

# Jejak Ekologis Kawasan Regional Bandung

## *Ecological Footprint of Bandung Regional Area*

DYAH MARGANINGRUM

Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI  
Telp. 022-2503654, Fax. 022-2504593  
Email: dmarganingrum@yahoo.com

### ABSTRACT

*This paper aims to explain the application of Ecological Footprint method as an approach for finding out the carrying capacity of the region. Case study was conducted in Bandung Basin Area that called as The Bandung Regional area. Ecological Footprint Analysis was done by using the Workbook and Guidebook National Footprint Account 2008 that prepared by the Global Footprint Network (GFN). Results of the analysis showed that the ecological footprint of Bandung Regional has been deficit of 1.31 gha/capita (EF Consumption is 1.37 gha/capita and biocapacity is 0.06 gha/capita). Thus, the supply-demand ratio is 0.04. This value ratio is less than one so it is categorized as the overshooting status. This status indicates that the carrying capacity of resources has been overloaded in the Bandung Regional. Therefore, it requires the number of efforts including regulation that can alter the consumption pattern and create metabolic utilization of natural resources which is more circular than linear. In addition, it needs a good cooperation among stakeholders in the surrounding area of Regional Bandung to meet the demands of all communities in Bandung region.*

**Keywords:** Bandung regional, carrying capacity, ecological footprint, overshoot

### ABSTRAK

Makalah ini bertujuan menjelaskan hasil aplikasi metode jejak ekologis sebagai salah satu pendekatan untuk mengetahui daya dukung lingkungan suatu kawasan. Studi kasus dilakukan di Kawasan Cekungan Bandung yang disebut juga sebagai Regional Bandung. Analisis jejak ekologis dilakukan dengan memanfaatkan *Workbook* dan *Guidebook National Footprint Account* Tahun 2008 yang disediakan oleh *Global Footprint Network* (GFN). Hasil analisis menunjukkan bahwa jejak ekologis Regional Bandung mengalami defisit sebesar 1.31 gha/kapita dengan nilai jejak ekologis konsumsi (*EF consumption*) sebesar 1.37 gha/kapita dan biokapasitasnya sebesar 0,07 gha/kapita. Dengan demikian rasio *supply-demand* sebesar 0.04. Nilai rasio *supply-demand* kurang dari satu dikategorikan sebagai status *overshoot*. Status ini mengindikasikan bahwa daya dukung sumber daya alam di kawasan Regional Bandung telah terlampaui. Oleh karena itu diperlukan berbagai upaya termasuk regulasi yang dapat merubah pola konsumsi dan menciptakan metabolisme pemanfaatan sumber daya alam yang lebih bersifat sirkuler daripada linier. Selain itu perlu dilakukan kerjasama yang baik diantara pemangku kepentingan di wilayah sekitarnya untuk memenuhi segala kebutuhan masyarakat di Regional Bandung.

**Kata kunci:** daya dukung, jejak ekologis, regional Bandung, terlampaui

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) menjadi isu global bahkan nasional. Tujuan pembangunan berkelanjutan pada hakikatnya adalah menyeimbangkan antara tiga pilar pembangunan, yaitu ekonomi, sosial, dan lingkungan<sup>(1,2,3,4,5)</sup>. Salah satu konsep keseimbangan yang digunakan untuk mengawal pembangunan agar tetap berkelanjutan adalah prinsip daya dukung lingkungan<sup>(6,7,8,9)</sup>. Status daya dukung lingkungan perlu diketahui untuk perencanaan program pembangunan, seperti

perencanaan tata ruang, pemanfaatan dan pencadangan sumberdaya alam, pengelolaan dan pengendalian kerusakan lingkungan, dan sebagainya. Salah satu hukum legal yang menuliskan secara jelas tentang daya dukung lingkungan adalah UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, dimana disebutkan bahwa penyusunan rencana tata ruang suatu wilayah harus memperhatikan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup yang tercantum dalam pasal 19 (butir e)<sup>(10)</sup>.

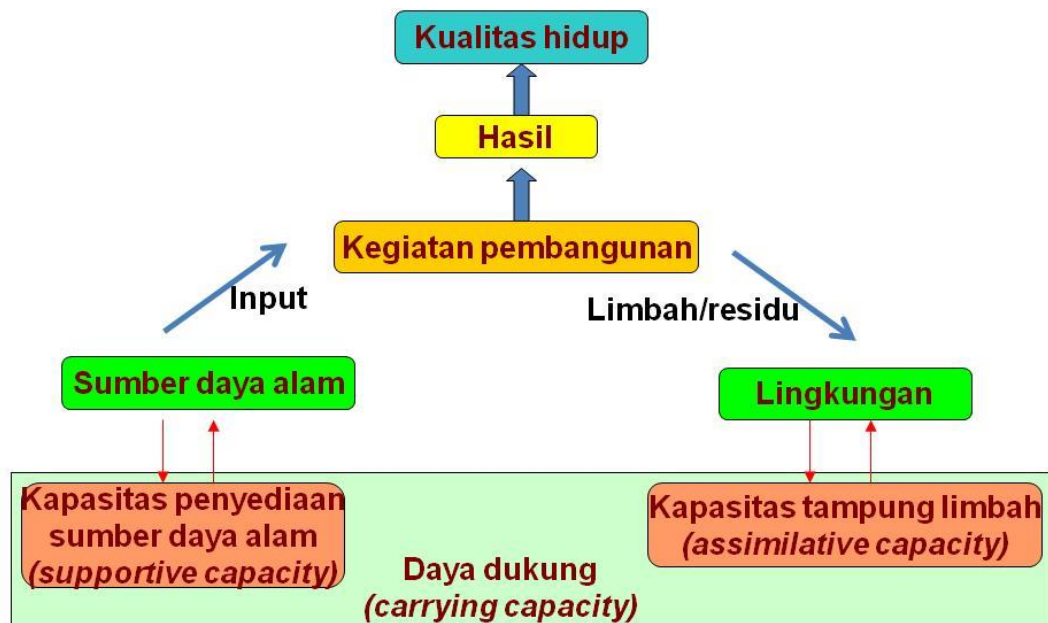
Daya dukung lingkungan hidup terbagi menjadi 2 (dua) komponen, yaitu kapasitas penyediaan (*supportive capacity*) dan kapasitas

