

## STRATEGI PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DAN KUALITAS KEDELAI LOKAL DENGAN PENDEKATAN PRODUKTIVITAS HIJAU

### STRATEGIES FOR INCREASING LOCAL SOYBEAN PRODUCTIVITY AND QUALITY WITH A GREEN PRODUCTIVITY APPROACH

Kardiyono<sup>1)\*</sup>, Marimin<sup>2)</sup>, Nastiti Siswi Indastri<sup>2)</sup>, Indah Yuliasih<sup>2)</sup>, Gatot Pramuhadi<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Banten Jl. Ciptayasa Km 01 Ciruas Serang  
Email : kardiyono70@gmail.com

<sup>2)</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

<sup>3)</sup>Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor

Makalah: Diterima 27 Agustus 2018; Diperbaiki 2 November 2018; Disetujui 20 November 2018

#### ABSTRACT

*Increasing the competitiveness of soybean is an important thing and priority that must be done in order to fulfil the national food security. The objectives of the research were (1) to map of local soybean problems associated with the concept of green productivity, (2) performance / green productivity index of soybean cultivation, and (3) design model of increasing soybean green productivity. The research was conducted in Banten Province on soybean production center. Data and information were collected through interviews and in-depth discussions on soybean business actors. The methods used were Green Value Mapping system, Green Productivity Indeks, and Fuzzy Inference System (FIS). The results showed that the green productivity status of soybean agribusiness was in low category that need to be improved through innovation especially on seed supply, post harvest handling, and utilization of waste.*

*Keywords : soybean, competitiveness, green productivity, green value stream mapping, fuzzy inference system*

#### ABSTRAK

Peningkatan daya saing kedelai merupakan hal penting dan prioritas yang harus dilakukan guna mewujudkan ketahanan pangan nasional. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) melihat peta permasalahan kedelai lokal dikaitkan dengan konsep produktivitas hijau, (2) mengukur performansi / indeks produktivitas hijau bagian budi daya kedelai, dan (3) membuat model peningkatan indeks produktivitas hijau kedelai. Penelitian dilakukan di Provinsi Banten pada sentra produksi kedelai. Data dan informasi dikumpulkan melalui wawancara dan diskusi mendalam terhadap pelaku usaha kedelai. Metode yang digunakan adalah *Green Value Mapping system dan Fuzzy Inference System (FIS)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa status produktivitas hijau pada usaha kedelai berada pada katagori rendah dan perlu ditingkatkan melalui inovasi terutama pada aspek penyediaan benih, penanganan pascapanen, dan pemanfaatan limbah.

Kata Kunci : kedelai, daya saing, produktivitas hijau, *green value stream mapping, fuzzy inference system*

#### PENDAHULUAN

Penurunan produksi kedelai lokal dan peningkatan kedelai impor merupakan salah satu indikasi lemahnya daya saing kedelai lokal terhadap kedelai impor. Tasra *et al.* (2012) mengemukakan keberlanjutan produksi kedelai lokal dinilai rendah akibat kebijakan pemerintah yang tidak menerapkan tarif impor sejak tahun 1998. Produksi kedelai menurun karena petani tidak tertarik untuk menanam kedelai (Supadi, 2009; Zakaria *et al.*, 2010). Ketergantungan impor kedelai dapat berisiko terhadap ketahanan nasional dan stabilitas sosial, ekonomi, dan politik sehingga perlu diarahkan menuju swasembada (Supandi, 2009). Langkah strategis yang dilakukan menuju swasembada kedelai yaitu dengan memberdayakan semua komponen teknologi secara simultan agar memberikan dampak terhadap petani sebagai produsen kedelai dan juga pengrajin tahu dan tempe sebagai konsumen (Tasra *et al.*, 2012). Peningkatan

daya saing kedelai lokal dapat juga dilakukan dengan menggali keunggulan dan mengoptimalkan kedelai lokal untuk memenuhi kebutuhan pasar.

Tren konsumen saat ini dan ke depan yang peduli terhadap produk sehat dan ramah lingkungan dapat dijadikan pendorong dalam memproduksi kedelai lokal (Karmala, 2009; Sumarno, 2010; Muslim dan Diah, 2014). Ginting *et al.* (2009) menyatakan bahwa kedelai lokal memiliki beberapa keunggulan yaitu kedelai non transgenik sehingga aman dikonsumsi, memiliki tingkat kesegaran, rendemen, dan kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan kedelai impor. Di sisi lain, kedelai lokal masih memiliki kelemahan antara lain masih rendahnya kualitas kedelai berupa tingginya kadar air dan kotoran serta biji yang tidak seragam.

Pendekatan produktivitas hijau merupakan pendekatan guna meningkatkan kinerja produktivitas dan lingkungan untuk pembangunan sosial-ekonomi (Saxena *et al.*, 2003). Produktivitas hijau

didefinisikan sebagai strategi peningkatan kinerja produktivitas dan lingkungan untuk pembangunan sosial ekonomi secara keseluruhan. Produktivitas hijau merupakan aplikasi alat, teknik, metodologi dari produktivitas dan manajemen lingkungan yang tepat untuk mengurangi dampak lingkungan (Marimin *et al.*, 2015). Konsep produktivitas hijau dapat diimplementasikan untuk meningkatkan daya saing kedelai lokal. Hal ini sejalan dengan permasalahan kedelai lokal yang produktivitas dan kualitasnya masih rendah serta belum optimalnya pemanfaatan sumber daya dalam produksi. Hal penting lain yang relevan dengan konsep produktivitas hijau yaitu masih terdapat pemborosan dalam sistem produksi kedelai yang mengarah pada terjadinya kerusakan lingkungan.

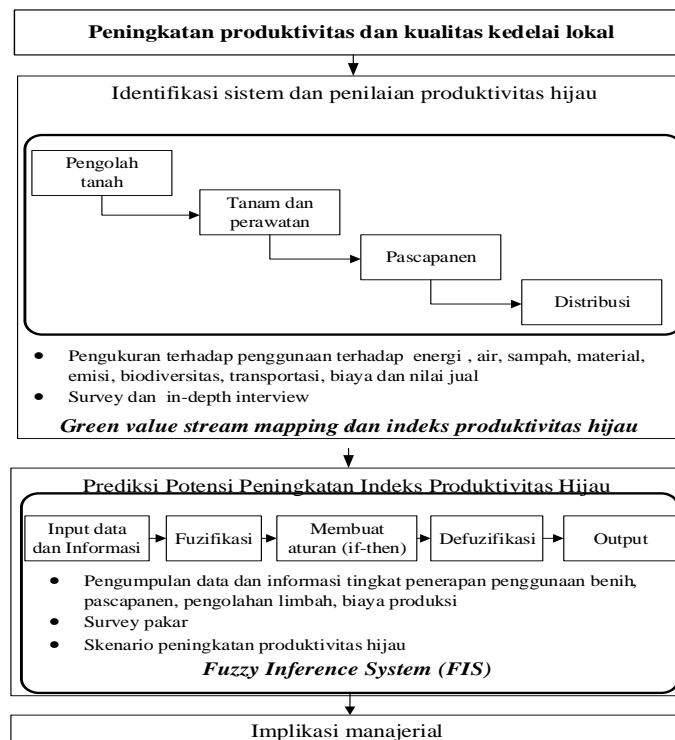
Produksi kedelai dapat dilakukan pada tiga tipe lahan yaitu lahan sawah, lahan tegalan, dan lahan hutan. Sebagian besar (60%) produksi kedelai dilakukan di lahan sawah dengan cara mengatur rotasi tanam (padi-kedelai-palawija lain atau padi-padi-kedelai). rotasi tanam kedelai setelah sawah telah menjadi tradisi di beberapa wilayah dengan maksud memanfaatkan lahan dengan waktu yang singkat (2-3 bulan) untuk mendapatkan pendapatan tambahan. Pola tanam pada lahan hutan biasanya dengan memanfaatkan lahan di antara tanaman hutan yang masih muda. Sedangkan pada lahan tegalan umumnya dilakukan rotasi tanam padi gogo-kedelai/jagung. Input produksi dan penerapan teknologi budi daya kedelai pada ketiga tipe lahan tersebut berbeda-beda dan menghasilkan produktivitas, nilai ekonomi, serta dampak terhadap lingkungan yang berbeda.

