

Evaluasi Pembangunan Berkelanjutan dengan Rendah Karbon pada Sektor Pertanian Padi

Evaluation of Sustainable Developments with Low Carbon in Paddy Agricultural Sector

Dwi Sartika Adetama¹, Akhmad Fauzi², Bambang Juanda², dan Dedi Budiman Hakim³

Diterima: 27 Oktober 2021

Disetujui: 21 Oktober 2022

Abstrak: Pembangunan nasional berkelanjutan yang selama ini dilakukan oleh pemerintah tingkat keberhasilannya masih belum dinikmati oleh setiap provinsi di Indonesia, sebagian didominasi di Pulau Jawa. Pembangunan selama ini menggunakan skenario business as usual (BAU) diukur berdasarkan aspek pertumbuhan ekonomi tapi tidak memperhitungkan dampak lingkungan. Permasalahan mulai muncul disaat terdapat ketimpangan antara dimensi ekonomi dengan dampak lingkungan yaitu emisi gas rumah kaca. Penelitian ini mengusulkan pendekatan dalam mengevaluasi pembangunan nasional BAU dengan rendah karbon menggunakan Teknik Rap_withoutLCD berdasarkan Multi Dimensional Scalling (MDS). Objek penelitian pada tanaman padi, data yang dianalisis adalah data sekunder tahun 2014-2018, beberapa literature dan penelitian lain. Hasil penelitian menunjukkan nilai tukar petani, konsumsi beras, produksi padi, penduduk buta huruf, persebaran penduduk, persentase penduduk miskin, percontakan sawah, curah hujan, suhu, teknologi informasi, pompa air, Rice Milling Unit, penggunaan pupuk organik, peraturan rendah karbon, dan emisi gas rumah kaca merupakan atribut yang sensitif terhadap pembangunan nasional berkelanjutan. Artinya jika atribut tersebut dihilangkan maka akan berdampak pada status keberlanjutan. Penelitian ini menunjukkan hasil evaluasi eksisting pembangunan konsep BAU dengan rendah karbon didominasi antara kurang (less sustainable) dan cukup (quite sustainable) di setiap provinsi sehingga pemerintah perlu menerapkan kebijakan transformasi pembangunan pertanian rendah karbon yang dapat menunjang produktivitas pertanian dan juga pembangunan nasional di Indonesia.

Kata kunci: Pembangunan Berkelanjutan, Pertanian, Padi, Rap_withoutLCD, Rendah Karbon

Abstract: National sustainable development which has been echoed by the government the success rate has not yet been enjoyed by every province in Indonesia, partly dominated in Java. Development so far has used the scenario of business as usual (BAU) measured based on aspects of economic growth but does not take into account environmental impacts. Problems begin to arise when there is an inequality between economic and environmental dimension, namely greenhouse gas emissions. This study proposes an approach in evaluating low-carbon BAU national development using the Rap_withoutLCD technique based on Multi Dimensional Scaling (MDS). The object of research on paddy, the data analyzed are secondary data for 2014-2018, some literature and other research. The results showed farmers' exchange rates, rice consumption, paddy production, illiteracy, population distribution, percentage of poor people, food estate, rainfall, temperature, information technology, water pumps, rice milling units, use of organic fertilizers, low carbon regulations, and greenhouse gas emissions are attributes that are sensitive to national sustainable development. It means that if the attributes are removed, it will have an impact on the sustainability status. This study shows the results of the existing evaluation development of the BAU concept with low carbon dominated between less sustainable and sufficient in each province so that the government needs to implement

¹ Badan Ketahanan Pangan, Kementerian Pertanian

² Program Studi Ilmu Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan, Institut Pertanian Bogor

³ Departemen Ilmu Ekonomi FEM IPB dan Pusat Studi Internasional Keuangan dan Ekonomi Terapan LPPM IPB

Korespondensi: uwieticka@gmail.com

a low carbon agricultural development transformation policy that can support agricultural productivity and also national development in Indonesia.

Keywords: sustainable development, agriculture, paddy, Rap_withoutLCD, low carbon

PENDAHULUAN

Konsep pembangunan yang berlaku di Indonesia mengadopsi *Sustainable Development Goals* (SDGs) dengan mengutamakan aspek keberlanjutan baik dari dimensi ekonomi, sosial maupun lingkungan. Koherensi kebijakan mengacu pada integrasi semua dimensi pembangunan berkelanjutan pada semua tahap kebijakan domestik dan internasional (OECD, 2015). Persepsi tentang relevansi hubungan antara lingkungan, sosial dan tujuan kebijakan ekonomi sangat bervariasi antar negara dan kelompok pemangku kepentingan (Bain et al., 2019). Pertumbuhan ekonomi di atas ambang tertentu membawa dampak lingkungan dan sosial yang berpengaruh pada manfaat marjinal untuk kesejahteraan (Stiglitz et al., 2010; Trebeck dan Williams, 2019). Menurut (Daly, 1997), pembangunan berkelanjutan bertujuan untuk pembangunan yang stabil dan kemakmuran dalam kapasitas biofisik bumi, dan modal alam utama perlu dimasukkan dalam fungsi produksi. Manusia terus berinteraksi dengan sistem alam sehingga diusulkan untuk digabungkan agar dapat melihat dari perspektif yang terintegrasi (Liu et al., 2007). Keberlanjutan digunakan untuk mendefinisikan sistem di mana lingkungan dipertahankan, dan sumber daya tidak habis atau rusak dari waktu ke waktu (Humanities Education, 2009).

Pembangunan berkelanjutan berbasis ekonomi telah banyak diperdebatkan, selama ini Indonesia belum mengintegrasikan konsep pembangunan berkelanjutan dimana pelestarian lingkungan belum menjadi hal yang utama dalam suatu kebijakan, terutama terkait rendah karbon yang menjadi komitmen Indonesia. Teori Malthus menekankan bahwa terdapat trade off antara pembangunan berbasis ekonomi dengan lingkungan. Pembangunan berbasis lingkungan didasari teori dari Nicolas Geogerscu-Rogen tahun 1971 mengeluarkan Magnum Opus-nya yang berjudul *The Entropy Law and the Economic Process*. SDGs mewakili kebijakan yang sangat kompleks yang akan menjadi tantangan untuk dipenuhi oleh pemerintah (Lu et al., 2015). Menurut Leitman et al. 2009 dalam Fauzi (2014), degradasi lingkungan dan kerusakan sumber daya alam Indonesia telah dan akan menggerus pendapatan nasional Indonesia antara 0,2 sampai 7 persen terhadap PDB. Tantangan menuju pembangunan berkelanjutan tidak mudah meskipun Indonesia mengalami pertumbuhan ekonomi positif kurun waktu 2014-2018 rata-rata sebesar 5,42 persen setiap tahun. Penurunan tingkat kemiskinan rata-rata 10,64 persen setiap tahun, namun degradasi lingkungan pada sektor pertanian mengalami peningkatan. Indonesia berkomitmen meminimalisir *trade off* antara pembangunan ekonomi dan pelestarian lingkungan dengan kebijakan pembangunan rendah karbon yang menempatkan pada tujuan ke-13 (aksi perubahan iklim) sebagai dasar utama mendukung SDGs.

Sektor pertanian merupakan sektor strategis dan tidak terpisahkan dengan pembangunan nasional karena berkontribusi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB), menyerap tenaga kerja yang paling besar 28,33 persen (BPS, 2021), sumber devisa negara, dan pendapatan sebagian besar penduduk Indonesia. Padi merupakan komoditas strategis pada pembangunan nasional mengingat tanaman padi menghasilkan beras sebagai sumber bahan pangan pokok yang dikonsumsi hampir seluruh penduduk Indonesia. Hal ini dapat dilihat dari konsumsi beras sebesar 94 Kg/Kapita/Tahun (Susenas, 2020) seiring dengan laju pertumbuhan penduduk Indonesia sebesar 1,25 persen semakin meningkat berdampak pada peningkatan permintaan beras. Permasalahan lahan juga merupakan hambatan dalam pemenuhan kebutuhan pangan penduduk Indonesia. Luas lahan pertanian mengalami penurunan tahun 2018 sebesar 6,59 persen (Statistik Pertanian, 2019). Penurunan luas lahan

terutama terjadi di Pulau Jawa, konversi lahan pertanian menjadi perumahan, industri, infratraktur akan mengganggu ketersediaan beras sedangkan Indonesia berkomitmen untuk mewujudkan swasembada pangan. Semakin sulit untuk mengandalkan Pulau Jawa sebagai penyuplai beras nasional sedangkan permintaan beras di luar Pulau Jawa semakin meningkat.

Permasalahan terjadi dimana sektor pertanian menjadi penyumbang emisi carbon sebesar 2,23 persen setiap tahun (Kemenlhk, 2019). Menurut data FAO (2016), Indonesia menempati posisi ke-6 untuk emisi sektor pertanian sebesar 2,87 persen dari total emisi di dunia. Lahan sawah merupakan salah satu sumber emisi GRK yang menyebabkan terjadinya pemanasan global (global warming). Salah satu jenis emisi GRK yang penting oleh sistem sawah adalah metana (CH₄), karena reaktivitasnya yang tinggi, merupakan salah satu GRK utama yang berkontribusi besar terhadap fenomena pemanasan global. Hal ini disebabkan aktivitas pertanian mulai dari hulu sampai hilir berkontribusi pada emisi carbon. Emisi carbon berdampak pada kondisi iklim dan curah hujan yang tidak teratur, suhu udara sehingga berdampak pada produktivitas pertanian. Pertanian berkontribusi meningkatkan emisi carbon sehingga mempengaruhi produksi pertanian (Bai *et al.*, 2018). Menurut Shenggen dan Ramirez (2012), pertanian sangat rentan terhadap perubahan iklim berakibat pada produktivitas dan hasil panen kemungkinan besar akan mengalami musim yang bergeser dan variabilitas cuaca yang semakin tinggi sehingga berdampak pada ketahanan pangan. Penelitian Moraes *et al.* (2016) menyimpulkan bahwa pertanian rendah karbon di Amerika Selatan perlu dilakukan sistem pertanian yang dapat memitigasi perubahan iklim, praktek pertanian dengan memperbaiki lahan yang rusak, dan strategi peningkatan produksi pangan. Oleh karena itu, untuk mencapai keberlanjutan kebutuhan beras perlu dilakukan konsep pembangunan berkelanjutan dengan rendah karbon.