tampung limbah (*assimilative capacity*)<sup>(11,12)</sup>, yang disajikan pada Gambar 1. Menurut UU Lingkungan Hidup pasal 1 ayat 7 dan 8 menyatakan bahwa daya dukung lingkungan hidup didefinisikan sebagai kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lain, sedangkan daya tampung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya<sup>(12)</sup>.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengetahui daya dukung lingkungan di suatu wilayah atau kawasan<sup>(13,14,15,16,17,18)</sup>. Namun demikian belum ada satu metode pun yang mampu melakukan perhitungan secara terintegrasi. Hal ini disebabkan karena banyaknya komponen lingkungan yang perlu disesuaikan dengan tujuan penilaian dan penggunaan hasil kajian daya dukung lingkungan itu sendiri. Sebagai contoh, metode *water balance* digunakan sebagai pendekatan empiris untuk mengetahui ketersediaan air (*water supply*) di suatu tempat atau wilayah<sup>(19,20,21,22)</sup>. Hasil perhitungan tersebut kemudian dapat dirasioikan terhadap jumlah kebutuhan air yang umumnya dilakukan dengan pendekatan jumlah populasi penduduk dikalikan dengan standar kebutuhan air perkapita (*demand*). Nilai rasio *supply-demand* dapat memberikan informasi kondisi *reserve* atau *overshoot* sumberdaya air yang ada di wilayah tersebut. Sektor kehutanan menentukan daya dukung lahan untuk kawasan berfungsi lindung dengan metode *scoring* untuk

menentukan kemampuan dan kesesuaian lahan<sup>(23,24,25)</sup>. Metode ini dilakukan berdasarkan kriteria lahan kritis, kesesuaian penggunaan lahan, indeks erosi, dan morfoerosi untuk menilai prioritas penanganan Daerah Aliran Sungai (DAS). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) mengembangkan metode penentuan daya dukung lahan berdasarkan analisis satuan kemampuan lahan dan kesesuaian lahan. Hasil analisis diperlukan untuk memberikan rekomendasi arahan penggunaan lahan berdasarkan tujuan penggunaan lahan yang disesuaikan dengan kemampuan lahan. Secara prinsip, metode perhitungan daya dukung lingkungan adalah untuk mengetahui keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan, baik secara kuantitas maupun kesesuaian kualitasnya.

Makalah ini bertujuan menjelaskan salah satu metode pendekatan daya dukung lingkungan berbasis lahan yang lebih mudah disesuaikan (*flexible*), dengan konsep dan perhitungan yang relatif mudah serta dapat digunakan sebagai indikator *sustainable* secara umum. Pendekatan yang dimaksud adalah pendekatan *ecological footprint analysis* (EFA). Metode pendekatan EFA mudah dipahami dan bersifat global meskipun dalam aplikasinya dapat di-*downscaling* dalam skala nasional, provinsi, kabupaten/kota maupun yang bersifat regional dan mampu sebagai jembatan lintas sektor<sup>(26)</sup>.



Gambar 1. Skema daya dukung lingkungan hidup untuk pembangunan berkelanjutan<sup>(11)</sup>

## 1.2 Kerangka Berpikir

Prinsip *Sustainable Development* telah berkembang sejak Laporan Komisi Brundtland, Stockholm 1987, yang kemudian secara global dikukuhkan dalam konferensi PBB tentang Lingkungan Hidup di Rio de Janeiro pada tahun 1992. Secara nasional, Indonesia meratifikasinya sebagai kebijakan pembangunan makro pemerintah, dalam bentuk TAP MPR Nomor IX Tahun 2002 tentang pembaharuan dan pengelolaan sumberdaya.

Salah satu pendekatan untuk mengetahui tingkat keberlanjutan sumberdaya alam di suatu wilayah guna mendukung aktivitas pembangunan di wilayah tersebut, dilakukan dengan menggunakan *ecological footprint analysis* (EFA). Konsep EFA pertama kali diperkenalkan oleh Rees dan Wackernagel pada tahun 1986. Konsep ini sebagai salah satu pendekatan analisis berdasarkan dua konsep fundamental, yaitu keberlanjutan (*sustainability*) dan daya dukung lingkungan (*carrying capacity*) sebagai dampak dari adanya tekanan penduduk terhadap bumi atau dunia<sup>(27,28)</sup>.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) telah menggunakan pendekatan ini sebagai salah satu metode untuk mengetahui status daya dukung lahan di suatu wilayah. Pendekatan ini selalu melibatkan dua faktor yaitu *biocapacity* (BC) dan *footprint consumption* (EF consumption). BC dan EF Consumption yang pada hakikatnya adalah keseimbangan antara ketersediaan (*supply*) dan kebutuhan (*demand*)<sup>(29,30)</sup>.