Marimin *et al.* (2015) menyatakan dalam praktiknya produktivitas hijau terdapat 4 (empat) hal yang menjadi ciri yaitu: (1) pendekatan berbasis orang yang terintegrasi, (2) peningkatan produktivitas, (3) peningkatan informasi sebagai faktor pendorong dan (4) kesesuaian lingkungan. Implementasi produktivitas hijau pada kedelai diharapkan dapat meningkatkan daya tarik konsumen akan kedelai lokal sehingga memotivasi petani untuk menanam kedelai. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan (1) peta permasalahan kedelai lokal dikaitkan dengan konsep produktivitas hijau, (2) perfomansi / indeks produktivitas hijau bagian budi daya kedelai, dan (3) model peningkatan indeks produktivitas hijau kedelai.

## METODE PENELITIAN

### Kerangka Penelitian

Peningkatan daya saing kedelai lokal melalui pendekatan produktivitas hijau sejatinya berupaya untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas kedelai sehingga mampu mengangkat nilai ekonomi dan mendorong motivasi petani untuk mengembangkan kedelai secara luas dan meningkatkan preferensi kalangan industri terhadap kedelai lokal sebagai bahan baku. Kerangka penelitian diawali penilaian produktivitas hijau menggunakan analisis peta aliran nilai hijau (*Green VSM*) dan Indeks Produktivitas Hijau. Selanjutnya dilakukan simulasi peningkatan produktivitas hijau dengan *fuzzy inferensi system* (FIS). Kerangka pemikiran penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian

**Lokasi dan Metode Pengumpulan Data**

Penelitian dilakukan di Provinsi Banten yaitu pada sentra produksi kedelai di Kabupaten Serang dan Kabupaten Pandeglang. Data dikumpulkan melalui survei dan wawancara mendalam terhadap berbagai unsur yang terkait dengan perkedelaaian yaitu petani (30 org), pengumpul (4 org), Pengrajin tahu (10), Penyuluh (10 org), Koperasi tahu dan tempe (2 org), Peneliti (3 org) dan pejabat pemda (5 org). Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni-Desember 2017.

**Metode Analisis Data**

*Peta Aliran Nilai Hijau (Green Value Stream Mapping /GVSM)*

Peta aliran nilai hijau (*Green VSM*) merupakan pengembangan dari peta aliran nilai (*VSM*) yang memperhatikan aspek dampak aktivitas pada lingkungan. *VSM* menitikberatkan pada pengurangan limbah produksi yang diterjemahkan sebagai pemborosan, sedangkan *GVSM* berusaha mengurangi limbah lingkungan. Metode pemetaan ini dikembangkan oleh Wills (2009) sebagai teknik untuk menerapkan prinsip *green intenstion* (Marimin *et al.*, 2015). Pada *GVSM* terdapat tujuh sumber pembangkit pemborosan yang terdiri dari pemakaian energi, air, mineral, sampah, transportasi, emisi, dan biodiversitas. Selanjutnya dilakukan pemetaan pada saat ini (*current state*) dan pemetaaan masa yang akan datang (*future state*) seperti tersaji pada Gambar 2.

**Perhitungan Indeks Produktivitas Hijau**

Indeks produktivitas hijau merupakan ukuran dari dua dimensi yang berbeda, yaitu dimensi perlindungan lingkungan dan peningkatan produktivitas. Hur *et al.* (2004) merumuskan indeks produktivitas hijau sebagai rasio antara produktivitas

suatu sistem dengan dampaknya terhadap lingkungan yang ditimbulkan. Selanjutnya produktivitas diartikan sebagai rasio antara harga jual (*HJ*) dan biaya produksi (*BP*) sedangkan dampak lingkungan terdiri dari limbah gas (*LG*), konsumsi air (*KA*) dan limbah padat (*LP*) serta tingkat pencemaran pada lingkungan (*PP*) yang masing masing memiliki faktor pembobot (*w*). Secara matematis dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$Indeks\ produktivitas\ Hijau = \frac{Harga\ Jual}{Biaya\ Produksi} \dots\dots\dots (1)$$

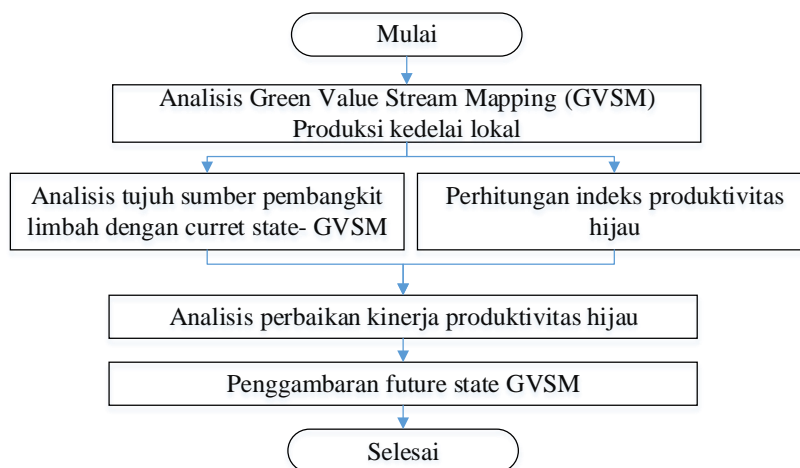
$$\frac{HJ}{w_{LG}LG + w_{KA}KA + w_{LP}LP + w_4PP}$$

Berkaitan dengan bobot pada dampak lingkungan bobot limbah gas ( $w_{LG}$ ), bobot konsumsi air ( $w_{KA}$ ) dan bobot limbah padat ( $w_{LP}$ ), didasarkan pada bobot yang ditetapkan oleh *Environment Sustainable Index (Esty et al., 2005)*. Marimin *et al.* (2014) menjabarkan bobot dampak lingkungan tersebut sebagai berikut :

$$w_{LG} = 0,375; w_{KA} = 0,25; w_{LP} = 0,125; w_4 = 0,25$$

**Inferensi Indeks Produktivitas Hijau dengan Fuzzy Rule-Based**

*Fuzzy rule-based* diaplikasikan pada penelitian ini untuk mengetahui tingkat produktivitas hijau yang dicapai berdasarkan bahasa linguistik. *Fuzzy rule-based* diperlukan untuk penilaian yang bersifat *vague*, ambigu, dan multi penilaian (Marimin *et al.*, 2013) seperti pada penilaian tingkat produktivitas hijau. Inferensi indeks produktivitas hijau ini memerlukan input sistem (fuzifikasi), aturan *fuzzy*, dan defuzifikasi yang pada penulisan ini mengikuti model yang dikembangkan oleh Hendra (2014).

