentuk pola produktivitas lahan yang agak menurun pada periode akhir siklus tanaman kelapa sawit. Produksi TBS merupakan fungsi dari interaksi faktor eksternal (pengelolaan dan sifat-sifat lahan) dengan sifat genetik tanaman. Kelapa sawit termasuk tanaman tahunan dimana produksinya sangat dipengaruhi oleh umur tanaman yang polanya meningkat pada umur tanaman muda, diikuti dengan peningkatan produksi lambat dan kemudian menurun pada umur tanaman tua karena faktor usia. Secara ekonomis, umur kelapa sawit yang sudah tua (melebihi 25 tahun) sudah tidak layak dan perlu diremajakan .

Kelapa sawit merupakan komoditas global sehingga pengelolaannya dilakukan dengan penerapan agribisnis dengan skala ekonomi minimal 5000-6000 hektar/unit usaha. Hal ini memerlukan biaya produksi yang besar terutama pada awal periode dimana petani tidak mungkin untuk membiayai sendiri. Solusinya adalah pinjaman berjangka dari bank negara/swasta nasional dengan tingkat suku bunga tertentu. Adanya pengaruh tingkat inflasi dan faktor ekonomi

lainnya menyebabkan meningkatnya modal kerja yang dibutuhkan untuk pengelolaan kebun kelapa sawit yang memenuhi standar yang ditetapkan. Modal kerja dipakai untuk biaya produksi terutama di periode awal tanam sampai tanaman mulai menghasilkan (sekitar 3 tahun). Dengan asumsi rata-rata tingkat produksi TBS yang ingin dicapai sebesar 25,83 ton TBS/hektar/tahun, kebutuhan modal kerja untuk operasional 3 tahun tersebut sekitar Rp 22.833.500/hektar. Jumlah biaya ini sedikit lebih tinggi dari pola Program Revitalisasi Perkebunan Kelapa Sawit yang dirancang oleh Departemen Pertanian Tahun 2007 sebesar Rp 22.000.000/hektar (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2007). Hal ini dimungkinkan oleh perkembangan inflasi dan harga produk kelapa sawit terutama TBS yang cenderung meningkat akhir-akhir ini.

Setelah periode awal tersebut, biaya produksi memperlihatkan peningkatan dengan meningkatnya umur kelapa sawit. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya upah buruh yang menyangkut upah pemeliharaan tanaman (pemangkasan pelepah daun, pengendalian gulma dan hama/penyakit, dan pemupukan), upah panen, dan biaya transportasi dari kebun ke PKS. Pengelolaan kebun plasma dengan menerapkan anjuran pemupukan yang tepat jenis, waktu pemberian, dosis, cara pemberian, dan frekuensi pemberian pupuk pada lahan dengan kelas kesesuaian S2 memerlukan biaya sebesar Rp 866,55/kg TBS atau setara dengan Rp 22.382.900/hektar/tahun.

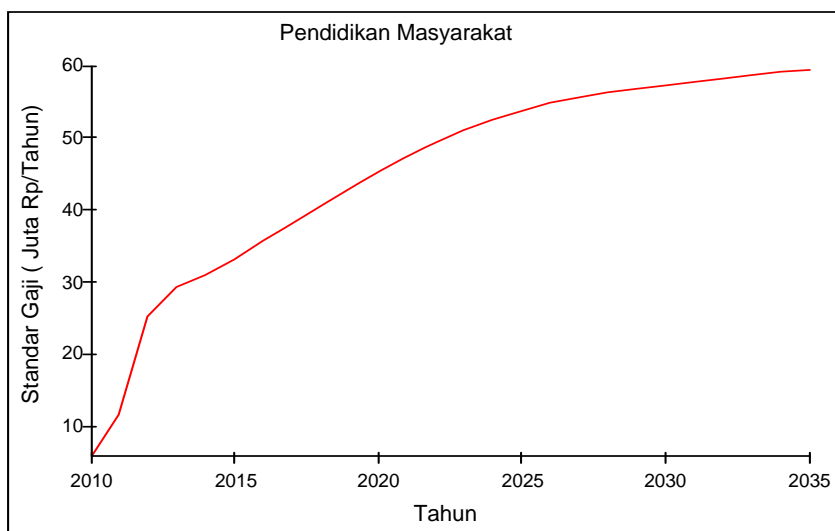
Dari pola pendapatan, diperoleh rata-rata pendapatan petani sebesar Rp 22.859.950/hektar/tahun atau sebesar Rp 1.904.995/hektar/bulan. Dengan kepemilikan lahan seluas 2,0 hektar/kk maka pendapatan petani menjadi Rp 45.719.900/tahun. Pendapatan masyarakat di sekitar kebun rata-rata sebesar Rp 16.845.025/tahun. Tingkat pendapatan ini melebihi tingkat pendapatan yang bersumber dari upah minimum regional (UMR) Provinsi Riau yang saat ini besarnya sekitar Rp 1.000.000/bulan.