Lima asumsi dasar yang digunakan dalam perhitungan EF<sup>(22)</sup>, yaitu:

- 1) sangat mungkin menelusuri hampir seluruh jejak sumberdaya yang dikonsumsi manusia serta limbah yang dihasilkan melalui informasi yang dapat ditemukan di kantor BPS,
- 2) hampir semua sumber daya dan aliran limbah dapat dikonversi menjadi area produktif biologis yang dibutuhkan untuk memelihara aliran sumber daya tersebut,
- 3) perbedaan area dapat diekspresikan dalam satu unit yang sama (hektar atau are) yang disebut dengan skala proposional produktivitas biomassa. Dengan kata lain, setiap ukuran lahan dapat diterjemahkan menjadi area yang ekuivalen dari rata-rata lahan produktif dunia,
- 4) setiap ukuran lahan distandarisasi terlebih dahulu yang menunjukkan jumlah yang sama dari produktivitas biomassa, kemudian dapat ditambahkan pada jumlah permintaan yang ditunjukkan oleh jumlah populasi,

- 5) area dibagi total populasi dapat dibandingkan dengan jasa ekologis yang ditawarkan alam untuk dapat memperkirakan area produktif di atas permukaan bumi.

Dikarenakan isu tentang keberlanjutan pembangunan telah diratifikasi oleh banyak negara di dunia, maka *Global Footprint Network* (GFN) menyusun *National Footprint Account*<sup>(28)</sup>. GFN ini merupakan hasil kolaborasi dari 70 organisasi di dunia dan menjadi standar dunia untuk menyusun *Ecological Footprint* di berbagai wilayah dunia<sup>(29,31)</sup>. Tahap pertama yang dilakukan dalam metode ini adalah mengidentifikasi semua item konsumsi populasi, baik barang maupun jasa sebagai data untuk melakukan perhitungan EF untuk masing-masing komponen.

Komponen dalam metode EFA ini dibedakan berdasarkan kualitas wilayah yang dikonversi menjadi luasan area bioproduktif standar yang disebut dengan *global hektar* (gha). Area bioproduktif dikategorikan sebagai lahan teoritis, dimana produktivitas biologis yang dikandungnya mampu menyediakan sumberdaya untuk menopang kehidupan manusia. Nilai kemampuan ini disebut sebagai biokapasitas. Area bioproduktif yang dimaksud mencakup lahan pertanian (*cropland*), padang rumput (*grazing land*), perairan (*fishing ground*), hutan (*forest land*), dan lahan terbangun (*built up land*). Setiap golongan area memiliki faktor ekuivalen yang bersifat relatif terhadap rata-rata produktivitas dari 11,2 milyar hektar area bioproduktif di seluruh dunia. Dengan demikian, secara teoritis area bioproduktif memiliki biokapasitas yang berbeda-beda berdasarkan wujud dan luasannya. Perbedaan tersebut diindikasikan oleh perbedaan besaran faktor ekuivalen. Perhitungan faktor ekuivalen untuk setiap golongan area disajikan pada Tabel 1<sup>(28)</sup>.

Dengan mengoperasikan balik faktor ekuivalen dan faktor hasil, besaran atau nilai EF dalam *global hektar* (gha) dapat dinyatakan juga dalam satuan hektar (ha), sehingga lebih menunjukkan luas lahan yang mudah diamati. Nilai EF, baik dalam gha maupun ha dapat dinyatakan dalam total penduduk yang hidup pada satu Negara atau wilayah, sehingga dapat dinyatakan dalam satuan per kapita. EF perkapita menunjukkan jumlah lahan teoritis yang telah digunakan setiap orang di suatu negara atau wilayah. Dengan demikian, dengan memperkirakan tingkat perkembangan penduduk suatu Negara atau wilayah, nilai EF pada tahun-tahun berikutnya dapat dihitung. Sehingga nilai EF tersebut dapat digunakan sebagai alat pengendali terjadinya kondisi *overshoot*.

Tabel 1. Faktor ekivalen masing-masing area bioproduktif

No	Area Bioproduktif	Faktor ekivalen (gha/ha)
1	Lahan pertanian	2,1
	- Lahan primer	2,2
	- Lahan sekunder	1,8
2	Lahan gembalaan/ padang rumput	0,5
3	Hutan	1,4
4	Perairan	0,4
5	Lahan terbangun	2,2
6	Lahan hydropower	1,0
7	Bahan bakar fosil (hutan)	1,4

Keterangan:

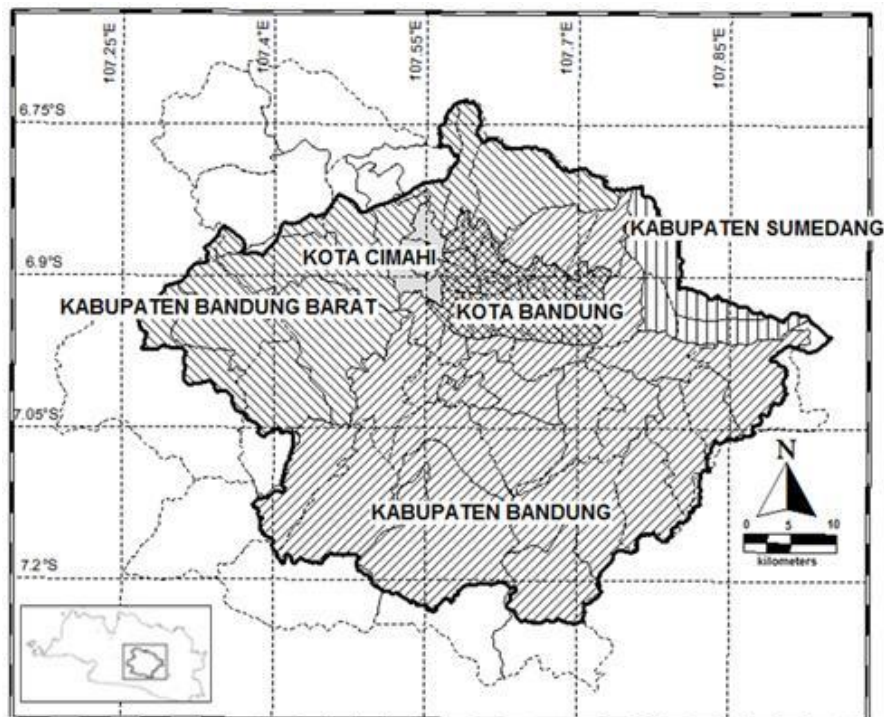
- Angka di atas adalah pembulatan hingga satu desimal terdekat
- Lahan terbangun diasumsikan bahwa sebagian besar bentuk penutupan bangunan menempati lahan pertanian primer sehingga nilai faktor equivalennya juga disamakan, yaitu 2,2