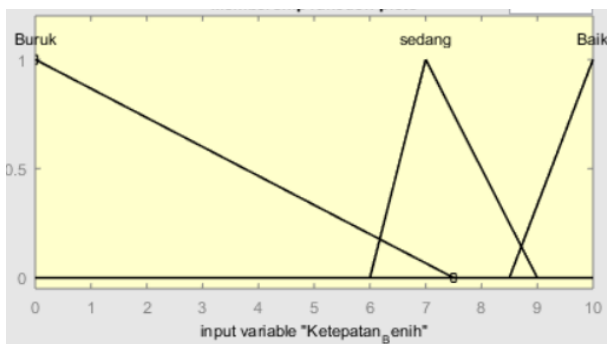


Gambar 2. Diagram alir penilaian produktivitas hijau

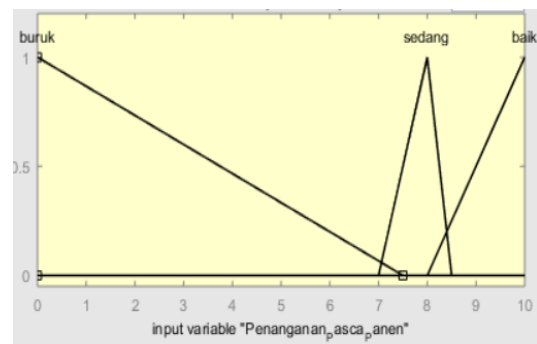
Input fungsi keanggotaan indikator ekonomi mencakup indikator ketepatan benih, penanganan pasca panen, dan biaya produksi sedangkan keanggotaan indikator lingkungan mencakup penanganan limbah berdasarkan informasi dan rekomendasi dari pakar di bidang kedelai. Himpunan *fuzzy* dari fungsi keanggotaan ketepatan benih, penanganan pasca panen, biaya produksi, dan penanganan limbah dirumuskan sebagai berikut:

- a) Ketepatan benih
  - Buruk : benih <7,5
  - Sedang :  $6 \leq \text{Benih} \leq 9$
  - Baik :  $8,5 \leq \text{Benih} \leq 10$
- b) Ketepatan penanganan pasca panen
  - Buruk : Pasca panen <7.5
  - Sedang :  $7 \leq \text{Pasca panen} \leq 8,5$
  - Baik :  $8 \leq \text{Pasca panen} \leq 10$
- c) Ketepatan biaya produksi
  - Buruk :  $2,5 \leq \text{biaya} \leq 10$
  - Sedang :  $1,5 \leq \text{Biaya} \leq 3,5$
  - Baik :  $0 \leq \text{biaya} \leq 2$
- d) Ketepatan penanganan limbah
  - Buruk : Pasca panen <3,5
  - Sedang :  $3 \leq \text{Pasca panen} \leq 5$
  - Baik :  $4 \leq \text{Pasca panen} \leq 10$

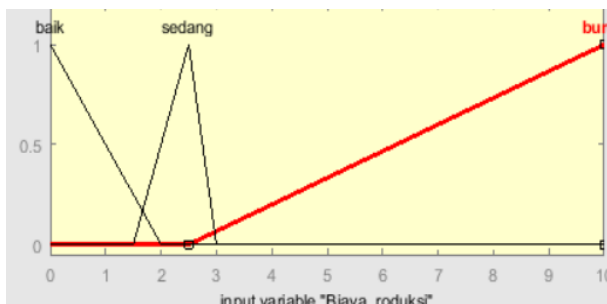
Ilustrasi cakupan keanggotaan dari parameter ketepatan benih, penanganan pasca panen, biaya produksi, dan penanganan limbah dapat dilihat pada Gambar 3.



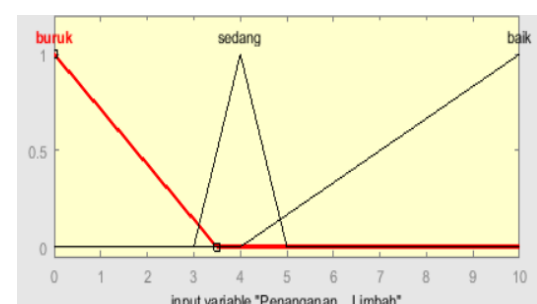
a) Ketepatan benih



(b) Ketepatan penanganan pasca panen



(c). Ketepatan biaya produksi



(d). Ketepatan penanganan limbah

Gambar 3. Ilustrasi fungsi keanggotaan parameter indeks produktivitas hijau

Aturan *fuzzy* disusun berdasarkan variabel input dan output *fuzzy* dengan formula:

*IF <Kualitas Benih & Penanganan pasca panen & Biaya produksi & Penanganan limbah> Then Tingkat GPI*

Kemungkinan nilai dari penggunaan benih adalah buruk, sedang, dan baik; penanganan pasca panen adalah buruk, sedang, dan baik; biaya produksi adalah buruk, sedang dan baik; serta pemanfaatan dan pengolahan limbah adalah buruk, sedang, dan baik (Gambar 3). Selanjutnya Indeks produktivitas hijau merupakan hasil dari parameter ketepatan benih, penanganan pasca panen, biaya produksi dan penanganan limbah yang dapat diilustrasikan pada Gambar 4.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kinerja Produksi dan Produktivitas kedelai Lokal

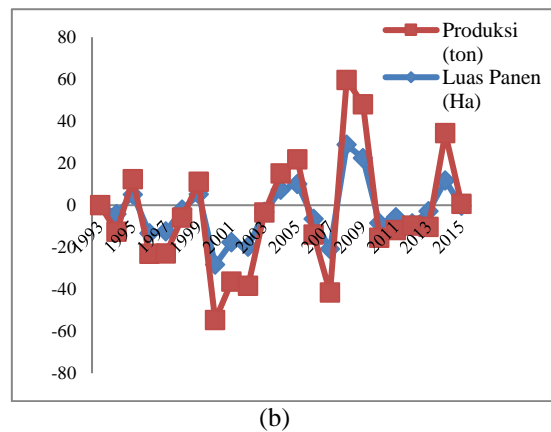
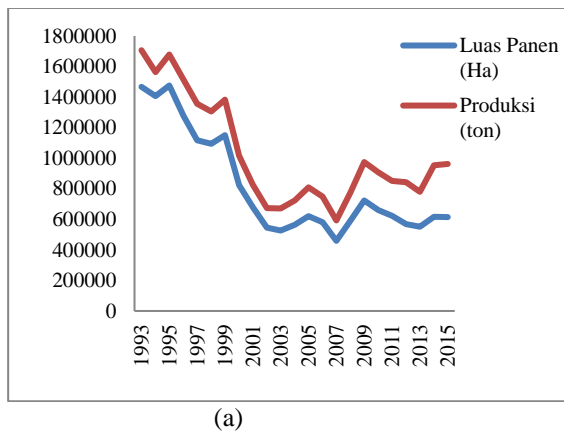
Produksi kedelai lokal cenderung menurun sejak terjadi perubahan kebijakan pemerintah mengenai tarif impor kedelai. Pada tahun 1981 – 1993 tarif impor kedelai sebesar 10 %, selanjutnya diturunkan menjadi 5% pada tahun 1994 – 1997 dan sejak tahun Oktober 1997 kebijakan pemerintah selain memberikan tarif impor kedelai sebesar nol persen juga memberikan keleluasaan bagi importir swasta (Gunawan, 2005).

Dampak tersebut menjadikan eksistensi kedelai impor lebih baik dibandingkan dengan kedelai lokal. Hal ini tercermin dari tren penurunan luas panen dan produksi kedelai lokal yang terlihat tahun 1996 sebesar 9,7%. Penurunan luas panen dan produksi terus terjadi hingga pada tahun 2003 dengan nilai sebesar 5-20% tahun 2003. Pada tahun 2004 mulai terjadi fluktuasi peningkatan dan penurunan luas panen serta produksi kedelai (Gambar 5).

Produksi kedelai pada tahun 1993 mencapai 1,7 juta ton, kemudian mengalami penurunan bertahap hingga pada tahun 2015 produksi kedelai sebesar 0,96 juta ton. Dengan demikian telah terjadi penurunan produksi cukup besar (43,58%) sebagai akibat dari penurunan luas panen. Tren penurunan produksi dan luas tanam kedelai rata-rata tiap tahun masing-masing sebesar 1,52% dan 2,96%. Namun demikian jika dilihat pada tingkat provinsi terdapat beberapa sentra produksi kedelai yang mengalami pertumbuhan positif baik luas panen maupun produksi yaitu Provinsi Sumatera Selatan (117,44 %, 15,07%), Banten (25,73%, 176,58%) dan Jawa Barat (3,28 %, 5,46 %) (Tabel 1).