Pembangunan nasional yang dilakukan selama ini perlu dilakukan evaluasi untuk melihat keberhasilan keberlanjutan terutama yang berkaitan dengan pembangunan pertanian. Penelitian ini masih jarang dilakukan di beberapa negara, sebagian besar pemantauan pelaksanaan pembangunan dilakukan oleh Lembaga pusat atau Badan Pusat Statistik di masing-masing negara (Sachs *et al.*, 2019). Beberapa pendekatan yang dilakukan, seperti Salimova *et al.* (2020) menggunakan *integration index* untuk mengukur pembangunan pertanian di setiap wilayah, kelemahan penelitian ini tidak memperhitungkan dimensi lingkungan dan produksi pertanian. Liu *et al.* (2020), pembangunan pertanian perlu mempertimbangkan kebijakan terkait teknologi penangkapan emisi carbon untuk mengurangi dampak buruk akibat perubahan iklim, penelitian menggunakan metode Mann-Kendal. Pendekatan lain dalam menilai berkelanjutan menggunakan *Multidimensional Scaling* (MDS) umumnya dilihat dari dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan (Naser dan Dariush, 2020), penelitian lain menambahkan dimensi kelembagaan, dan infrastruktur teknologi (Kholil dan Ita, 2014), sedangkan Adiga *et al.* (2015) menilai keberlanjutan menggunakan dimensi lingkungan, teknologi, ekonomi, sosial, dan etika. Penelitian ini membandingkan pembangunan dengan konsep BAU dengan rendah karbon menggunakan metode MDS dengan lima dimensi (ekonomi, sosial, lingkungan, infratraktur, dan teknologi, serta menambahkan dimensi rendah karbon yang belum pernah diteliti penelitian sebelumnya) dengan objek penelitian pada tanaman padi. Secara umum penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi keberlanjutan pembangunan skenario BAU dengan rendah karbon, konsekuensi yang ditimbulkan pembangunan pertanian tanpa memperhitungkan rendah karbon, kemudian mengidentifikasi indikator-indikator multi dimensi, dan memberikan model referensi untuk menilai tujuan pembangunan pertanian.

Penelitian ini terfokus pada sektor pertanian khususnya komoditas tanaman padi. Sektor pertanian berperan penting dalam pembangunan selain menyediakan kebutuhan pokok bagi seluruh penduduk dan merupakan salah satu komponen menuju swasembada

pangan dan terwujudnya ketahanan pangan. Sebagian besar sumber mata pencaharian penduduk Indonesia pada sektor pertanian terutama tanaman padi.

METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan unit analisis sebanyak 34 provinsi. Data yang digunakan merupakan data sekunder periode tahun 2014 – 2018 yang diperoleh dari Bappenas, BPS, Bank Indonesia, Kementerian Pertanian, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Kementerian Keuangan. Metode analisis yang digunakan adalah metode *Multi Dimensional Scalling* (MDS) dengan software RAPFISH Program R yang dimodifikasi menjadi Rap-withoutLCD (*Low Carbon Development*). *Rapid appraisal* (RAP) adalah suatu teknik multi-disiplinary untuk mengevaluasi *comparative sustainability* berdasarkan sejumlah atribut/indikator yang mudah untuk diskoring (Fauzi dan Anna, 2005). Pendekatan MDS lebih fleksibel terhadap data, cukup stabil dibanding teknik multivariat lain (Pitcher dan Preikshot, 2001; Pitcher et al., 2013).

Penentuan atribut evaluasi eksisting pembangunan nasional dengan didasarkan pada *Peer Review Scoring*, beberapa literatur dan penelitian lain data sekunder tahun 2014-2018. Dari berbagai pendekatan diperoleh atribut dan skor keberlanjutan pada masing-masing dimensi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Atribut dan Skor Keberlanjutan pada Masing-Masing Dimensi

Dimensi	Atribut	Skor	Keterangan	
Ekonomi	Laju pertumbuhan ekonomi	0-1	Didasarkan pada LPE Tahun 2014-2018 di setiap provinsi terhadap LPE di Indonesia <2 persen	
		2-4	2-<3,5 persen	
		5-6	3,5-<4,5 persen	
		7-8	4,5-<6 persen	
		9-10	>6 persen	
		Jumlah tenaga kerja pertanian	0-1	<100.000 orang
	2-4		100.000-<1.000.000 orang	
	5-6		1.000.000-<3.000.000 orang	
	7-8		3.000.000-<6.000.000 orang	
	9-10		>6.000.000 orang	
	Produksi padi			Didasarkan pada produksi padi Tahun 2014-2018 di setiap provinsi <1.000.000 Ton
		0-1	1.000.000-<2.000.000 Ton	
		2-4	2.000.000-<4.000.000 Ton	
		5-6	4.000.000-<6.000.000 Ton	
		7-8	>6.000.000 Ton	
		9-10		
	Nilai Tukar Petani	0-1	<70 Tidak sejahtera	
		2-4	70-<90 Kurang sejahtera	
		5-6	90-<100 Sejahtera menengah	
		7-8	100-<110 Sejahtera	
		9-10	>110 sangat sejahtera	
	Konsumsi beras			Didasarkan pada konsumsi beras Tahun 2014-2018 di setiap provinsi >120 Kg/Kap/Tahun
		0-1	100-<120 Kg/Kap/Tahun	
		2-4	90-<100 Kg/Kap/Tahun	
		5-6	80-<90 Kg/Kap/Tahun	
		7-8	<80 Kg/Kap/Tahun	
		9-10		
Tingkat pengangguran terbuka			Didasarkan pada rata-rata TPB Tahun 2014-2018 provinsi terhadap rata-rata TPB	
	0-1	>8 persen		
	2-4	8->6 persen		

Dimensi	Atribut	Skor	Keterangan		
Sosial	Inflasi	5-6	6->4 persen		
		7-8	4->2 persen		
		9-10	<2 persen		
			Didasarkan pada rata-rata inflasi Tahun 2014-2018 di setiap provinsi terhadap rata-rata inflasi di Indonesia		
			>8 persen		
		0-1	8->6 persen		
		2-4	6->4 persen		
		5-6	4->2 persen		
		7-8	<2 persen		
		9-10			
	PDRB			Didasarkan pada PDRB Tahun 2014-2018 di setiap provinsi	
				<100.000 Milyar Rupiah	
		0-1		100.000-<200.000 Milyar Rupiah	
		2-3		200.000-<400.000 Milyar Rupiah	
		4-6		400.000-<500.000 Milyar Rupiah	
		7-8		>500.000 Milyar Rupiah	
		9-10			
		Laju pertumbuhan penduduk			Didasarkan pada trend perkembangan penduduk tahun 2014-2018
					>4 persen
0-1			4->2,5 persen		
2-4			2,5->1,5 persen		
5-6			1,5->0,5 persen		
7-8			<0,5 persen		
9-10					
Indeks Pembangunan Manusia				Didasarkan pada rata-rata IPM Tahun 2014-2018 di setiap provinsi	
				<50	
	0-1			50-<60	
	2-4		60-<70		
	5-6		70-<75		
Rasio jenis kelamin			>75		
	0-1		Tidak merata		
	2-4		Kurang merata		
	5-6		Merata menengah		
	7-8		Merata		
Persebaran penduduk	9-10		Sangat merata		
			Didasarkan pada rata-rata persentase jumlah penduduk provinsi terhadap jumlah penduduk Indonesia Tahun 2014-2018		
			Tidak merata		
	0-1		Kurang merata		
	2-4		Merata menengah		
Persentase penduduk miskin	5-6		Merata		
	7-8		Sangat merata		
	9-10				
	0-1		>30 persen di bawah nasional		
	2-4		30% di bawah nasional		
Ekologi	Kekeringan	5-6	10% di bawah nasional		
		7-8	Mendekati nasional		
		9-10	Di atas rata-rata nasional		
			Didasarkan pada rata-rata luas kekeringan tanaman padi terhadap luas tanam padi setiap provinsi Tahun 2014-2018		
			>8 persen		
	Banjir	0-1		8->5 persen	
		2-4		5->3 persen	
		5-6		3->1 persen	
		7-8		<1 persen	
		9-10			
			Didasarkan pada rata-rata luas banjir tanaman padi terhadap luas tanam padi setiap provinsi Tahun 2014-2018		
			>5 persen		