Sumber: Wackernagel et al (2005). National Footprint and Biocapacity Account 2005: The Underlying Calculation Method. Global Footprint Network dalam Rusli, 2009<sup>(28)</sup>

## 2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di wilayah Regional Bandung yang dibatasi oleh Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum Hulu-Saguling (Gambar 2). Wilayah ini terdiri atas Kota Bandung, Kota Cimahi, Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, dan tiga kecamatan di Kabupaten Sumedang. Pemilihan lokasi penelitian sebagaimana tercantum pada Lampiran X Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008, yaitu ditetapkannya kawasan ini sebagai salah satu Kawasan Strategis Nasional (KSN) yang tengah mengalami pertumbuhan

sangat pesat sehingga menunjukkan gejala *urban sprawl*<sup>(32)</sup>. Hasil analisis menggunakan pendekatan ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam upaya pengendalian dan pemanfaatan sumberdaya. Pertumbuhan suatu kawasan yang tidak dikendalikan, dikhawatirkan dapat menyebabkan kawasan tersebut mengalami *overshoot* di berbagai sumberdaya secara terus menerus, yang pada akhirnya mengancam kelangsungan hidup masyarakat, baik secara lokal maupun nasional.



Gambar 2. Lokasi penelitian

## 2.1 Data

Data-data yang digunakan dalam analisis terutama diambil dari data BPS. Untuk melengkapi informasi, data sekunder juga diambil dari berbagai sumber (instansi), antara lain Kementerian Perindustrian dan Perdagangan (data neraca perdagangan termasuk ekspor impor komoditas migas dan non migas), Kementerian Pertanian (produk dari setiap komoditas pertanian), BBWS Citarum (sumber air di Cekungan Bandung), BPLHD Provinsi Jawa Barat (tingkat polusi air dan udara di Cekungan Bandung), Kementerian Kehutanan (produksi hasil hutan, khususnya kayu). Data-data yang diperoleh dari berbagai instansi bersifat saling melengkapi.

## 2.2 Metode

Untuk mempermudah perhitungan jejak ekologis di suatu wilayah atau kawasan, *Global Footprint Network* (GFN) memberikan copy lisensi *Workbook* dalam format *Microsoft Excel*<sup>3</sup>. GFN menyediakan referensi data dalam bentuk *National Footprint Account* (NFA) yang menggambarkan kira-kira hampir 5400 data dari hasil perhitungan NFA dari 201 negara di dunia selama tahun 1961 hingga 2005. Sehingga terdapat kira-kira 50 juta lebih data. GFN juga mengeluarkan *Guidebook to National Footprint Account* (NFA) yang secara rutin mengalami *updating*, khususnya untuk basis datanya<sup>(31)</sup>. *Guidebook* tersebut berisi aturan-aturan bagaimana *Workbook* bekerja termasuk formulasi perhitungan pada setiap level *worksheet* serta nilai-nilai ekivalensi sebagai standarisasi untuk konversi ke global hektar.

*Workbook* terdiri atas 70 *worksheet* yang terbagi dalam 5 level struktur hirarki. Angka yang lebih kecil menunjukkan semakin tinggi levelnya. Secara umum *worksheet* pada level 1 tergantung pada perhitungan di *worksheet* pada level 2. *Worksheet* pada level 2 tergantung pada hasil perhitungan di *worksheet* pada level 3 dan seterusnya. Sementara *worksheet level 5* merupakan data yang diperoleh dari NFA 2008 *Workbook*. Level ini tidak mengandung beberapa perhitungan tetapi lebih kepada menyediakan informasi atau sumber data untuk perhitungan *worksheet* pada level yang lebih tinggi. Gambar 3 menunjukkan susunan hirarki dari kelima level (contoh untuk *cropland*).

Garis besar dari *Workbook* tersebut pada akhirnya menuju pada perhitungan terhadap nilai

*supply* dan *demand*. Jejak ekologis *supply* digambarkan oleh nilai biokapasitas (BC), sedangkan jejak ekologis *demand* ditunjukkan oleh nilai EF konsumsi. Perhitungan *supply* atau nilai *biocapacity* untuk jenis lahan tertentu diformulasikan sebagai berikut:

$$BC = A \times YF \times EQF \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- BC = *biocapacity* dari jenis lahan yang dihitung (gha)
- A = area sesuai dengan jenis lahan yang digunakan dalam suatu negara atau wilayah (nha)
- YF = faktor hasil (yield factor) sesuai dengan jenis lahan yang digunakan (wha/nha)
- EQF = faktor ekivalen sesuai dengan jenis lahan (gha/wha)