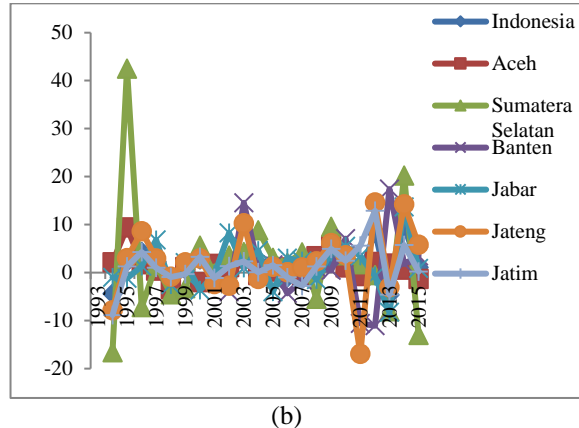
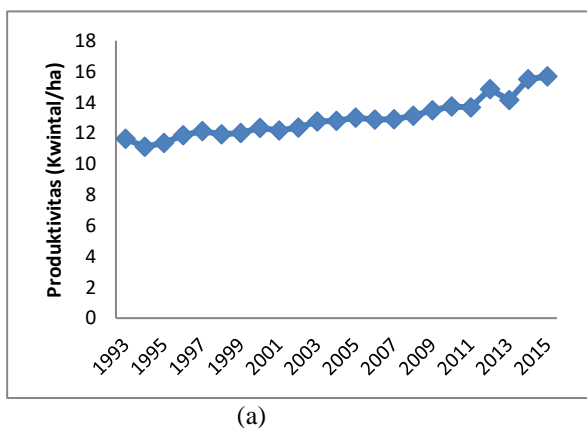
Penurunan produksi dan luas panen merupakan cerminan dari kurang tertariknya petani untuk menanam kedelai karena usaha tani kedelai dipandang kurang menguntungkan. Hal ini dipicu oleh masuknya kedelai impor dengan harga yang lebih murah karena tarif impor nol persen (Zakiah 2011). Selanjutnya petani beralih pada tanaman palawija lain yang lebih menguntungkan atau memiliki daya saing lebih baik dibandingkan kedelai yaitu komoditas jagung, kacang tanah, dan kacang hijau (Krisdiana, 2011; Nainggolan dan Hendayana, 2014). Faktor lain yang berpengaruh adalah panjangnya rantai pemasaran sehingga mengurangi *farmer's share* (Muslim dan Darwis, 2012).

Secara matematik produksi kedelai merupakan fungsi dari luas panen dan produktivitas. Luas panen kedelai dari tahun ke tahun cenderung mengalami penurunan, sedangkan tingkat produktivitas kedelai cenderung mengalami peningkatan (Riana dan Hardianto, 2011; Aldilah, 2014). Gambar 6 menunjukkan trend peningkatan produktivitas kedelai nasional dan pertumbuhan peningkatan produktivitas kedelai.



Sumber : BPS, 2018 (diolah)

Gambar 5. Tren penurunan kedelai nasional Tahun 1993 – 2015, (a) luas panen dan produksi dalam ribuan dan (b) luas panen dan produksi dalam persen



Gambar 6. Tren peningkatan produktivitas dan pertumbuhan produktivitas kedelai tahun 1993-2015, (a) tingkat nasional (kwintal/ha), (b). tingkat nasional beberapa provinsi di Indonesia (dalam persen)

Selama kurun waktu 23 tahun (1993-2015) laju pertumbuhan produktivitas kedelai secara nasional rata-rata mencapai 1,42 % per tahun. Keragaman laju pertumbuhan produktivitas tiap provinsi berbeda-beda. Berdasarkan data statistik terhadap enam provinsi penghasil kedelai nasional diperoleh informasi bahwa Provinsi Sumatera Selatan memiliki pertumbuhan produktivitas yang paling tinggi yaitu 2,37%. Laju pertumbuhan produktivitas yang menonjol terjadi pada tahun 1995 sebesar 42,52% dan tahun 2014 sebesar 20,25% (Gambar 6b). Sudaryono *et al.* (2010) menyatakan selama kurun waktu 6 tahun (2000-2006) produktivitas kedelai mengalami peningkatan yang cukup besar (86%) dari produktivitas 0,6-0,7 ton/ha menjadi 1,2-1,3 ton/ha. Sementara itu Adisarwanto (2007) menyatakan bahwa peningkatan produktivitas kedelai tergolong rendah, dalam kurun waktu 12 tahun (1992-2004) produktivitas kedelai hanya naik sebesar 14 % dari 1,12 ton/ha menjadi 1,20 ton/ha.

Faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas tanaman kedelai yaitu kesesuaian agroekologi dan tingkat penerapan teknologi. Sudaryono *et al.* (2010) menyatakan produktivitas kedelai dipengaruhi oleh tingkat kesesuaian lahan, kesuburan lahan, neraca lengas musiman, pengelolaan hara dan air, pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT), pemeliharaan, dan pascapanen. Agroekologi lahan seperti lahan sawah, lahan pasang surut, dan lahan kering memiliki karakteristik lahan yang berbeda, baik tingkat kesuburan maupun ketersediaan air. Agroekosistem lahan sesuai untuk budi daya kedelai apabila memiliki kecukupan unsur hara dan ketersediaan air (Sudaryono *et al.*, 2010). Tingkat penerapan teknologi budi daya kedelai seperti ketepatan penggunaan varietas, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit juga dapat mempengaruhi produktivitas tanaman. Penerapan teknologi budi daya kedelai di tingkat petani belum optimum, terutama dalam penggunaan benih bermutu dan pupuk baik dari segi jenis, jumlah, maupun cara pemberiannya (Zakaria, 2010).

Dalam rangka memenuhi kebutuhan kedelai nasional yang terus meningkat dengan proyeksi peningkatan konsumsi kedelai sebesar 2,44% per tahun (Sudaryanto dan Swastika, 2007), sementara produksi nasional cenderung stagnan, maka pemerintah terus berupaya meningkatkan produksi kedelai melalui berbagai program antara lain dengan penggunaan benih varietas unggul bermutu; pemberian bantuan sarana pascapanen; dan perbaikan sistem kelembagaan dengan memperbaiki sistem lembaga permodalan serta menguatkan peran gabungan kelompok tani dan kemitraan.

Produktivitas kedelai lokal dan perluasan areal tanam masih memiliki peluang untuk ditingkatkan. Pemanfaatan lahan kering, lahan pasang surut dan lahan sawah yang belum optimal dapat juga dilakukan untuk peningkatan produksi kedelai. Hal penting lain yang perlu dilakukan adalah meningkatkan perbaikan mutu kedelai lokal dan optimalisasi sumber daya serta melakukan perubahan sudut pandang dalam produksi kedelai yang tidak hanya berfokus pada peningkatan produktivitas tetapi juga menjaga kelestarian lingkungan. Dengan demikian kedelai yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai bahan baku aneka produk pangan yang bermutu dan sehat sesuai dengan tuntutan gaya hidup saat ini dan masa depan.

#### Produktivitas Hijau Budi Daya Kedelai

Tingkat Produktivitas hijau budi daya kedelai dinilai dengan melakukan serangkaian observasi dan pengukuran baik indikator lingkungan maupun indikator ekonomi. Pengukuran indikator lingkungan diawali dengan melakukan pengukuran pada sistem produksi yang berpotensi menghasilkan limbah. Wills (2009) menyampaikan terdapat tujuh sumber pembangkit limbah pada masing-masing tahapan produksi yaitu penggunaan energi, konsumsi air, material terbuang, sampah terbentuk, transportasi, emisi, dan biodiversitas. Total hasil analisis ketujuh sumber pembangkit limbah dari *value stream map (current state)* dikelompokkan menjadi empat variabel. Gambar 7 menunjukkan produktivitas hijau dengan asumsi produksi kedelai dihitung per musim tanam per ha dalam kawasan lahan kering.