Dimensi	Atribut	Skor	Keterangan
		0-1	5->3 persen
		2-4	3->2 persen
		5-6	2->1 persen
		7-8	<1 persen
		9-10	
	Ctkswh		Didasarkan pada cetak lahan sawah di setiap wilayah di Indonesia tahun 2014-2018
		0-1	>1000 Ha
		2-4	1000->500 Ha
		5-6	500->200 Ha
		7-8	200->50 Ha
		9-10	<50 Ha
	POPT		Didasarkan pada rata-rata luas pengendalian OPT padi terhadap luas tanam padi setiap provinsi Tahun 2014-2018
			<5 persen
		0-1	5-<10 persen
		2-4	10-<15 persen
		5-6	15-<20 persen
		7-8	>20 persen
		9-10	
	Crhjn	0-1	<500 mm
		2-4	500-800 mm
		5-6	800-1200 mm
		7-8	1200-1500 mm
		9-10	>1500 mm
	Suhu	0-1	>37 °C dan <15 °C
		2-4	>35-37 °C dan 15-<18 °C
		5-6	>32-35 °C dan 18-<22 °C
		7-8	>29-32 °C dan 22-<24 °C
		9-10	24-29 °C
Infratraktur dan Teknologi	Mesin pengolah lahan (Traktor)		Didasarkan pada jumlah traktor setiap provinsi relatif terhadap jumlah mesin pengolah lahan di Indonesia
			jauh di bawah rata-rata
		0-1	di bawah rata-rata
		2-4	sama
		5-6	di atas rata-rata
		7-8	jauh di atas rata-rata
		9-10	
	Pompa air		Didasarkan pada trend perkembangan jumlah pompa air Tahun 2014-2018
		0-1	menurun
		2-4	fluktuasi dengan trend menurun
		5-6	sama
		7-8	fluktuasi dengan trend meningkat
		9-10	meningkat
	Teknologi Informasi	0-1	Tidak tersedia
		2-4	Terbatas dan sulit diakses
		5-6	Kurang efektif
		7-8	Tersedia
		9-10	Mudah diakses
	<i>Rice Milling Unit</i> (RMU)		Didasarkan pada jumlah RMU setiap provinsi terhadap jumlah RMU di Indonesia
		0-1	<2 persen
		2-3	2-<5 persen
		4-6	5-<10 persen
		7-8	10-<12 persen
		9-10	>12 persen
	Rehabilitasi jaringan irigasi		Didasarkan pada total RJI setiap provinsi Tahun 2014-2018
			<10.000 Ha
		0-1	10.000-<100.000 Ha
		2-3	100.000-<200.000 Ha

Dimensi	Atribut	Skor	Keterangan
		4-6	200.000-<300.000 Ha
		7-8	>300.000 Ha
		9-10	
	<i>Rice Transplanter</i>		Didasarkan pada trend jumlah <i>rice transplanter</i> Tahun 2014-2018 menurun
		0-1	fluktuasi dengan trend menurun
		2-4	sama
		5-6	fluktuasi dengan trend meningkat
		7-8	meningkat
		9-10	
Rendah Karbon	Keanekaragaman hayati	0-1	Tidak ada
		2-4	Sedikit
		5-6	Menengah
		7-8	Banyak
		9-10	Sangat banyak dan beragam
	Penggunaan pupuk organik		Didasarkan pada rata-rata persentase penggunaan pupuk organik setiap provinsi Tahun 2014-2018 terhadap penggunaan pupuk organik di Indonesia
		<1 persen	
		0-1	1 -<5 persen
		2-4	5-<10 persen
		5-6	10-<15 persen
		7-8	>15 persen
		9-10	
	Emisi karbon	0-1	>30 persen di bawah nasional
		2-4	30% di bawah nasional
		5-6	10% di bawah nasional
		7-8	Mendekati nasional
		9-10	Di atas target nasional
	Adopsi teknologi rendah karbon	0-1	Tidak ada
		2-4	Ada tapi sangat sulit
		5-6	Ada tapi sulit
		7-8	Mudah diadopsi dan banyak
		9-10	Sangat mudah dan banyak
	Standarisasi peraturan tentang rendah karbon	0-1	Tidak ada
		2-4	Ada tapi kurang memadai
		5-6	Ada tapi kurang efektif
		7-8	Efektif
		9-10	Sangat efektif
	Pemberian insentif	0-1	Tidak ada
		2-4	Ada tapi sedikit berpengaruh
		5-6	Pengaruh menengah
		7-8	pengaruh
		9-10	Sangat berpengaruh

Analisis ordinasi Rap-withoutLCD dalam penelitian ini menggunakan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan skor (*scoring*) pada setiap atribut yang ditetapkan menggunakan RAPFISH versi 2013 dengan skala ordinal antara 0-10, yang bersifat *monotonic* dengan skor 0 (*bad*) dan 10 (*good*).
2. Melakukan analisis ordinasi pada Rap-withoutLCD metode MDS dengan menggunakan Program R.
3. Melakukan penilaian indeks dan status keberlanjutan dari eksisting pembangunan nasional setiap dimensi dan multidimensi. Skala yang digunakan untuk menentukan indeks keberlanjutan berdasarkan perhitungan University Columbia dalam Fauzi dan Anna (2005). Dalam penelitian, ada empat skala kategori status keberlanjutan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Nilai Indeks dan Status Keberlanjutan

Nilai indeks	Kategori keberlanjutan
0 – 24,99	Buruk (<i>unsustainable</i>)
25 – 49,99	Kurang (<i>less sustainable</i>)
50 – 74,99	Cukup (<i>quite sustainable</i>)
75 – 100	Baik (<i>very sustainable</i>)

- Analisis leverage untuk menentukan atribut yang berpengaruh, sensitif terhadap keberlanjutan dalam setiap dimensi berdasarkan nilai Root Mean Square (RMS) tertinggi. Perubahan atribut yang sensitif berpengaruh terhadap nilai indeks keberlanjutan (Pitcher dan Preikshot 2001).
- Analisis Montecarlo untuk mendeteksi sumber kesalahan (*error*) dari keragaman (Fauzi, 2019).

Dalam RAPFISH, MDS digunakan untuk mengordinasi unit dalam skala “*bad*” dan “*good*”, dengan cara mentransformasi *multidimensional statistic* (dalam hal ini unit-unit analisis dengan sekelompok atribut) ke dalam dimensi yang lebih rendah dengan tetap mempertahankan sifat-sifat “jarak” antara kasus yang dianalisis. Algoritma ALSCAL MDS kemudian membangkitkan skor unit dalam dua dimensi melalui formula berikut (Kavanagh dan Pitcher, 2004).

$$\zeta \{S\} = D2 + E$$

ζ menggambarkan transformasi monotonik, E adalah matriks residual (*error*), dan D adalah matriks Euclidian atau

$$D2 = \sqrt{(Y_1 - Y_2)^2 + (Y_3 - Y_4)^2 + \dots}$$

$$D2 = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_j)} \quad i \neq j$$

Algoritma ALSCAL kemudian melakukan proses iterasi untuk meminimalkan eror E. iterasi ini akan berhenti ketika “*goodness of fit*” yang diukur melalui s-stress mencapai nilai minimum yang telah ditetapkan (yaitu 0.005) melalui:

$$S - Stress = (Stress)^{\frac{1}{2}}$$

Dimana stress didefinisikan sebaga berikut:

$$Stress = \frac{\|E\|}{\|\zeta\{S\}\|}$$

Simbol “double bar” atau $\|.. \|$ diartikan sebagai “jumlah kuadrat dari elemen yang ada dalam matriks” (Fauzi, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

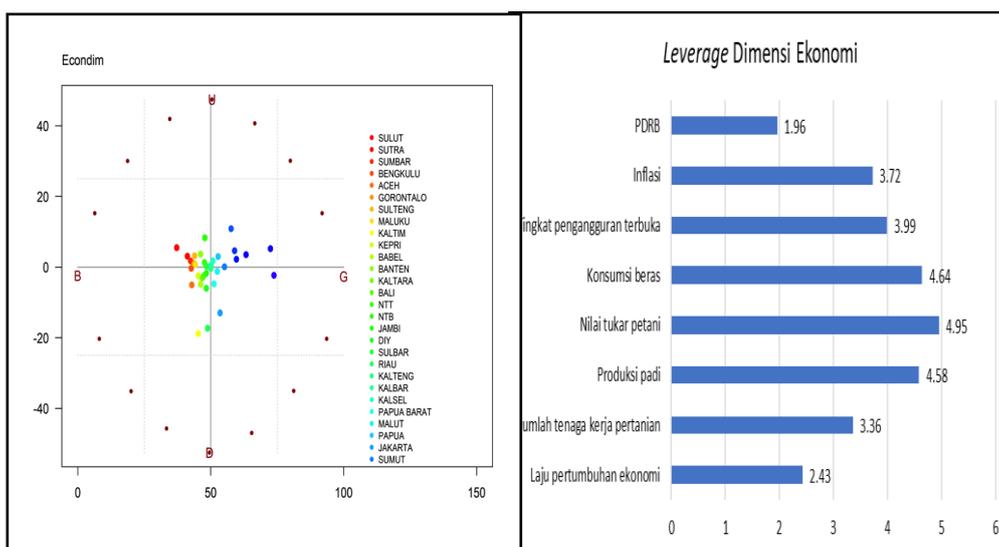
Dimensi Ekonomi

Indeks keberlanjutan pembangunan nasional pada dimensi ekonomi menghasilkan adanya keragaman dengan nilai skor antara 37,21 – 73,73 terdapat 21 provinsi yang berada pada posisi ordinasi kurang (*less sustainable*), tiga posisi terendah dengan nilai keberlanjutan masing-masing yaitu Provinsi Sulawesi Utara (37,21), Sulawesi Tenggara (41,19), dan Sumatera Barat (42,41), sisanya berada pada rentang nilai 42,64 – 49,95. Sedangkan indeks keberlanjutan dimensi ekonomi pada posisi ordinasi cukup (*quite sustainable*) terdapat pada 13 provinsi, yang paling tinggi didominasi pada Pulau Jawa yaitu Provinsi Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Jawa Barat dengan nilai keberlanjutan masing-masing 73,73; 72,42; dan 63,28. Sedangkan sisanya berada pada rentang 50,11 – 59,64 (Gambar 1).

Atribut yang sensitif terhadap indeks keberlanjutan pembangunan dari hasil analisis leverage (Gambar 2), yaitu nilai tukar petani (NTP), konsumsi beras, dan produksi padi.