Sedangkan untuk *ecological footprint of consumption demand* diformulasikan sebagai berikut:

$$EF_C = EP_P + EF_I - EF_E \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- EF<sub>C</sub> = *footprint of consumption* yang dikaitkan dengan produk atau buangan (*waste*)
- EF<sub>P</sub> = *footprint of production* yang dikaitkan dengan produk atau buangan (*waste*)
- EF<sub>I</sub> = *footprint of import* yang dikaitkan dengan produk atau buangan (*waste*)
- EF<sub>E</sub> = *footprint of export* yang dikaitkan dengan produk atau buangan (*waste*)

Untuk setiap EF dari ekstraksi produk atau buangan tahunan dihasilkan dari formula berikut:

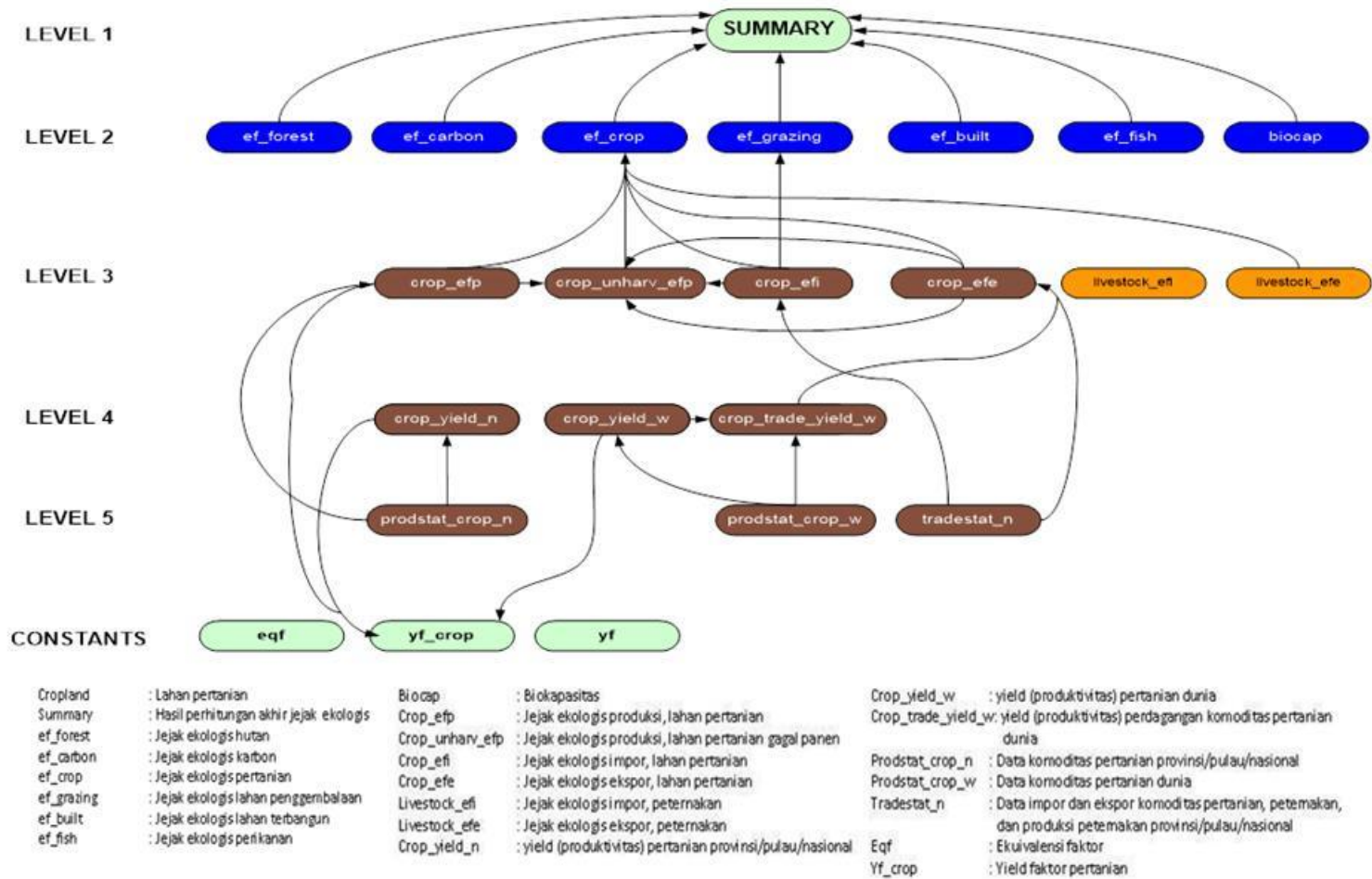
$$EF = \frac{P}{Y_N} \times YF \times EQF \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- EF = *ecological footprint* yang dikaitkan dengan produk atau buangan (*waste*), gha
- P = jumlah ekstraksi produk atau buangan, t/yr
- Y<sub>N</sub> = rata-rata hasil nasional untuk ekstraksi produk atau buangan yang diserap, t/nha/yr
- YF = faktor hasil (*yield factor*) sesuai dengan jenis lahan yang digunakan (wha/nha)
- EQF = faktor ekivalen sesuai dengan jenis lahan (gha/wha)

Dengan membandingkan nilai (rasio) antara EF Konsumsi dan Biokapasitas, kita dapat mengetahui status *overshoot* dan *reserve* (keberlanjutan) dari lokasi wilayah atau kawasan yang kita kaji jejak ekologisnya. Selanjutnya dapat dipertimbangkan bagaimana rekomendasi yang dapat diberikan agar kawasan atau wilayah tersebut dapat mengurangi ketergantungan dan kembali mempertahankan kondisi keberlanjutan wilayahnya.