Tabel 1. Rerata luas panen, produktivitas dan produksi serta laju pertumbuhannya selama 23 tahun (1993-2015)

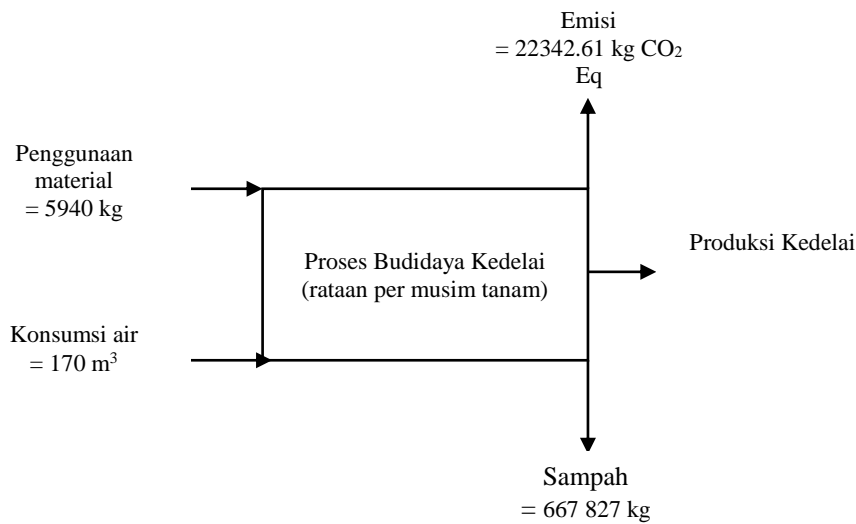
Wilayah /Provinsi	Rerata			Laju pertumbuhan (%)		
	Luas panen (ha)	Produktivitas (ton/ha)	Produksi (ton)	Luas panen	Produktivitas	Produksi
Aceh	55.531,83	1,308	69.889,52	(0,84)	1,28	0,52
Sumatera Selatan	9.030,83	1,300	11.329,00	117,44	2,37	15,07
Banten	4.690,80	1,288	5.917,07	25,73	1,23	176,58
Jawa Barat	45.010,70	1,359	60.076,43	3,28	1,55	5,46
Jawa Tengah	121.718,65	1,432	169.360,65	(2,17)	1,99	0,42
Jawa Timur	291.882,04	1,334	381.448,17	(2,77)	1,31	(1,48)
Indonesia	814.690,09	1,293	1.027.013,35	(2,96)	1,42	(1,52)

Sumber: BPS 2018 (Diolah)

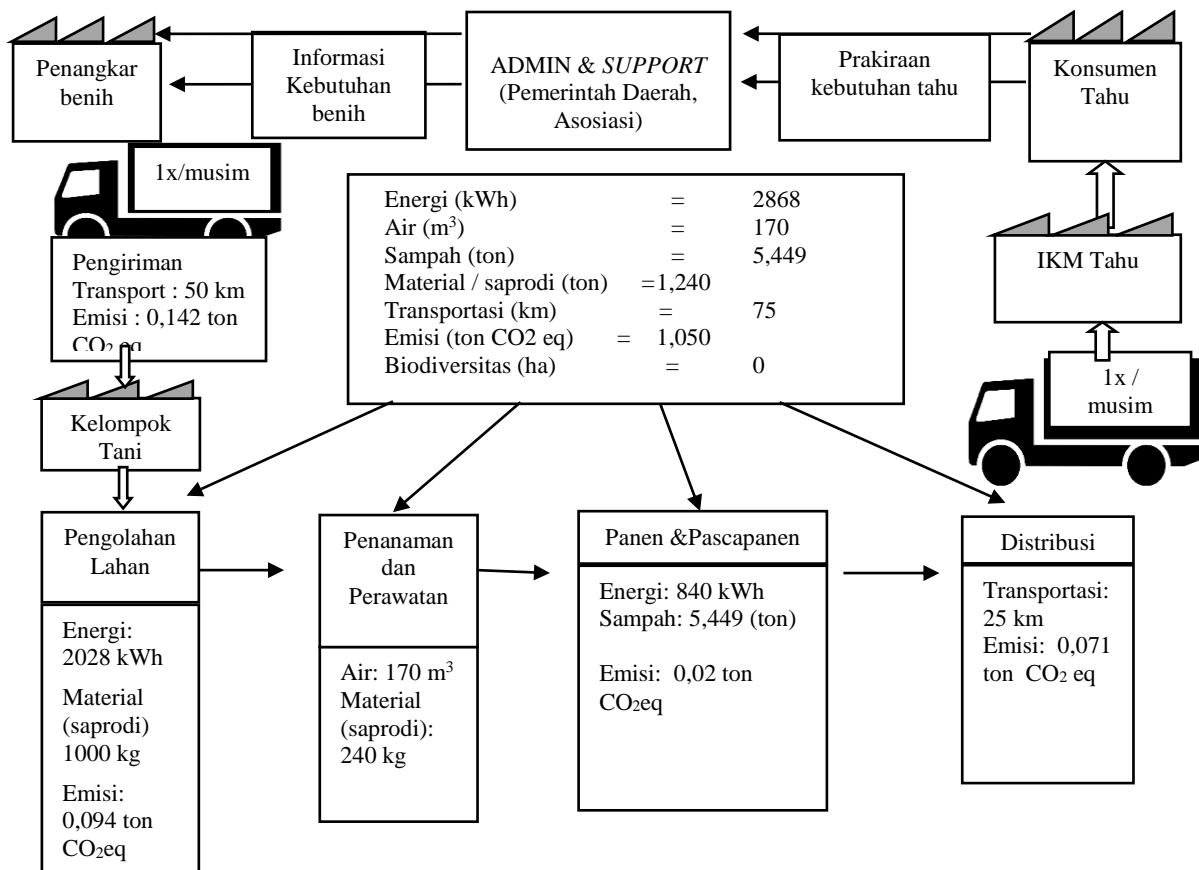
Berdasarkan hasil observasi lapang dan wawancara dengan petani, diperoleh informasi bahwa pada budi daya kedelai terdapat aktivitas yang dapat menjadi sumber pembangkit limbah yang dijadikan sebagai indikator lingkungan (EI). Aktivitas dalam produksi kedelai tersebut dapat dikelompokkan menjadi empat bagian yaitu kegiatan pengolahan tanah, penanaman dan perawatan, panen dan pascapanen, serta distribusi. Aktivitas dan nilai

pengukuran sumber pembangkit limbah pada lahan tegalan (*current state*) seperti pada Gambar 8.

Berdasarkan evaluasi sumber pembangkit limbah, penggunaan energi, emisi, dan biodeversitas masih cukup baik dan dapat dipertahankan, sedangkan aspek penggunaan air, material (saprodi), sampah, dan transportasi perlu ditingkatkan kinerjanya. Penggunaan air untuk menunjang kebutuhan produksi petani termasuk katagori pemborosan sehingga menambah input produksi.



Gambar 7. Aliran material variabel produktivitas hijau budi daya kedelai



Gambar 8. Green value mapping produktivitas hijau kedelai pada lahan kering

Petani perlu merencanakan lebih matang lagi dalam mengatur jadwal tanam yang tepat sehingga penggunaan air dapat lebih efisien. Informasi jadwal tanam yang tepat dapat diperoleh dengan mengakses informasi pada situs web Litbang Pertanian berupa KATAM (Kalender Tanam).

Sumber pembangkit limbah pada penggunaan material (saprodi) untuk budi daya kedelai terdiri dari benih, pupuk, dan pestisida. Benih yang digunakan dalam budidaya kedelai memiliki kualitas rendah sehingga mempengaruhi produktivitas tanaman. Kualitas benih tersebut dapat dilihat dari daya tumbuh dan kesesuaian dengan kondisi agroekosistem dan pangsa pasar kedelai yang diinginkan konsumen. Untuk meningkatkan produktivitas kedelai maka diperlukan perbaikan penggunaan mutu benih melalui penumbuhan penangkar benih di wilayah tersebut. Hasil penangkaran digunakan sebagai sumber benih untuk produksi kedelai wilayah secara luas. Sistem *Jabalsim* yang telah berhasil perlu ditumbuhkan lagi pada sentra-sentra produksi kedelai.