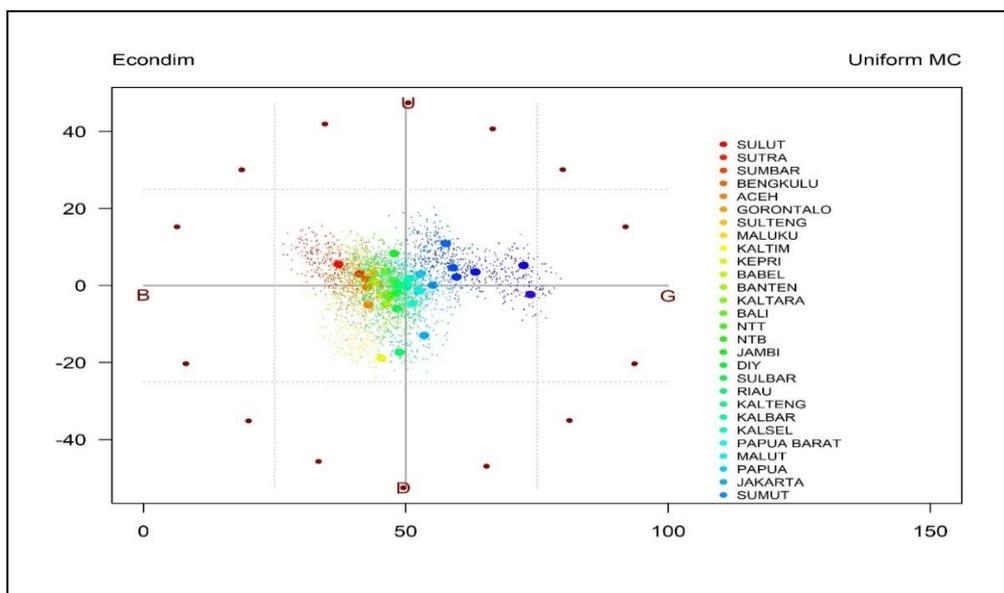
Atribut NTP adalah atribut yang paling berpengaruh pada ordinasi keberlanjutan. NTP berkaitan dengan kemampuan daya beli petani dalam membiayai kebutuhan hidupnya dan merupakan salah satu indikator dalam menentukan araha kebijakan pemerintah terutama sektor pertanian. NTP dapat mengukur kemampuan tukar produk pertanian yang dihasilkan petani dengan barang atau jasa yang dikonsumsi oleh rumah tangga petani dan barang atau jasa yang diperlukan dalam menghasilkan produk pertanian. Provinsi dengan skor 4,95 yang berarti persentase perbedaan jika atribut NTP dihilangkan terhadap posisi ordinasi. Jadi, jika atribut NTP dihilangkan, maka perbedaan posisi ordinasi keberlanjutan akan berubah hampir 4,95 persen. Menurut data BPS, NTP tahun 2014-2018 untuk wilayah Sumatera mengalami fluktuatif menurun kecuali Provinsi Riau dan Provinsi Jambi. Untuk wilayah Jawa cenderung mengalami peningkatan kecuali Provinsi Banten. Sedangkan untuk wilayah lain sebagian besar mengalami fluktuatif menurun. Oleh karena itu, untuk keberlanjutan pembangunan nasional yang mendukung ketahanan pangan pada dimensi ekonomi, pemerintah harus memberikan perhatian khusus dan fokus dengan kebijakan yang terkait dengan NTP.

Konsumsi beras menempati posisi kedua yang berpengaruh terhadap keberlanjutan, hal ini dikarenakan beras merupakan komoditas pangan strategis sehingga jaminan ketersediaannya diperlukan karena dapat berdampak pada kondisi perekonomian pembangunan nasional. Atribut produksi padi juga berpengaruh dikarenakan peningkatan produksi padi akan berdampak pada peningkatan pendapatan petani, dan akhirnya berkontribusi terhadap perekonomian suatu daerah bahkan secara nasional. Jadi, pemerintah harus konsentrasi terhadap peningkatan NTP karena semakin tinggi nilai NTP dapat mengindikasikan peningkatan kesejahteraan masyarakat pertanian, kemampuan dan daya beli petani. Pendapatan yang diterima petani dari kenaikan harga produksi pertanian yang dihasilkan lebih besar dibandingkan kenaikan harga yang dibeli maka dapat diartikan daya beli dan pendapatan petani meningkat. Kebijakan pemerintah terutama terkait dengan penentuan harga, *input*, *output*, bantuan/subsidi akan berpengaruh terhadap NTP. Pembangunan berkelanjutan pada akhirnya ditujukan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, hal ini sejalan dengan pendapat Simatupang dan Maulana (2008) bahwa NTP menjadi pilihan satu-satunya bagi pengamat pembangunan pertanian dalam menilai tingkat kesejahteraan petani, (Rachmat *et al.*, 2000) menyatakan bahwa NTP sebagai alat monitoring dan perencanaan pembangunan pertanian.



Gambar 1. Analisis Ordinasi dan Leverage pada Dimensi Ekonomi

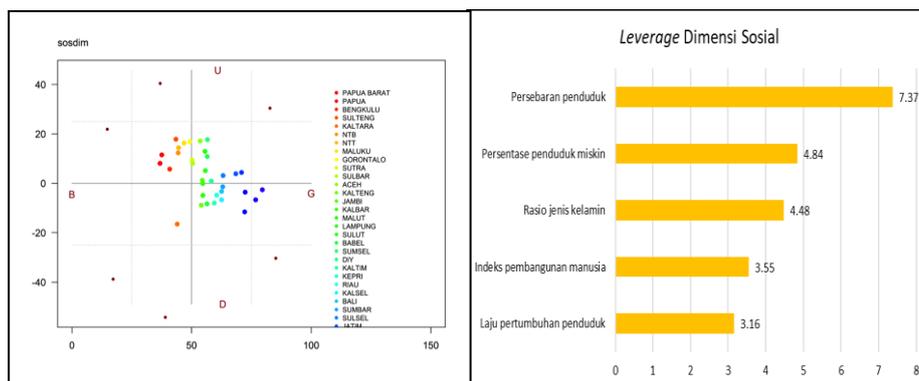
Penelitian ini menggunakan Monte-Carlo tipe *uniform distribution*, dengan pengulangan sebanyak 100 kali yang menunjukkan hasil ordinasasi MDS tidak mengalami perubahan yang signifikan (Gambar 2). Nilai indeks keberlanjutan pembangunan nasional tidak terlalu berbeda dengan hasil analisis MDS. Pada titik biru Provinsi Sumatera Utara terdapat sebaran yang menumpuk dan rapat di sekitar skor awal titik biru, hal ini menunjukkan bahwa terdapat sedikit gangguan pada unit ini terhadap dimensi ekonomi. Sedangkan pada titik merah Provinsi Sulawesi Utara terlihat menyebar agak lebar dari skor awal yang menunjukkan bahwa terdapat gangguan yang cukup berarti pada provinsi ini terkait dengan dimensi ekonomi.



Gambar 2. Analisis Monte Carlo Dimensi Ekonomi

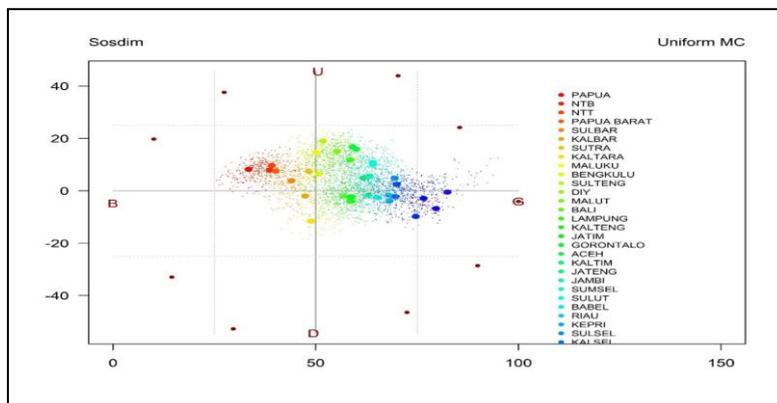
Dimensi Sosial

Analisis ordinasasi pada dimensi sosial menunjukkan status keberlanjutan yang beragam dimana terdapat sembilan provinsi dengan nilai kurang (*less sustainable*), 23 provinsi dengan nilai cukup (*quite sustainable*), dan dua provinsi dengan nilai baik *very sustainable* (Gambar 3). Hasil analisis menunjukkan tiga provinsi dengan nilai paling rendah berada pada Provinsi Papua Barat dengan nilai skor 36,81 dengan status *less sustainable* diikuti dengan Provinsi Papua (37,55) dan Provinsi Bengkulu (40,88). Wilayah dengan kategori nilai cukup dan status *quite sustainable* berada pada rentang nilai 50,23 – 72,40 didominasi pada Pulau Sumatera dan Pulau Jawa, posisi dengan nilai tertinggi dengan status *quite sustainable* pada Provinsi Sumatera Utara (72,40), Provinsi Banten (72,19), dan Provinsi Jawa Tengah (70,86). Hasil analisis dengan nilai baik (*very sustainable*) pada dimensi sosial, yaitu Provinsi DKI Jakarta (79,57) dan Provinsi Jawa Barat (76,77).