<sup>3</sup>Detail informasi tentang lisensi ini serta link untuk mengunduh Edisi Akademik secara gratis tersedia di website GFN (<http://www.footprintnetwork.org/gfn>) atau dapat kontak langsung ke [data@footprintnetwork.org](mailto:data@footprintnetwork.org) atau +1 510 839 8879



Gambar 3. Metodologi penelitian yang digunakan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2 dan Tabel 3 adalah rekapitulasi (*summary*) hasil analisis EF dan BC Regional Bandung. Tabel 2 menunjukkan analisis EF dan BC untuk setiap penggunaan lahan, sementara Tabel 3 menunjukkan rasio dari EF dan BC untuk mengetahui status daya dukung lahannya. Nilai EF dan BC per kapita sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2 menggunakan data populasi Regional Bandung pada tahun 2016, sebesar 8.540.144 jiwa.

Jumlah populasi di setiap kabupaten dan kota yang masuk dalam kawasan Regional Bandung diperlihatkan pada Gambar 4. Sementara Gambar 5 menunjukkan kecenderungan peningkatan jumlah populasi di Regional Bandung selama 1994 sampai dengan 2016.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa hampir semua sektor menunjukkan nilai *EF Consumption* lebih besar dari BC. Dengan demikian dapat dikatakan

bahwa Regional Bandung pada tahun 2016 telah mengalami *overshoot*. Konsumsi terhadap produk pertanian cukup nyata yaitu sebesar 62% dari seluruh konsumsi masyarakat. Sementara konsumsi daging relatif sangat rendah, hanya berkisar 0,01% (Gambar 6). Meskipun di Lembang dan Pangalengan terdapat peternakan sapi, namun lebih banyak diperuntukan untuk memproduksi susu perah. Ini merupakan indikator bahwa konsumsi daging di Regional Bandung didatangkan atau diimpor dari wilayah/negara lain. Namun sayangnya data pada skala ini tidak tersedia. Secara umum penggerak utama aliran makanan di kawasan perkotaan (*urban area* termasuk Regional Bandung) adalah aliran makanan berbasis produk hewani. Konsumsi terhadap produk hewani ini akan terus meningkat seiring adanya arus urbanisasi, tidak hanya di Regional Bandung bahkan secara global<sup>(33,34,35)</sup>.

Tabel 2. Hasil perhitungan jejak ekologis dan biokapasitas regional Bandung\*  
(total dan per kapita)

Land Use Type [-]	EF <sub>Production</sub> [gha]	EF <sub>Imports</sub> [gha]	EF <sub>Exports</sub> [gha]	EF <sub>Consumption</sub> [gha]	Biocapacity [gha]
Cropland	2,676,669	4,604,362	0	7,281,031	177,174
Grazing Land	792	0	0	792	792
Forest Land	137,651	665,512	0	803,163	103,565
Fishing Grounds	1,060,266	61,694	0	1,121,960	2,227
Carbon Uptake Land	2,206,304	309	688	2,205,925	-
Built-up Land	248,024	-	-	248,024	248,024
<b>TOTAL</b>	<b>6,329,706</b>	<b>5,331,878</b>	<b>688</b>	<b>11,660,897</b>	<b>531,782</b>

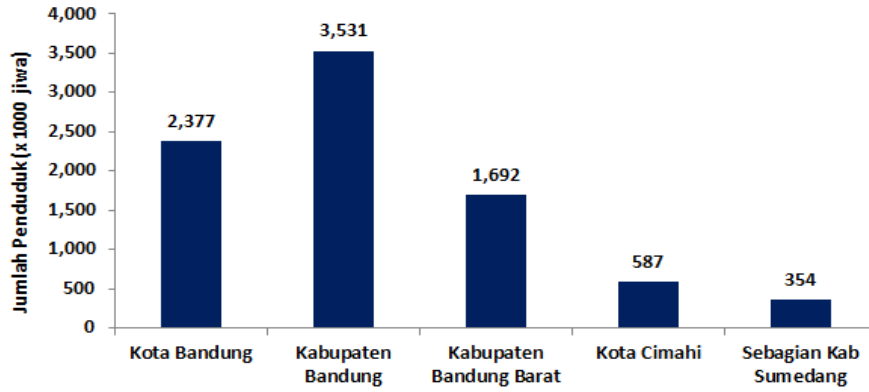
Land Use Type [-]	EF <sub>Production</sub> [gha person <sup>-1</sup> ]	EF <sub>Imports</sub> [gha person <sup>-1</sup> ]	EF <sub>Exports</sub> [gha person <sup>-1</sup> ]	EF <sub>Consumption</sub> [gha person <sup>-1</sup> ]	Biocapacity [gha person <sup>-1</sup> ]
Cropland	0.31	0.54	0.0000	0.85	0.02
Grazing Land	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
Forest Land	0.02	0.08	0.0000	0.09	0.01
Fishing Grounds	0.12	0.01	0.0000	0.13	0.00
Carbon Uptake Land	0.26	0.00	0.0001	0.26	0.00
Built-up Land	0.03	-	0.0000	0.03	
<b>TOTAL</b>	<b>0.74</b>	<b>0.62</b>	<b>0.0001</b>	<b>1.37</b>	<b>0.06</b>