### Indeks Produktivitas Hijau

Indeks produktivitas hijau merupakan rasio dari produktivitas budi daya kedelai terhadap dampak lingkungan yang ditimbulkan. Indeks produktivitas hijau mencerminkan kemampuan sistem produksi untuk menghasilkan satu unit dengan risiko dampak lingkungan yang ditimbulkan. Semakin tinggi nilai indeks produktivitas hijau menunjukkan semakin baiknya sistem produksi yang dibangun oleh industri (Gandhi *et al.*, 2006).

Hasil pengukuran terhadap sumber pembangkit limbah pada produksi kedelai diperoleh nilai limbah gas 1,050 ton (LG), konsumsi air 0,017 ton, limbah padat 5,449 (LP), dan kerusakan terhadap biodiversitas 0 ton (PP). Selanjutnya untuk

mengukur dampak lingkungan yang ditimbulkan dengan penjumlahan tiga bobot variabel lingkungan indeks produktivitas hijau yang berasal dari nilai pembobotan ESI (Gandhi *et al.*, 2006). Nilai indikator lingkungan budi daya kedelai sebagai berikut:

$$\text{Indikator lingkungan (EI)} = (0,375 \times 1,050) + (0,25 \times 0,017) + (0,125 \times 6,689) + (0,25 \times 0) = 1,23$$

Melalui perhitungan tersebut, diketahui nilai dampak lingkungan yang ditimbulkan dalam setiap ha lahan sebesar 5,449 ton sampah. Berdasarkan wawancara dengan pelaku usaha tani kedelai, diketahui bahwa biaya produksi kedelai yang mencakup biaya sarana produksi dan tenaga kerja setiap musim tanam sebesar Rp 4.650.000. Sementara produksi tiap ha mencapai 1,2 ton dengan harga jual kedelai di pasaran sebesar Rp 6.000 per kg, maka diperoleh penerimaan sebesar Rp 7.200.000. Dengan demikian nilai perbandingan perolehan pendapatan dan keseluruhan biaya adalah 1,54. Indeks produktivitas hijau atau *green productivity index* (GPI) diperoleh melalui rasio indikator ekonomi dengan lingkungan (Hur *et al.* 2004). Hasil perhitungan indeks produktivitas hijau sebagai berikut:

$$\text{GPI} = (1,54 / 1,23) = 1,25$$

Pengukuran produktivitas hijau budi daya kedelai pada lahan sawah dan lahan hutan dilakukan sama seperti halnya dengan pengukuran produktivitas hijau pada lahan tegalan. Keragaman hasil pengukuran indikator lingkungan, indikator ekonomi, dan indeks produktivitas hijau pada berbagai tipe lahan budi daya kedelai di lahan tegalan, lahan sawah, dan lahan hutan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Keragaman indikator lingkungan dan ekonomi serta indeks produktivitas hijau pada budidaya tipe lahan tegalan, sawah dan hutan

Uraian	Lahan tegalan	Lahan sawah	Lahan hutan
<b>Indikator lingkungan</b>			
Energi (kWh)	2868,00	840,00	840,00
Air (ton)	0,017	0,00	0,00
Sampah (ton)	5,45	5,30	5,40
Material (saprodi) (ton)	1,24	1,24	1,24
Transportasi (km)	75,00	75,00	95,00
Emisi (ton CO <sub>2</sub> Eq)	1,05	0,86	0,75
Biodiversitas (ha)	0,00	0,00	0,00
Nilai Lingkungan	1,23	1,14	1,11
<b>Indikator ekonomi</b>			
Biaya tenaga kerja (Rp)	3.450.000,00	2.650.000,00	2.900.000,00
Biaya Sarana produksi (Rp)	1.200.000,00	950.000,00	1.000.000,00
Total biaya (Rp)	4.650.000,00	3.600.000,00	3.900.000,00
Produksi (ton)	1.200,00	1.400,00	1.350,00
Harga jual (Rp)	6.000,00	6.000,00	6.000,00
Total Penerimaan (Rp)	7.200.000,00	7.200.000,00	7.200.000,00
Nilai Ekonomi	1,55	2,00	1,85
Indeks Produktivitas Hijau	1,25	1,75	1,66



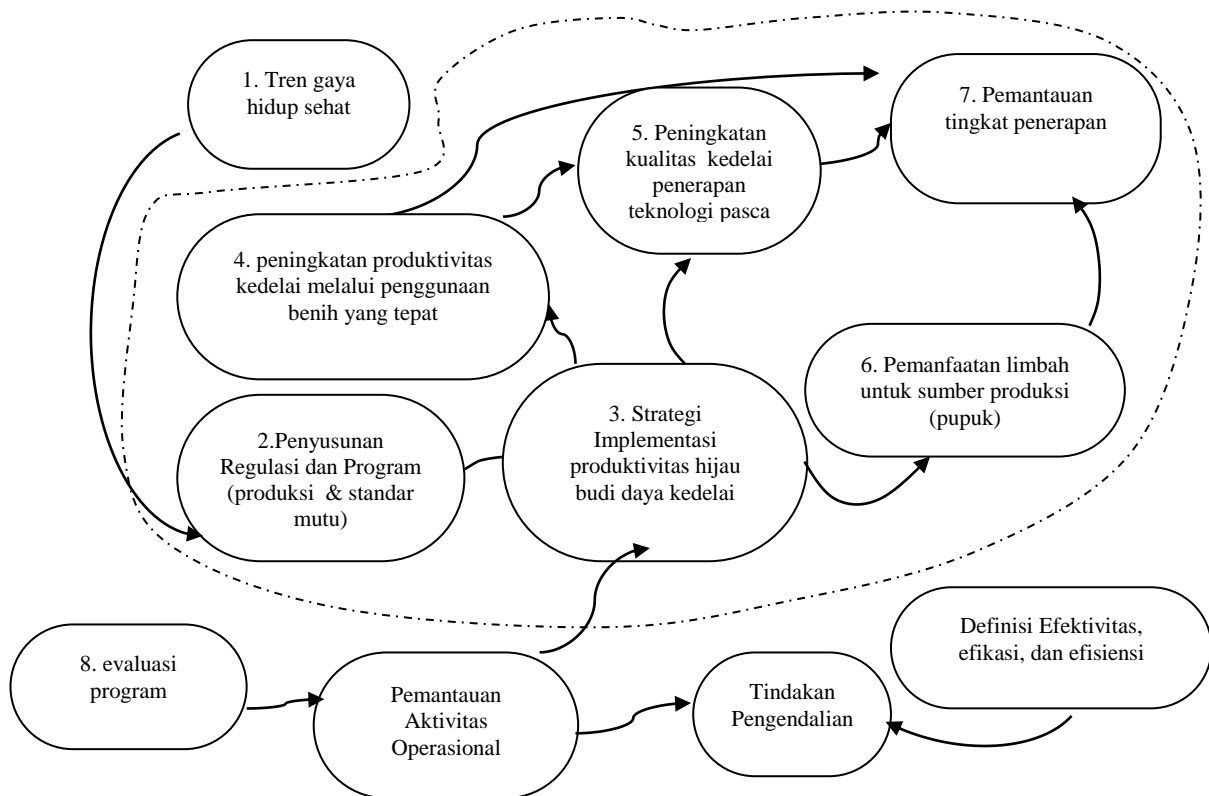
Data pada Tabel 2. menunjukkan bahwa indeks produktivitas hijau berbeda pada masing-masing lahan. Perbedaan indeks produktivitas hijau dipengaruhi oleh indikator ekonomis yaitu input dan output produksi. Lahan sawah dan hutan memiliki input produksi yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan lahan tegalan. Efisiensi biaya produksi berbeda terutama pada penerapan teknologi pengolahan lahan. Pada lahan sawah dan hutan tidak dilakukan pengolahan tanah sempurna sedangkan pada lahan tegalan dilakukan pengolahan tanah sempurna. Penataan lahan yang dilakukan berupa pembuatan drainase agar tidak terjadi genangan air pada saat hujan. Kinerja produktivitas pada ketiga lahan tersebut masih dapat ditingkatkan terutama pada aspek benih, penanganan pascapanen, serta penanganan limbah.