Gambar 3. Analisis Ordinal dan Leverage pada Dimensi Sosial

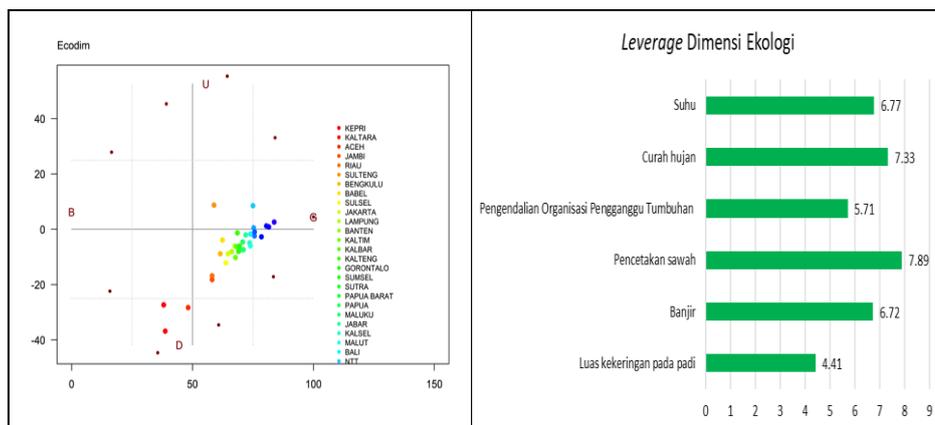
Pada dimensi sosial (Gambar 3), hasil analisis leverage menggambarkan bahwa persebaran penduduk dan persentase penduduk miskin merupakan atribut yang berpengaruh paling besar terhadap keberlanjutan pembangunan nasional mendukung ketahanan pangan dibandingkan dengan atribut yang lain. Atribut persebaran penduduk adalah atribut yang paling berpengaruh pada ordinal keberlanjutan provinsi dengan skor 7,37 yang berarti jika atribut persebaran penduduk dihilangkan maka perbedaan posisi ordinal keberlanjutan akan berubah sebesar 7,37 persen. Atribut persebaran penduduk didominasi pada Pulau Jawa, menurut data BPS tahun 2014 – 2018 rata-rata persebaran penduduk tertinggi Provinsi Jawa Barat 18,61 persen, Provinsi Jawa Timur 15,37 persen, Provinsi Jawa Tengah 13,37 persen. Sedangkan provinsi lainnya persebaran penduduk masih di bawah 5 persen, persebaran penduduk yang tidak merata dipengaruhi oleh perkembangan pembangunan yang tidak merata sehingga timbul kesenjangan terutama di wilayah timur persebaran penduduk masih di bawah 1 persen. Atribut persebaran penduduk ini sensitif terhadap pembangunan pada dimensi sosial. Persentase penduduk miskin perlu diperhatikan karena kemiskinan merupakan masalah serius dalam proses pembangunan nasional. Berdasarkan data BPS, persentase penduduk miskin tahun 2014 -2018 masih jauh dari target nasional, rata-rata setiap provinsi 10,64 persen, dengan persentase tertinggi di Provinsi Papua, Provinsi Papua Barat, Provinsi NTT dibandingkan dengan wilayah barat persentase penduduk miskin sangat jauh. Penyebaran tidak merata menunjukkan belum ada keberlanjutan dalam penanganan kemiskinan oleh pemerintah. Hasil analisis Monte Carlo menunjukkan bahwa dibandingkan skor awal terdapat sebaran unit yang menumpuk dan rapat dan menyebar. Pada titik biru Provinsi Sumatera Utara terdapat sebaran yang menumpuk dan rapat di sekitar skor awal titik biru, hal ini menunjukkan bahwa terdapat sedikit gangguan pada unit ini terhadap dimensi sosial. Sedangkan pada titik merah Provinsi Papua Barat terlihat menyebar agak lebar dari skor awal yang menunjukkan bahwa terdapat gangguan yang cukup berarti untuk dimensi sosial (Gambar 4).



Gambar 4. Analisis Monte Carlo Dimensi Sosial

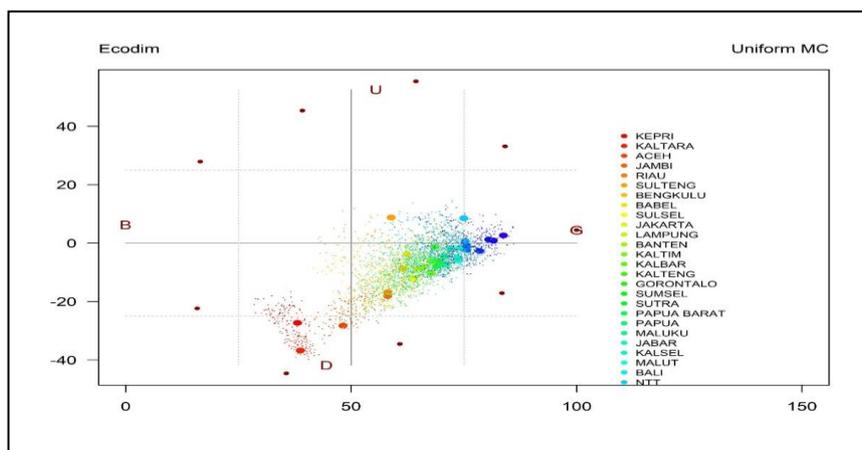
Dimensi Ekologi

Analisis ordinasasi pada dimensi ekologi (Gambar 5) menunjukkan adanya status keberlanjutan yang bervariasi setiap provinsi. Wilayah yang berada pada ordinasasi kurang (*less sustainable*), yaitu Provinsi Kepulauan Riau (38,08), Provinsi Kalimantan Utara (38,73), dan Provinsi Aceh (48,19). Sedangkan hasil analisis yang menunjukkan nilai skor cukup dengan status *quite sustainable* terdapat pada 23 provinsi tersebar merata dengan rentang skor 58,08-74,98. Wilayah dengan kategori baik (*very sustainable*) ada 8 provinsi, yaitu Provinsi Jawa Timur dengan nilai skortertinggi 83,77, Provinsi DI Yogyakarta (81,51), Provinsi Sumatera Barat (80,52), Provinsi Jawa Tengah (78,48), Provinsi Sumatera Utara (78,48), Provinsi Sulawesi Utara (75,62), Provinsi NTB (75,60), dan Provinsi Sulawesi Barat (75,26). Berdasarkan hasil analisis leverage dapat diperoleh informasi bahwa atribut yang berpengaruh adalah pencetakan sawah, curah hujan, dan suhu. Pencetakan sawah merupakan atribut yang paling sensitif dalam keberlanjutan pembangunan nasional mendukung ketahanan pangan dengan skor 7,89 yang berarti jika aktribut pencetakan sawah dihilangkan maka perbedaan posisi ordinasasi keberlanjutan akan berubah sebesar 7,89 persen. Permasalahan yang terjadi adalah cetak sawah dilakukan di lahan gambut dan berkontribusi pada peningkatan emisi carbon. Oleh karena itu perlu adanya kebijakan pemerintah yang khusus untuk menangani pencetakan sawah selain peningkatan produksi tapi tidak berdampak terhadap lingkungan. Curah hujan dan suhu merupakan atribut yang berpengaruh terhadap pembangunan nasional karena berdampak pada perubahan iklim. Pemerintah perlu menyusun strategi kebijakan yang mendukung untuk mengantisipasi dampak yang ditimbulkan Perubahan suhu dan curah hujan tidak menentu juga berdampak pada ketahanan pangan dan berpengaruh pada musim tanam dan panen. Pola curah hujan yang tidak menentu berpengaruh juga terhadap volume air untuk pengairan dan kebutuhan penduduk, suhu yang terlalu tinggi berdampak pada kekeringan, kerusakan lahan sehingga berdampak pada penurunan hasil panen padi.



Gambar 5. Analisis Ordinasasi dan Leverage pada Dimensi Ekologi

Analisis Monte Carlo (Gambar 6), terdapat sebaran unit yang menumpuk dan rapat dan menyebar dibandingkan skor awal. Pada titik biru Provinsi Sumatera Utara terdapat sebaran yang menumpuk dan rapat di sekitar skor awal titik biru, hal ini menunjukkan bahwa terdapat sedikit gangguan pada unit ini terhadap dimensi ekologi. Sedangkan pada titik merah Provinsi Kepulauan Riau terlihat menyebar agak lebar dari skor awal yang menunjukkan bahwa terdapat gangguan yang cukup (Gambar 6).



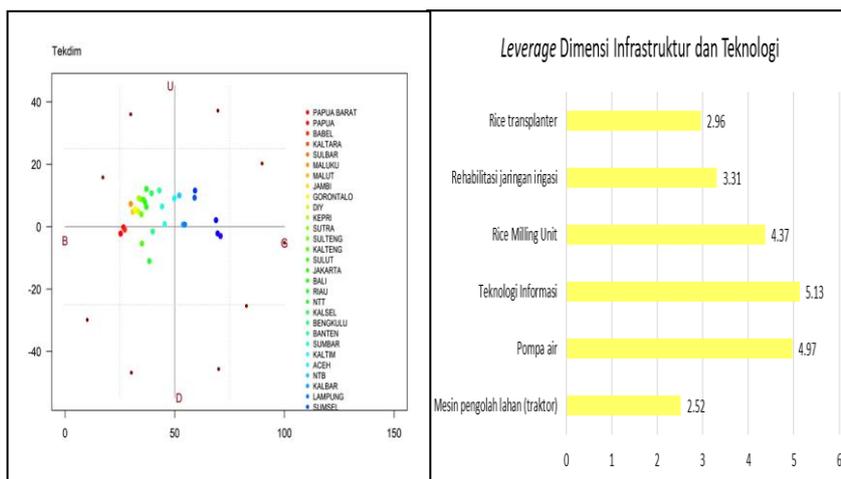
Gambar 6. Analisis Monte Carlo Dimensi Ekologi

Dimensi Infrastruktur dan Teknologi

Pada dimensi infrastruktur dan teknologi (Gambar 7) didominasi dengan provinsi yang mendapat nilai skor kurang (*less sustainable*), terdapat 25 provinsi dengan rentang skor 25,36 – 49,82, nilai terendah pada Provinsi Papua Barat (25,36), Provinsi Papua (26,63), Provinsi Bangka Belitung (27,23), dan sisanya tersebar di setiap pulau di Indonesia. Wilayah tersebut didominasi oleh wilayah bagian tengah dan timur Indonesia. Sedangkan untuk kategori nilai cukup (*quite sustainable*) didominasi pada wilayah bagian barat Indonesia terdapat pada 9 Provinsi, yaitu Provinsi Jawa Timur (70,86), Provinsi Jawa Barat (70,86),