Sumber: Hasil perhitungan

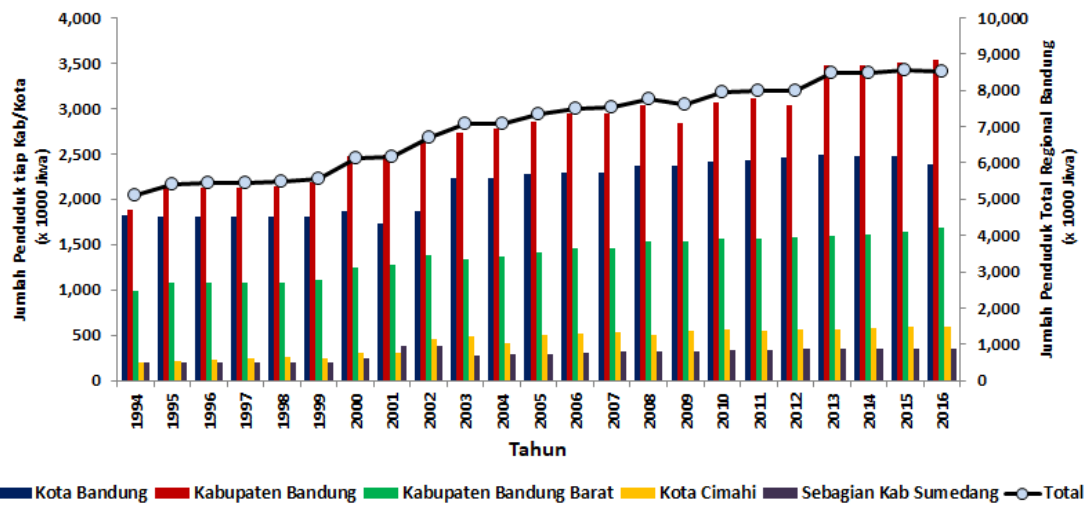
Tabel 3. Ringkasan rasio jejak ekologis dan biokapasitas regional Bandung

	Regional Bandung [gha]	World [gha]
Ecological Reserve	-11,129,115	-4,082,670,718
Net Trade (exports negative)	5,331,190	N/A
Footprint Per Person	1.37	2.69
Biocapacity Per Person	0.06	2.06
Demand to Supply Ratio	22.83	1.31
Number of Planets Necessary if Everyone Lived Like Cekungan Bandung	0.67	N/A

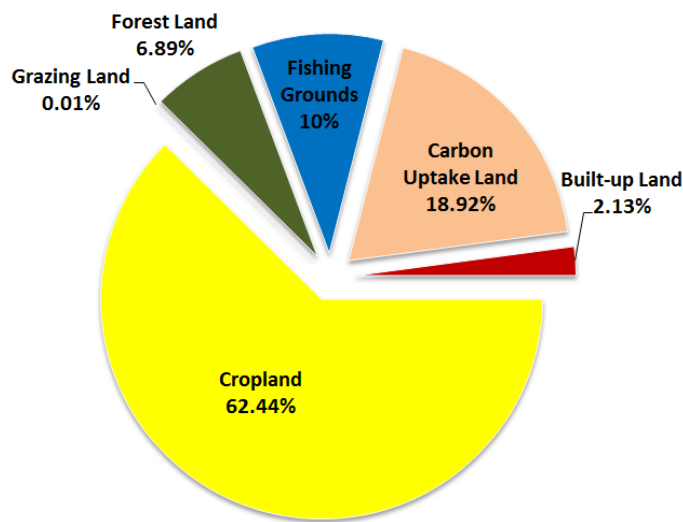
Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4. Jumlah penduduk di kabupaten dan kota dalam kawasan regional Bandung tahun 2016 (sumber: diolah dari data bps dalam angka)<sup>(36)</sup>

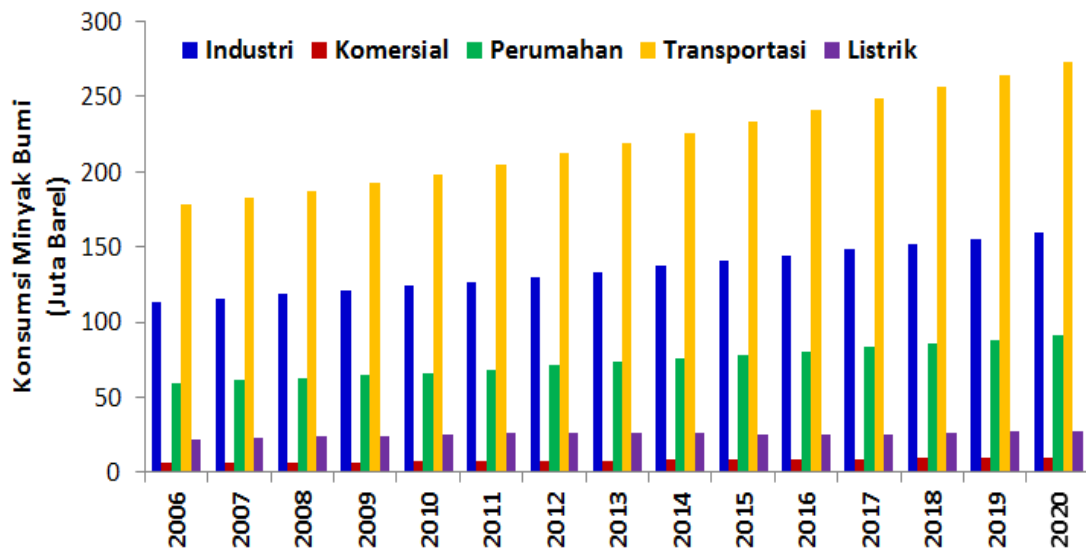


Gambar 5. Peningkatan jumlah penduduk di regional Bandung dari tahun 1994 hingga 2016 (Diolah dari data BPS dalam Angka)<sup>(36)</sup>



Gambar 6. Persentase konsumsi masyarakat regional Bandung berdasarkan penggunaan lahan (Persentase hasil dari Tabel 2)





Gambar 7. Konsumsi minyak bumi di beberapa sektor<sup>(37)</sup>

EF dari *Carbon Uptake* juga relatif tinggi setelah EF *Cropland*. EF dari *Carbon Uptake* adalah representasi dari luas hutan yang diperlukan untuk menyerap emisi karbon dioksida. *Workbook* yang disediakan oleh NFA 2008 untuk menghitung emisi karbon dari berbagai sumber, yaitu penggunaan bahan bakar minyak oleh domestik, emisi karbon yang melekat pada aktivitas industri dan perdagangan termasuk transportasi, serta penggunaan bahan bakar non fosil.