**Model Peningkatan Produktivitas Hijau**

Produktivitas hijau sebagai salah satu strategi rangka peningkatan kinerja produktivitas dan lingkungan untuk pembangunan sosial ekonomi secara keseluruhan (Marimin, 2015). Dalam implementasinya produktivitas hijau pada kedelai dapat dilakukan melalui perbaikan sistem penyediaan benih, penerapan kultur teknis budi daya dan pascapanen, pengelolaan dan pemanfaatan limbah, serta sistem logistik yang efektif dan efisien. Konsep peningkatan produktivitas hijau memiliki

persamaan dengan konsep pendekatan pengelolaan tanaman terpadu (PTT) yang dijadikan sebagai program kementerian pertanian dalam peningkatan produksi padi, jagung dan kedelai. Pengelolaan tanaman terpadu merupakan strategi untuk peningkatan hasil dan pendapatan petani melalui penggunaan sumberdaya alam serta masukan produksi yang efisien dan berkelanjutan, dengan azas integrasi, interaksi, dinamis dan partisipatif (Puslitbangtan, 2009b dalam Jamil dan Widiarta, 2016). Persamaan pendekatan tersebut terletak pada strategi dalam meningkatkan produktivitas dan pendapatan serta optimalisasi sumberdaya lahan. Pada aspek kepedulian terhadap dampak lingkungan pendekatan produktivitas hijau mendapatkan perhatian lebih menonjol. Hal tersebut tercermin dari metode dalam pemetaan dan pengukuran terhadap dampak lingkungan dalam bentuk nilai indeks produktivitas hijau .

Dalam peningkatan produktivitas hijau dilakukan melalui serangkaian tahapan mulai faktor pendorong berupa trend gaya hidup sehat sampai dengan evaluasi program yang tercermin pada Gambar 9. Implementasi peningkatan produktivitas hijau diperlukan perbaikan dan peningkatan kinerja yang terbagi menjadi tiga aspek yaitu kinerja produksi benih, kinerja penanganan pascapanen, serta kinerja penanganan dan pengolahan limbah seperti pada Tabel 3.



Gambar 9. Model produktivitas hijau kedelai

Tabel 3. Peningkatan kinerja model produktivitas hijau budidaya kedelai

Kegiatan	Model kenyataan	Pelaksanaan	Pelaku	Penilaian	Alternatif
Produksi benih	Model perbaikan sistem produksi benih	Rekayasa kelembagaan, sistem informasi dan produksi benih	Penangkar benih, BPSB	Belum handal / keterbatasan informasi dan pasar	Model penangkaran benih per wilayah (Jabalsim)
Penanganan pascapanen	Model penanganan pasca panen	Penyediaan sarana pasca panen dan rekayasa kelembagaan	Petani dan Dinas Pertanian	Belum terbangun kesadaran dan manfaat nilai tambah	Model penanganan pasca panen efektif dan efisien
Penanganan limbah dan pengolahan limbah	Model perbaikan dan penanganan limbah	Pembinaan dan pelatihan serta komersialisasi	Dinas pertanian, Litbang pertanian	Keterbatasan informasi dan nilai tambah	Model penanganan limbah yang tepat

Produktivitas hijau kedelai dapat ditingkatkan melalui inovasi teknologi dan manajemen sehingga yang semula memiliki indeks produktivitas hijau rendah (kinerja buruk) mengalami peningkatan indeks kinerjanya menjadi katagori baik (Gambar 10). Peningkatan kinerja penggunaan benih (varietas) dan budidaya memiliki kontribusi besar terhadap peningkatan produktivitas kedelai. Potensi peningkatan produktivitas melalui inovasi tersebut dapat mencapai 30-40% (hasil simulasi). Sementara itu pada penerapan pengelolaan tanaman terpadu (PTT) melalui penggunaan benih dan budidaya spesifik lokasi pada lahan sawah dapat meningkatkan produktivitas kedelai mencapai 33% dan pendapatan 86% (Sarwanto, 2007). Penerapan PTT pada lahan sawit dapat meningkatkan produktivitas kedelai dan pendapatan masing-masing 96 % dan 100% (Marwoto *et al.*, 2012).

Peningkatan kualitas kedelai melalui inovasi teknologi dan management pasca panen dengan mengoptimalkan alat dan mesin pertanian. Petani dan pedagang pengumpul umumnya kurang memperhatikan terhadap mutu kedelai. Akibatnya dari hal tersebut harga lokal lebih rendah dibandingkan dengan kedelai impor. Penerapan teknologi pasca panen masih rendah terutama pada pengeringan dan sortasi. Kedelai hasil panen biasanya tidak dilakukan pengeringan hingga kadar air sesuai standar penyimpanan akibat nya memiliki umur simpan yang singkat. Petani umumnya juga tidak melakukan sortasi sehingga kedelai yang di pasok ke industri memiliki tingkat kotoran yang tinggi. Melalui peningkatan kinerja pasca panen diharapkan terjadi peningkatan kualitas kedelai dan meningkatkan harga jual.

### Simulasi Peningkatan Produktivitas Hijau

Peningkatan produktivitas hijau yang dilakukan melalui perbaikan kinerja penerapan penggunaan benih, teknologi pascapanen, penanganan limbah, dan efisiensi input produksi

dapat meningkatkan indeks produktivitas hijau (GPI). Tabel 4 menunjukkan aturan *fuzzy* prediksi peningkatan produktivitas hijau.

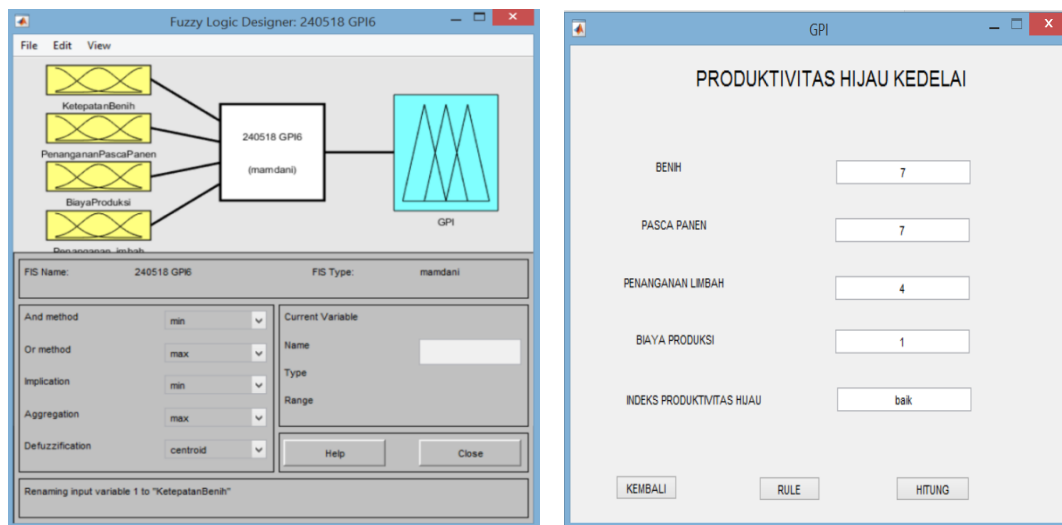
Untuk mengetahui capaian produktivitas hijau dalam budi daya kedelai dapat dilakukan dengan simulasi menggunakan *fuzzy inference system* (FIS). Peningkatan produktivitas hijau dilakukan dengan cara memberikan input parameter ketepatan benih, penanganan pascapanen, biaya produksi, dan penanganan limbah sesuai dengan tingkat nilai masing-masing parameter sehingga dihasilkan tingkat produktivitas hijau sesuai dengan perbaikan kinerjanya. GPI yang semula masuk dalam katagori buruk atau sedang, dengan perbaikan kinerja pada empat parameter yang awalnya rendah (buruk) mengalami peningkatan menjadi tinggi (baik). Gambar 10 menunjukkan model FIS untuk peningkatan produktivitas hijau kedelai lokal.