Perbandingan lainnya adalah kondisi dimana pendapatan petani mampu memenuhi tingkat kebutuhan hidup layak (KHL), yang mencakup pemenuhan kebutuhan dasar petani, pendidikan, kesehatan, kegiatan sosial, dan sedikit menabung. Konsep KHL terdapat pada petani padi dimana dengan asumsi jumlah anggota rumah tangga petani 3-4 orang/kepala keluarga, produksi beras minimal 5.000 kg/tahun. Dengan tingkat harga beras Rp 4.000/kg maka pendapatan petani pada konsep KHL sebanyak Rp 20.000.000/tahun (Sinukaban, 2007). Tingkat pendapatan tersebut juga sudah memenuhi target Pemerintah Daerah Provinsi Riau melalui pengembangan sektor perkebunan kelapa sawit diharapkan pendapatan petani rata-rata sebesar US\$ 2.000/kk/tahun (Husien dan Hanafi, 2005).

Aspek Sosial Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan

Pendapatan yang diterima petani dialokasikan untuk biaya rumah tangga, pendidikan, kesehatan, kegiatan sosial, dan tabungan untuk perbaikan

rumah, peremajaan kebun, dan keperluan lainnya. Meningkatnya pendapatan petani berimbas pada perbaikan kondisi sosial terutama kualitas sumberdaya manusia seperti pendidikan (gambar 13). Pola *curve* peningkatan kualitas sumberdaya manusia mirip dengan pola produktivitas lahan dimana meningkat cepat pada periode awal, melambat pada periode pertengahan umur tanaman, dan kemudian relatif mendatar bahkan cenderung menurun pada periode akhir umur tanaman. Hal ini berkaitan dengan pola pendapatan petani sebagai sumber pembiayaan dalam mengakses jenjang pendidikan yang lebih tinggi. Meningkatnya jenjang pendidikan yang dicapai petani mampu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam mengelola kebun sawit. Hal ini berimbas kepada tingkat gaji yang diterima jika bekerja di perkebunan setara dengan pendapatan sampai sebesar Rp 55.000.000/tahun.



Gambar 13. Prediksi Pola Peningkatan Pendidikan Petani pada Model Pengelolaan Kebun Kelapa Sawit Plasma Berkelanjutan di Sei Pagar.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Kesimpulan

Input model pengelolaan kebun kelapa sawit plasma berkelanjutan adalah sumberdaya manusia (penduduk) dengan lju pertumbuhan 1,71 persen/tahun, bibit unggul varietas LaMe, sarana produksi (pupuk dan pestisida), kesesuaian lahan S2, modal kerja Rp 22.800.000/hektar, luas lahan 2,0 hektar/kk, harga TBS 1.600/kg. Model pengelolaan berkelanjutan yang dirancang untuk

periode waktu 2010-2035 mampu memenuhi aspek biofisik, ekonomi dan sosial dengan indikator:

Dari faktor fisik, produksi TBS rata-rata 25,83 ton/hektar/tahun, kesesuaian lahan tetap pada kelas S2 karena degradasi lahan rendah sekitar 0,03-0,08 persen, daya dukung lingkungan terpelihara baik dengan penurunan sekitar 0,002-0,01 persen.

Dari faktor ekonomi, pendapatan petani rata-rata sebesar Rp 22.859.950/hektar/tahun dan pendapatan masyarakat sekitar kebun rata-rata Rp 16.845.025/tahun. Pendapatan ini melebihi tingkat upah minimum regional (UMR) Provinsi Riau.

Dari segi sosial, kualitas sumberdaya manusia meningkat, tercermin dari pencapaian tingkat pendidikan yang disetarakan dengan pendapatan yang diperoleh sebagai tenaga kerja di perkebunan kelapa sawit sampai Rp 55.000.000/tahun.

Implikasi Kebijakan

Kepada petani, perlu meningkatkan kemampuan pengelolaan kebun dengan menerapkan teknologi pengelolaan yang efektif dalam meningkatkan dan mempertahankan produksi TBS pada level optimal agar secara ekonomi memberikan keuntungan. Disaat yang sama bisa menjaga kelestarian lingkungan dengan terkendalikannya erosi tanah, daya dukung lingkungan untuk mendukung produktivitas lahan tetap optimal. Keterwakilan petani dalam tim pembentukan harga TBS perlu diperkuat agar posisi tawar menawar petani lebih kuat sehingga harga TBS yang diterima petani meningkat.