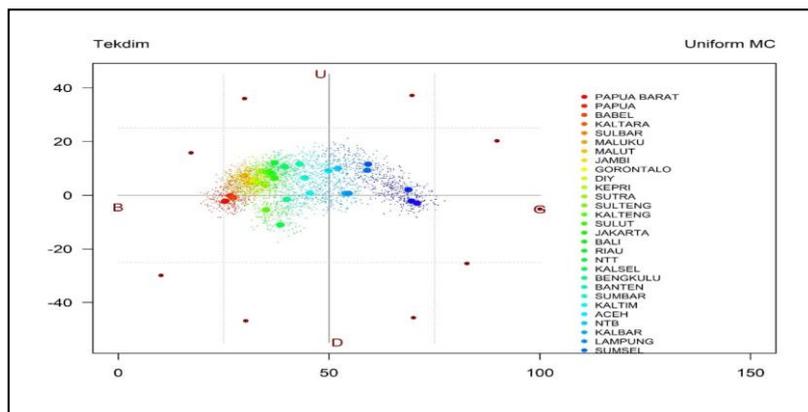
Provinsi Sulawesi Selatan (69,56), Provinsi Jawa Tengah (68,83), Provinsi Sumatera Utara (59,26), Provinsi Sumatera Selatan (59,07), Provinsi Lampung (54,63), Provinsi Kalimantan Barat (53,84), dan Provinsi NTB (52,08). Hasil analisis leverage dimensi infrastruktur dan teknologi, atribut teknologi informasi, pompa air, dan *Rice Milling Unit* (RMU) merupakan atribut yang berpengaruh paling besar dibandingkan dengan atribut yang lain. Atribut teknologi informasi adalah atribut yang paling berpengaruh pada ordinasi keberlanjutan provinsi dengan skor 5,13 yang berarti jika atribut teknologi informasi dihilangkan maka perbedaan posisi ordinasi keberlanjutan akan berubah sebesar 5,13 persen. Teknologi informasi berperan dalam pembangunan nasional khususnya ketahanan pangan terutama dalam kaitannya dengan waktu penanaman dan panen, dengan adanya teknologi informasi memberikan solusi, dan akses informasi yang lebih relevan dan diandalkan oleh petani.

Pompa air merupakan atribut yang harus diperhatikan pada dimensi infrastruktur dan teknologi. Menurut data Kementan, penggunaan pompa air masih didominasi Pulau Jawa. Pompa air dapat digunakan untuk mengairi sawah. Sedangkan wilayah timur Indonesia penggunaan teknologi pompa air masih rendah sehingga diperlukan perbaikan terhadap atribut-atribut yang sensitif dengan kebijakan pemerintah yang lebih fokus dan terarah. Atribut RMU juga sensitif terhadap pembangunan nasional dimana penyebaran masih kurang merata dan didominasi di Pulau Jawa, ketersediaan RMU perlu ditingkatkan karena dapat menghasilkan gabah yang berkualitas.



Gambar 7. Analisis Ordinasi dan Leverage Dimensi Infrastruktur dan Teknologi

Hasil analisis Monte Carlo menerangkan dibandingkan skor awal terdapat sebaran unit yang menumpuk dan rapat dan menyebar. Pada titik biru Provinsi Jawa Barat terdapat sebaran yang menumpuk dan rapat di sekitar skor awal titik biru, hal ini menunjukkan bahwa terdapat sedikit gangguan pada unit ini terhadap dimensi infrastruktur dan teknologi. Sedangkan pada titik merah Provinsi Sulawesi Tengah terlihat menyebar agak lebar dari skor awal yang menunjukkan bahwa terdapat gangguan yang cukup berarti pada dimensi infrastruktur dan teknologi (Gambar 8).



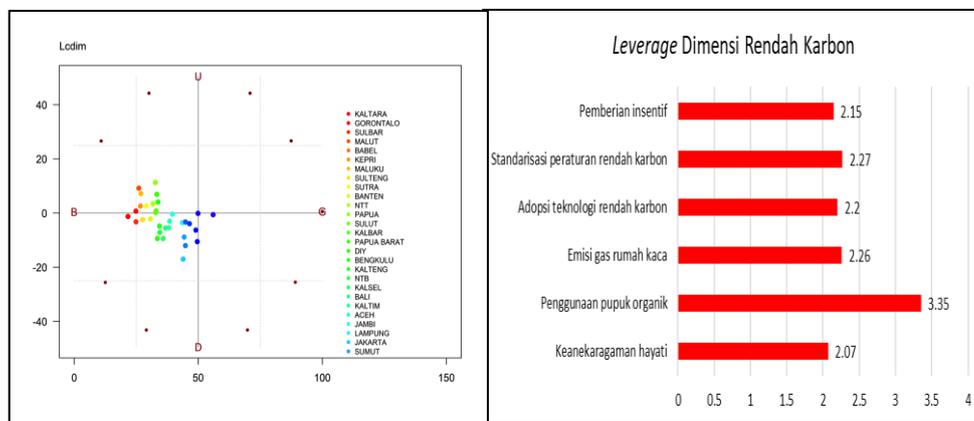
Gambar 8. Analisis Monte Carlo Dimensi Infrastruktur dan Teknologi

Dimensi Rendah Karbon

Hasil analisis ordinasasi pada dimensi rendah karbon (Gambar 9) diperoleh data terdapat tiga provinsi dengan nilai skor buruk (*unsustainable*), yaitu Provinsi Kalimantan Utara (21,66), Provinsi Gorontalo (24,84), dan Provinsi Sulawesi Barat (24,89). Sedangkan yang menjadi perhatian pada penelitian ini terdapat 30 provinsi dengan skor kurang (*less sustainable*) rentang nilai 26,02 – 49,88. Untuk kategori nilai cukup (*quite sustainable*) hanya ada 1 provinsi, yaitu Provinsi Jawa Barat (55,98). Pada dimensi rendah karbon, atribut penggunaan pupuk organik, standarisasi peraturan rendah karbon, dan emisi gas rumah kaca merupakan atribut yang berpengaruh paling besar terhadap keberlanjutan pembangunan nasional mendukung ketahanan pangan dibandingkan dengan atribut yang lain. Atribut penggunaan pupuk organik adalah atribut yang paling berpengaruh pada ordinasasi keberlanjutan provinsi dengan skor 3,35 yang berarti jika atribut penggunaan pupuk organik dihilangkan maka perbedaan posisi ordinasasi keberlanjutan akan berubah sebesar 3,35 persen. Pemanfaatan pupuk organik berdampak positif terhadap kesuburan tanah, peningkatan produksi, menekan tumbuhnya hama penyakit, yang utama adalah dapat mengurangi emisi carbon, penggunaan pupuk organik di Indonesia masih sedikit dibandingkan pupuk kimia yaitu 2,94 persen, provinsi yang paling tinggi yaitu Provinsi Jawa Timur 43,94 persen dan Provinsi Jawa Tengah 26,29 persen. Penggunaan pupuk perlu ada kebijakan khusus karena selain untuk mendorong ketahanan pangan sekaligus ketahanan lingkungan.

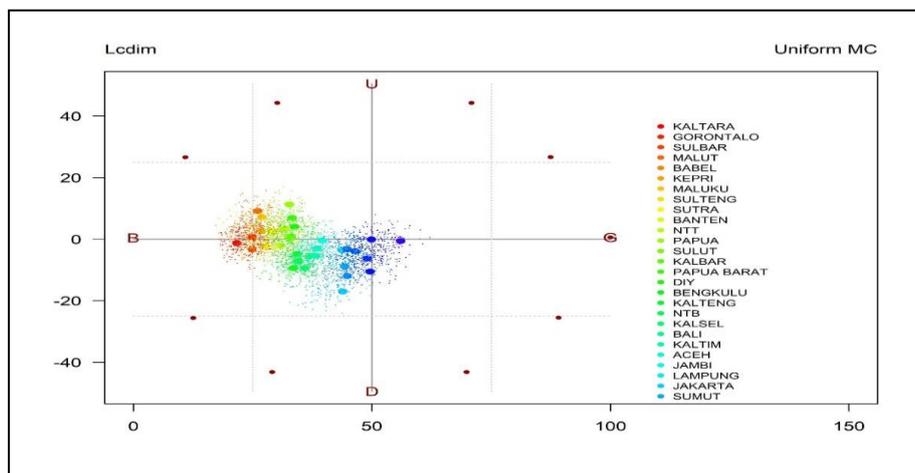
Standarisasi rendah karbon merupakan atribut yang sensitif terhadap pembangunan nasional, di Indonesia penerapan peraturan rendah karbon belum menyeluruh di setiap provinsi, yang berkomitmen terhadap rendah karbon baru sepertiga dari jumlah provinsi di Indonesia, penerapan berupa terbentuknya Peraturan Gubernur yang khusus untuk menangani rendah karbon. Jadi perlu ada kebijakan pemerintah pusat yang lebih tajam menyorot mengenai pembangunan rendah karbon. Atribut emisis gas rumah kaca juga perlu diperhatikan karena dampak gas rumah kaca sangat besar bagi pembangunan nasional. Menurut data Kemenlhk (2020), emisi CO₂ sektor pertanian tahun 2014 -2018 di setiap provinsi belum seluruhnya memenuhi target pemerintah penurunan 26 persen, beberapa provinsi mengalami peningkatan emisi CO₂ yaitu Provinsi Kalimantan Tengah peningkatan 20,51 persen, Provinsi NTB 47,30 persen, dan Provinsi Maluku Utara 42,70 persen. Kebijakan pemerintah sangat penting terutama dalam penanganan emisi carbon karena berdampak terhadap pembangunan nasional secara keseluruhan, sehingga diperlukan pembangunan nasional yang juga berorientasi dengan rendah karbon. Dimensi rendah

karbon berkaitan dengan keberlanjutan suatu pembangunan terutama sektor pertanian karena Indonesia berkomitmen dalam penurunan emisi karbon dan juga mewujudkan ketahanan pangan. Permasalahan tersebut berdampak besar terhadap penurunan produksi, luas tanam dan kegagalan panen tanaman pangan, dan penyediaan pangan bagi penduduk yang terus bertambah.