### Implikasi Kebijakan

Pendekatan produktivitas hijau merupakan strategi dalam rangka peningkatan produktivitas dan kualitas kedelai lokal dengan tujuan meningkatkan nilai tambah bagi pelaku yang terlibat dalam agribisnis kedelai yaitu petani dan pengumpul. Kinerja produktivitas dan kualitas kedelai lokal dapat meningkat jika mengimplemntasikan pendekatan ini sehingga mampu bersaing dengan kedelai impor khususnya untuk memenuhi kebutuhan industri pengolahan tahu. Guna menunjang kelangsungan produktivitas hijau diperlukan peran serta pemerintah khususnya dalam membangun kerja sama yang baik dan menguntungkan antara petani dengan industri pengolahan kedelai untuk meningkatkan kinerja distribusi. Rekayasa kelembagaan distribusi diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah secara proporsional bagi pelaku usaha baik petani maupun pengrajin tahu dan tempe.

Tabel 4. Aturan fuzzy prediksi produktivitas hijau kedelai

No	Benih	Pascapanen	Biaya	Limbah	GPI
1	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
2	Baik	Baik	Baik	Sedang	Baik
3	Baik	Baik	Baik	Buruk	Sedang
4	Baik	Baik	Sedang	Baik	Baik
5	Baik	Baik	Sedang	Sedang	Baik
6	Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sedang
7	Baik	Baik	Buruk	Baik	Sedang
.	.	.	.	.	.
28	Sedang	Baik	Baik	Baik	Baik
29	Sedang	Baik	Baik	Sedang	Baik
30	Sedang	Baik	Baik	Buruk	Sedang
31	Sedang	Baik	sedang	Baik.	Sedang
32	Sedang	Baik	Sedang	Sedang	Sedang
.	.	.	.	.	.
78	Buruk	Buruk	Sedang	Buruk	Buruk
79	Buruk	Buruk	Buruk	Baik	Buruk
80	Buruk	Buruk	Buruk	Sedang	Buruk
81	Buruk	Buruk	Buruk	Buruk	Buruk



(a) Kerangka model

(b) Hasil simulasi

Gambar 10. Model FIS untuk peningkatan produktivitas hijau kedelai lokal

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Produktivitas dan kualitas kedelai lokal masih rendah dan perlu ditingkatkan agar dapat bersaing dengan kedelai impor. Indeks produktivitas hijau kedelai lokal lahan tegalan, sawah dan hutan masing-masing sebesar 1,25, 1,75 dan 1,66 dengan katagori rendah, sedang dan sedang. Strategi peningkatan indeks produktivitas hijau dapat dilakukan melalui peningkatan kinerja dalam aspek penggunaan benih melalui penumbuhan penangkar benih pada sentra produksi kedelai, penanganan pascapanen, serta pemanfaatan dan pengolahan limbah. Peningkatan dilakukan dengan cara pemilihan varietas yang tepat dan manajemen

produksi benih yang handal, penggunaan dan pengelolaan alat mesin pascapanen (*threser*), serta pembangunan kelompok pengolahan limbah kedelai.

**Saran**

Agar implementasi produktivitas hijau budi daya kedelai mampu bersaing dengan kedelai impor, maka disarankan untuk dibuat sertifikat dan dibangun kerja sama dengan industri olahan kedelai yang menerapkan produktivitas hijau sehingga dapat dihasilkan produk dengan label produk hijau (*green product*) yang memenuhi kebutuhan konsumen. Melalui label tersebut diharapkan akan memperoleh harga jual produk yang lebih baik dan memberikan nilai tambah bagi produsen kedelai serta hasil olahannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto. 2007. Peluang peningkatan produktivitas kedelai di lahan sawah. *Iptek Tanaman pangan*. 2 (2): 205-213.
- Esty. Daniel C, Srebotnjak LM, Tanja, Sherbinin, Alexander de, 2005. Environmental sustainability index. Benchmarking National Environmental Stewardship, Yale Center for Environmental Law and Policy, New Heaven
- Gandhi N, Mohan DV, Selladurai P, Santhi. 2006. Green productivity indexing: A practical step towards integrating environmental protection into corporate performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*. 55 (7): 594-606.
- Gunawan E. 2005. Dampak perdagangan bebas terhadap daya saing dan profitabilitas usahatani kedelai di Jawa Timur dan Sulawesi Selatan. [Thesis]. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Ginting E, Antarlina SS, Widowati S. 2009. Varietas kedelai untuk bahan industri pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 28 (3): 79-87.
- Hur T, Kim I, dan Yamamoto R. 2004. Measurement of green productibility and its improvement. *Journal of Cleaner Production*. 12 (7): 673-683.
- Karmana IW. 2009. Adopsi tanaman transgenik dan beberapa aspek pertimbangannya. *Ganek Swara*. 3 (2): 12-21.
- Krisdiana R. 2011. Daya saing dan faktor determinan usaha tani kedelai di lahan sawah. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 31 (1): 6-12.
- Marimin, Darmawan MA, Machfud, Putra MPIF, Wiguna B. 2014. Value chain analysis for green productivity improvement in the natural rubber supply chain: a case study. *Journal of Cleaner Production*. XXX (2014): 1-11.
- Marimin, Djatna T, Suharjito, Hidayat S, Utama DN, Astuti R, Martini S. 2013. *Teknik dan Analisis Pengambilan Keputusan Fuzzy dalam Manajemen Rantai Pasok*. Bogor (ID): IPB Press.
- Marimin, Machfud, Darmawan A, Martini S, Rukmayadi D, Bangkit W, Islam MP, Adhi W. 2015. *Teknik dan Aplikasi Produktivitas Hijau (Green Productivity) pada Agroindustri*. Bogor (ID): IPB Press.
- Muslim E, Diah R I. 2014. Analisis pengaruh eco-label terhadap kesadaran konsumen untuk membeli *green produc*. *Jurnal Manajemen Teknologi*. 13 (1):66-80.
- Nainggolan dan Hendayana. 2014. Prospek swasembada kedelai Indonesia. *Pangan*. 23 (1): 83-92.
- Riana FD dan Hardiyanto I. 2011. Analisis peramalan konsumsi kedelai (*Glycine Max L.*) di Indonesia Tahun 2010-2019. *AGRISE*. XI (1): 9-18.
- Saxena AK, Bhardwaj KD, dan Sinha KK. 2003. Sustainable growth through green productivity, a case of edible oil industry in India. *International Energy Journal*. 4 (1): 81-91.
- Supadi. 2009. Dampak impor kedelai berkelanjutan terhadap ketahanan pangan. *Analisis Kebijakan Pertanian*. 7 (1): 87-103.
- Sumarno. 2010. Green agriculture dan green food sebagai branding dalam usaha pertanian. *Forum Penelitian Agroekonomi*. 28 (2): 81-90.
- Sudaryono, Taufik A, dan Wijanarko A. 2010. Peluang Peningkatan Produksi Kedelai di Indonesia. *Teknik Produksi dan Pengembangan Puslitbangtan*. 130-167.
- Tasra, E Ginting, Gatot. 2012. Menuju swasembada Kedelai Melalui Penerapan Kebijakan Strategis. *Iptek Tanaman Pangan*. 7 (1): 47-57.
- Wills B. 2009. *Green Intention: Creating a Green Value Stream to Compate and Win*. New York (US): CSC Press.
- Zakaria AK, Sejati WK, dan Kustiar R. 2010. Analisis dayasaing komoditas kedelai menurut agro ekosistem: kasus di tiga provinsi di indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi*. 28 (1):21-37.
- Zakiah. 2011. Dampak impor terhadap produksi kedelai nasinoal. *Agrisep* 12 (1): 1-10.