Kepada pengambil kebijakan, perlu menciptakan kondisi ekonomi dan sosial yang kondusif dalam mendukung pengelolaan kebun kelapa sawit plasma berkelanjutan. Kelembagaan yang kuat dan harmonis dalam penyediaan sarana produksi dengan harga terjangkau petani, pelatihan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani untuk meningkatkan adopsi teknologi pengelolaan kebun dan pemanfaatan limbah sebagai sumber pupuk organik serta sosialisasi program Keluarga Berencana untuk menekan laju penduduk. Implementasi semua kebijakan tersebut akan sangat membantu petani dalam mencapai kondisi kebun berkelanjutan yang berdampak terhadap peningkatan Pendapatan Asli daerah (PAD) selain berdampak kepada petani dan masyarakat di sekitar kebun.

DAFTAR PUSTAKA

Adiwiganda, R. 2002. Pengelolaan Lapangan dalam Aplikasi Pupuk di Perkebunan Kelapa Sawit. Seminar Nasional Pengelolaan Pupuk pada Kelapa Sawit. PT. Sentana Adidaya Pratama. Medan.

DESAIN MODEL PENGELOLAAN KEBUN KELAPA SAWIT PLASMA BERKELANJUTAN BERBASIS PENDEKATAN SISTEM DINAMIS (Studi Kasus Kebun Kelapa Sawit Plasma PTP Nusantara V Sei Pagar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau) | Gusti Putu Wigena, Hermanto Siregar, Sudradjat, dan Santun R.P Sitorus

- Departemen Pertanian. 2008. Komitmen Pemerintah Membangun Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan. <http://www.indonesia.go.id>. 20 Agustus 2008.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 1992. Perusahaan Inti Rakyat Perkebunan. Pelaksanaan dan Pelatihan. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2007. Pedoman Umum Program Revitalisasi Perkebunan (Kelapa Sawit, Karet, dan Kakao). Departemen Pertanian. Jakarta.
- Dja'far, N. Ratnawati dan M. Akmal. 2005. Pedoman Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO) Tentang Prinsip dan Kriteria Sustainable Palm Oil pada Industri Kelapa Sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 13(2):85-110. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Eriyatno. 2003. Ilmu Sistem: Meningkatkan Mutu dan Efektivitas Manajemen. IPB Press. Bogor.
- Erningpraja, L. dan Z. Poeloengan. 2000. Rancang Bangun Model Produksi Bersih Kebun Kelapa Sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 8(3): 203-219. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Ginting, P. 2007. Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri. Yrama Widya. Bandung.
- Harahap, I. Y., Y. Pangaribuan, dan E. Listia. 2006. Keragaan Awal Pertumbuhan dan Potensi Produktivitas Berbagai Varietas Kelapa Sawit yang Ditanam dengan Populasi Tinggi. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 14(1): 1-10. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Harahap, E.M. 2007. Kelapa Sawit Penuhi Syarat Jadi Tanaman Konservasi. www.antara.co.id. 20 Agustus 2008
- Hartrisari. 2007. Sistem Dinamik. Konsep Sistem dan Pemodelan untuk Industri dan Lingkungan. Institut Pertanian Bogor. SEAMEO BIOTROP. Bogor
- Husien, H dan Hanafi. 2005. Peranan Pemerintah Daerah dalam Pengembangan Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat. Prosiding Seminar Nasional Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat: Pemberdayaan Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat sebagai Upaya Penguatan Ekonomi Kerakyatan. Pekanbaru, 15-16 April 2005. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan. Hal. 154-162.
- Meadows, D.H. (terjemahan). 1987. Batas-Batas Pertumbuhan. Terjemahan. P.T. Gramedia. Jakarta
- Muhammadi, E. Aminullah dan B. Soesilo. 2001. Analisis Sistem Dinamis. Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi. Manajemen. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. UMJ-Press. Jakarta.
- Pahan, I. 2006. Panduan Lengkap Kelapa Sawit: Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sinukaban, N. 2007. Konsep Kebutuhan Hidup Layak. Materi Mata Kuliah Sistem Usaha Pertanian Berkelanjutan. Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Winarna. 2007. Lahan Gambut Saprik Paling Potensial untuk Kebun Sawit. www.kapanlagi.com. 30 Juni 2007.