Gambar 9. Analisis Ordinal dan Leverage Dimensi Rendah Karbon

Hasil analisis Monte Carlo (Gambar 10) menunjukkan bahwa dibandingkan skor awal terdapat sebaran unit yang menumpuk dan rapat dan menyebar. Pada titik biru Provinsi Sumatera Selatan terdapat sebaran yang menumpuk dan rapat di sekitar skor awal titik biru, hal ini menunjukkan bahwa terdapat sedikit gangguan pada unit ini terhadap dimensi rendah karbon. Sedangkan pada titik merah Provinsi Kalimantan Utara terlihat menyebar agak lebar dari skor awal yang menunjukkan bahwa terdapat gangguan yang cukup berarti pada dimensi rendah karbon.

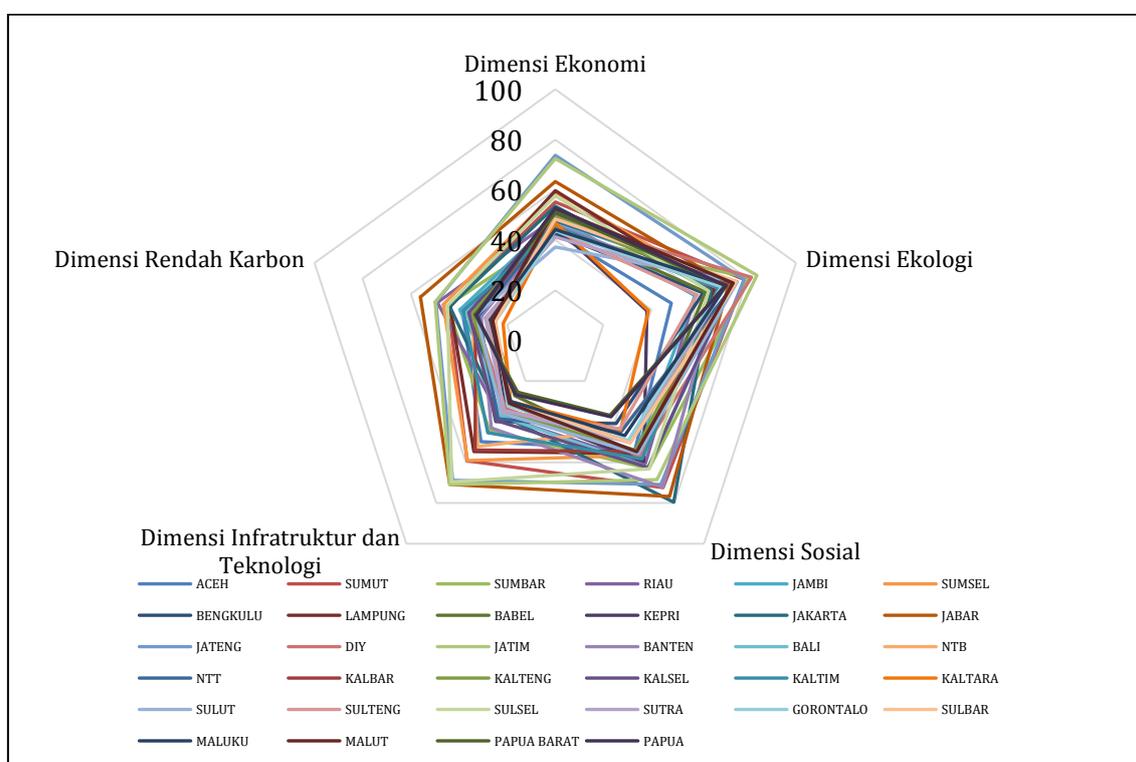


Gambar 10. Analisis Monte Carlo Dimensi Rendah Karbon

Analisis status keberlanjutan multi dimensi

Hasil analisis multi dimensi mencakup dimensi ekonomi, sosial, ekologi, infrastruktur dan teknologi, serta rendah karbon. Pada dimensi ekonomi bahwa sebagian besar provinsi berada pada kategori kurang (*less sustainable*) dan cukup (*quite sustainable*). Dimensi sosial Sebagian besar provinsi berada pada status cukup (*quite sustainable*), wilayah timur

didominasi status kurang (*less sustainable*), dan hanya tiga provinsi yang berstatus baik (*very sustainable*). Dimensi ekologi status keberlanjutan mulai beragam tetapi masih didominasi dengan status cukup (*quite sustainable*), berbanding terbalik dengan dimensi sosial untuk dimensi ekologi dengan status kurang (*less sustainable*) sangat sedikit hanya tiga provinsi, sisanya berstatus baik (*very sustainable*). Dimensi infrastruktur dan teknologi didominasi dengan status kurang (*less sustainable*), sisanya status cukup (*quite sustainable*). Dimensi rendah karbon Sebagian besar berstatus kurang (*less sustainable*), bahkan terdapat provinsi yang berstatus buruk (*unsustainable*). Nilai indeks provinsi yang berada pada bagian luar diagram menerangkan nilai berkelanjutan kategori baik sedangkan provinsi yang didalam dengan nilai keberlanjutan buruk. Tampilan diagram menunjukkan perbedaan pola yang cukup besar antara kelima dimensi terutama pada dimensi ekologi dan dimensi sosial. Dimensi rendah karbon letaknya lebih kedalam mengindikasikan bahwa keberlanjutannya lebih buruk dibandingkan dimensi yang lain (Gambar 11). Oleh karena itu, dimensi rendah karbon perlu mendapat perhatian dari pemerintah terutama untuk keberlanjutan pembangunan nasional mendukung ketahanan pangan.



Gambar 11. Diagram Radar Evaluasi Keberlanjutan Eksisting Pembangunan Nasional

Pada dimensi ekonomi dalam diagram radar berkelanjutan, Provinsi Sulawesi Utara berada pada posisi bagian dalam dan memiliki skor yang paling rendah menunjukkan kurang keberlanjutan. Namun, sebaliknya untuk dimensi ekologi Provinsi Sulawesi Utara memiliki nilai skor tinggi dengan status baik berkelanjutan. Hal ini terjadi karena pembangunan ekonomi di Provinsi Sulawesi Utara terjadi ketidakmerataan yang disebabkan potensi sumber daya alam yang beragam antar kabupaten/kota sehingga pendapatan perkapita dan pertumbuhan ekonomi berbeda sehingga terjadi ketimpangan pembangunan pada dimensi ekonomi. Nilai NTP Provinsi Sulawesi Utara masih di bawah 100, yang berarti terdapat defisit, penghasilan petani lebih sedikit dibandingkan pengeluaran. Selain itu rata-rata

produksi padi Tahun 2014-2018 di Provinsi Sulawesi Utara sebesar 16,76 persen masih jauh dari rata-rata nasional.

Provinsi Jawa Tengah memiliki skor yang paling tinggi pada dimensi ekonomi berarti cukup berkelanjutan tetapi memiliki nilai skor rendah pada dimensi rendah karbon dengan status buruk berkelanjutan. Hal ini dapat dilihat bahwa nilai NTP Provinsi Jawa Tengah lebih dari 100 berarti petani mengalami surplus. Nilai konsumsi beras rata-rata Tahun 2014-2018 sebesar 84,14 sehingga dapat disimpulkan program diversifikasi pangan di Provinsi Jawa Tengah cukup berhasil, masyarakat sudah mulai beralih ke komoditas pokok selain beras. Produksi padi relatif tinggi rata-rata sekitar 10 juta ton per tahun. Laju pertumbuhan PDRB tahun 2014-2018 rata-rata 5,31 persen setiap tahun dengan tingkat inflasi 3,98 persen setiap tahun.

Dimensi sosial pada diagram radar berkelanjutan menunjukkan Provinsi Papua Barat berada pada titik terendah dengan status kurang berkelanjutan. Menurut BPS, data persebaran penduduk di Provinsi Papua Barat tahun 2014-2018 rata-rata 0,35 persen setiap tahun dengan persentase penduduk miskin sangat tinggi 24,91 persen per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa penduduk di Indonesia tidak merata sehingga menimbulkan konflik sosial pada daerah tertentu, pemusatan pembangunan hanya pada daerah tertentu saja. Sedangkan skor tertinggi pada dimensi sosial pada Provinsi DKI Jakarta dengan status baik berkelanjutan. Hal ini juga dapat dilihat persentase persebaran penduduk di Jakarta cukup tinggi yaitu 4,04 persen. Persentase penduduk miskin tahun 2014-2018 rata-rata 3,77 persen per tahun sudah memenuhi target nasional. Nilai skor terendah pada dimensi ekologi yaitu Provinsi Kepulauan Riau dengan status kurang berkelanjutan berbeda dengan dimensi sosial untuk Provinsi Kepulauan Riau status baik berkelanjutan. Sedangkan nilai tertinggi dimensi ekologi adalah Provinsi Jawa Timur dengan status baik berkelanjutan. Menurut data Kementan, Provinsi Jawa Timur tahun 2014-2018 tidak ada pencetakan sawah tetapi produksi padi yang dihasilkan tetap meningkat, hal ini dikarenakan faktor produksi yang digunakan lebih optimal. Pada dimensi infrastruktur dan teknologi berada pada Provinsi Papua Barat dengan status kurang berkelanjutan, wilayah Provinsi Papua Barat sangat luas tetapi infrastruktur yang tersedia belum menunjang untuk menembus daerah-daerah terisolir. Selain itu pembangunan belum mengadopsi teknologi secara optimal, sarana prasarana seperti irigasi, pompa air, RMU masih sangat terbatas sehingga diperlukan kebijakan pemerintah untuk mempercepat pembangunan jaringan irigasi. Sebaliknya nilai tertinggi pada dimensi ekologi pada Provinsi Jawa Barat dengan status cukup berkelanjutan.

Dimensi rendah karbon paling rendah pada Provinsi Kalimantan Utara dengan status buruk berkelanjutan, hal ini dapat dilihat pada penggunaan pupuk organik yang sangat kecil sebesar 0,02 persen. Emisi carbon pada sektor pertanian tahun 2014-2018 di Provinsi Kalimantan Utara masih mengalami peningkatan sebesar 6,77 persen, hal ini masih jauh dari target pemerintah penurunan sebesar 26 persen. Selain itu upaya dari pemerintah setempat adalah perlu dilakukan kebijakan strategis demi terlaksananya pelaksanaan penurunan emisi carbon. Provinsi Jawa Barat menempati skor tertinggi pada dimensi rendah karbon pada dengan status cukup berkelanjutan. Penggunaan pupuk organik tahun 2014-2018 rata-rata sekitar 6,03 persen dari nasional, upaya penggunaan juga masih terus dilakukan oleh pemerintah setempat. Emisi carbon tahun 2018 menurun sebesar 13,28 persen dibandingkan tahun sebelumnya tetapi masih belum memenuhi target nasional. Oleh karena itu perlu adanya transformasi pembangunan pertanian rendah karbon mengingat Jawa Barat merupakan lumbung pangan sehingga selain peningkatan produktivitas pertanian tetapi juga penurunan emisi carbon juga tercapai. (Gambar 12).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menggunakan analisis Rap-withoutLCD menunjukkan bahwa pembangunan dengan skenario BAU tidak akan berkelanjutan. Hal ini ditunjukkan pada setiap dimensi dan antar wilayah memberikan gambaran bahwa pembangunan di Indonesia selama ini sebagian besar masih belum dapat dikatakan berkelanjutan dari segala dimensi berkisar antara kurang (*less sustainable*) dan cukup (*quite sustainable*) di setiap provinsi, hanya ada beberapa provinsi saja dengan status baik (*very sustainable*), dan didominasi di Pulau Jawa. Kemudian hasil analisis yang diuji dengan menggunakan dimensi rendah karbon menunjukkan bahwa hampir semua provinsi kurang berkelanjutan sedangkan Indonesia sudah berkomitmen untuk mengurangi emisi carbon.

Atribut yang paling sensitif dan berpengaruh pada pembangunan pertanian khususnya tanaman padi untuk dimensi ekonomi (nilai tukar petani, konsumsi beras, produksi padi), dimensi sosial (penduduk buta huruf, persebaran penduduk, persentase penduduk miskin), dimensi ekologi (percetakan sawah, curah hujan, suhu), dimensi infrastruktur dan teknologi (teknologi informasi, pompa air, *Rice Milling Unit*), dan dimensi rendah karbon (penggunaan pupuk organik, peranturan rendah karbon, dan emisi gas rumah kaca). Artinya jika atribut tersebut dihilangkan maka akan berdampak pada status keberlanjutan. Konsekuensi yang terjadi jika tidak memperhatikan dimensi rendah karbon maka pembangunan yang diharapkan selama ini tingkat keberlanjutan tidak akan berjalan dengan baik, selain itu dampak yang ditimbulkan juga berpengaruh besar terhadap produksi padi yang menjadi sumber kebutuhan pokok masyarakat Indonesia. Oleh karena itu, pemerintah perlu menerapkan kebijakan transformasi pembangunan pertanian rendah karbon yang dapat menunjang produktivitas pertanian dan juga pembangunan nasional di Indonesia. Pembangunan rendah karbon merupakan solusi untuk mengatasi *trade off* antara ekonomi dan lingkungan sekaligus juga komitmen pemerintah dalam mengimplementasikan tujuan SDGs ke-13 yaitu aksi perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiga, Suresha, Ananthan, Ramasubramanian, Divya Kumari. 2015. Validating RAPFISH sustainability indicators: focus on multi-disciplinary aspects of Indian marine fisheries. *Marine Policy* 60: 202-207
- Badan Pusat Statistik. 2021. Statistik Indonesia 2021. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bai Yuping, Xiangzheng Deng, Sijian Jiang, Zhe Zhao, Yi Miao. 2018. Relationship between climate change and low-carbon agricultural production: A case study in Hebei Province, China. *journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolind*.
- Bain PG, Kroonenberg PM, Johansson LO, Milfont TL, Crimston CR, Kurz T, Bushina E, Calligaro C, Demarque C, Guan Y, Park J. 2019. Public Views of The Sustainable Development Goals, in: International Institute for Sustainable Development (IISD).
- Daly HE. 1997. *Beyond Growth: The Economics Of Sustainable Development*. Beacon Press
- Fauzi A. 2014. *Valuasi Ekonomi dan Penilaian Kerusakan Sumber daya Alam dan lingkungan*. Bogor: IPB Press.
- Fauzi A. 2019. *Teknik Analisis Keberlanjutan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Fauzi A, Anna S. 2005. *Permodelan Sumber Daya Perikanan dan Kelautan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Fauzi A, Oxtavianus A. 2014. Pengukuran Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia. *Mimbar Jurnal Sosial dan Pembangunan Indonesia*, 30:68-83.
- Humanities Education Centre Global Learning. 2009. What is sustainability? <http://www.globalfootprints.org/sustainability>.
- Kavanagh P, Pitcher. 2004. Implementing Microsoft Excel Software for Rapfish: A technique for the Rapid Appraisal of Fisheries Status. *Fisheries Centre Research Reports* 12 (2). University of British Columbia, Canada.

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2019. Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) dan Monitoring, Pelaporan, Verifikasi (MPV) Tahun 2018. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kholil, Ita Junita PD. 2014. The Use of MDS (Multidimensional Scaling) Method to Analyze the Level of Sustainability of Fisheries Resources Management in Thousand Islands, Indonesia. *International Journal of Marine Science* 2014, Vol.4, No.27, 245-252
- Liu J, Dietz T, Carpenter SR, Alberti M, Folke C, Moran E, Lubchenco J. 2007. Complexity of coupled human and natural systems. *Science* 317(5844), 1513-1516.
- Liu X, Yansui L, Yang R, Jian Z, Xinzheng Z. 2020. Evaluation of sustainable agriculture and rural development in agro-pastoral ecotone under climate change: A comparative study of three villages in the Shenfu coalfield, China. *Journal of Rural Studies*, 15 January 2020.
- Lu Y, Nakicenovic N, Visbeck M, Stevance AS. 2015. Policy: Five priorities for the UN Sustainable Development Goals. *Nature* 520(7548), 432-433.
- Maltus TR. 1978. *An Essay on the Principle of Population*. New York: Norton.
- Moraes JCD, Lal Rotan, Carlos Clemente Cerri, Klaus Lorenz, Mariangela Hungria, Paulo Cesar De Faccio Carvalho. 2016. Low Carbon Agriculture in South America to Mitigate Global Climate Change and Advance Food Security. *Journal Environment International*, 98: 102-112.
- OECD, 2015. *Policy Coherence for Sustainable Development in the SDG Framework: Shaping Targets and Monitoring Progress*. OECD Publishing, Paris.
- Pitcher TJ. 1999. *Rapfish, A Rapid Appraisal Technique for Fisheries, and Its Application to the Code of Conduct for Responsible Fisheries*. FAO Fisheries Circular No. 947. Rome, Italy.
- Pitcher TJ, Preikshot. 2001. *Rapfish: A Rapid Appraisal Technique to Evaluate the Sustainability Status of Fisheries*. *Fisheries Research* 49(3): 255- 270.
- Pitcher TJ, M.E Lam, C. Ainsworth, A. Martindale, K. Nakamura, R.I. Perry, T. Ward. 2013. Improvements to Rapfish: A Rapid Evaluation Technique for Fisheries Integrating Ecological and Human Dimensions. *Journal of Fish Biology* 83(4): 865-889.
- Rachmat M, Bunasor S, Sinaga BM, Kuntjoro, Simatupang P, Saragih B. 2000. *Analisis Nilai Tukar Petani Indonesia (DIsertasi)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Roegen NG. 1971. *The Entropy Law and The Economic Process*. Cambridge: Harvard University Press.
- Sachs J, Schmidt-Traub G, Kroll C, Durand-Delacre D, Teksoz K. 2017. *SDG Index and 495 dashboards report 2017*. New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development 496 Solutions Network (SDSN).
- Sachs J, Schmidt-Traub G, Kroll C, Lafortune G, Fuller G. 2019. *Sustainable Development Report 2019*. New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN).
- Salimova G, Alisa A, Gamir K, Zariya Z, Gulaz V, Aigul H. 2020. Evaluation of level of agricultural development based on integration index. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19: 319-325
- Shenggen AR. 2012. Achieving food security while switching to low carbon agriculture. *Journal of Renewable and Sustainable Energy* 4, 041405
- Simatupang P, M. Maulana. 2009. *Kaji Ulang Konsep dan Perkembangan Nilai Tukar Petani Tahun 2003-2006*. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*. LIPI
- Stiglitz JE, Sen A, Fitoussi JP. 2010. *Mismeasuring Our Lives: Why GDP doesn't Add up*. New York (USA): The New Press.
- Trebeck K, Williams J. 2019. *The Economics of Arrival: Ideas for a Grown up Economy*. Bristol (UK): Policy Press.