Nilai EF *Carbon Uptake* di Regional Bandung yang relatif tinggi dari sektor lainnya mencerminkan bahwa sebagai daerah metropolitan, Regional Bandung memiliki tingkat konsumsi energi yang cukup tinggi, khususnya dari sektor transportasi dan industri. Tidak hanya di Regional Bandung, menurut hasil kajian energi Universitas Indonesia tahun 2004, sektor transportasi dan industri merupakan dua sektor terbesar sebagai penyumbang emisi gas rumah kaca ( $CO_2$ ,  $NO_x$ , dan  $SO_x$ ) di seluruh Indonesia. Gambar 7 menunjukkan hasil prediksi konsumsi minyak bumi hingga tahun 2020 yang dilakukan oleh Kajian Energi Universitas Indonesia<sup>(37)</sup>.

Konsumsi energi yang tinggi, cukup relevan dengan adanya peningkatan jumlah populasi.

Meningkatnya jumlah populasi tentu berimplikasi terhadap peningkatan aktifitas ekonomi dan produksi. Namun demikian perlu segera diambil tindakan atau langkah preventif untuk menciptakan berbagai inovasi IPTEK agar emisi karbon yang dihasilkan dari pemanfaatan energi tersebut berkurang. Inovasi IPTEK dapat dilakukan dari dua arah, yaitu inovasi terhadap sumber penghasil emisi dan inovasi terhadap objek penyerap emisi, dimana keduanya bertujuan untuk menurunkan tingkat emisi karbon. Sebagai contoh antara lain: 1) regulasi tentang penggunaan bahan bakar gas untuk seluruh moda transportasi publik; 2) memperluas areal ruang terbuka hijau yang disahkan dalam bentuk regulasi (sepaimana regulasi tentang 30% luas DAS adalah hutan); dan sebagainya.

Tabel 3 menunjukkan bahwa kawasan Regional Bandung telah mengalami kondisi defisit ekologis sebesar 1,31 gha/kapita (EF konsumsi 1,37 gha; biokapasitas hanya 0,06) atau rasio *demand* terhadap *supply* sebesar 22,83. Kementerian Lingkungan Hidup memberikan penilaian terhadap rasio *supply* dan *demand* untuk menentukan kondisi keberlanjutan suatu wilayah atau kawasan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Status daya dukung lingkungan suatu wilayah atau kawasan berdasarkan nilai perbandingan antara *supply* dan *demand*

Perbandingan Supply/Demand	Status Daya Dukung Lingkungan
>2	Aman ( <i>Sustained</i> )
1,0 – 2,0	Aman Bersyarat ( <i>Conditionally Sustained</i> )
<1	Terlampai ( <i>Overshoot</i> )

Sumber: KLH, 2008<sup>(11)</sup>

Berdasarkan Tabel 4, maka kawasan Regional Bandung telah mengalami suatu kondisi *overshoot* (yaitu sebesar 0,04). Kondisi ini mencerminkan bahwa Regional Bandung memiliki ketergantungan terhadap wilayah lain yang cukup besar. Kondisi ini dapat disebabkan oleh dua hal, antara lain jumlah serta sebaran populasi yang cenderung tersebar (*sprawl*) atau pola (perilaku) pemanfaatan sumberdaya alam yang kurang bijaksana. Oleh karena, itu perlu adanya intervensi untuk mengurangi konsumsi dan meningkatkan biokapasitas. Salah satunya melalui kebijakan penataan ruang yang lebih kompak dan mandiri dengan menirkukan metabolisme penggunaan dan pemanfaatan sumberdaya alam yang bersifat sirkular daripada linier<sup>(38)</sup>.

Yang menjadi pertanyaan selanjutnya adalah apabila suatu kawasan telah berada pada status *overshoot*, apakah pembangunan harus dihentikan? Tentunya tidak demikian solusinya. Proses pembangunan suatu kawasan tidak dapat dihentikan mengingat tuntutan kemajuan dari masyarakat yang lebih modern. Yang bisa dilakukan adalah melakukan pengendalian dan inovasi secara terus menerus seiring dengan tuntutan kemajuan yang diharapkan.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan EF konsumsi dan Biokapasitas kawasan Regional Bandung menunjukkan suatu kondisi dimana jejak ekologisnya telah mengalami defisit. Selisih antara EF konsumsi dan Biokapasitas sebesar 1,31 gha/kapita dan rasio sebesar 21,93 (>>1). Angka tersebut dapat digunakan sebagai indikator bahwa daya dukung sumberdaya alam di kawasan Regional Bandung telah terlampaui. Dengan kata lain bahwa kawasan ini memiliki ketergantungan yang sangat besar terhadap wilayah lain untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, baik produk maupun jasa. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya pengendalian agar ketergantungan tersebut dapat diminimalisir. Salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah penerapan regulasi yang mampu mengubah pola konsumsi masyarakat dan menciptakan metabolisme pemanfaatan sumberdaya alam yang lebih bersifat sirkular daripada linier. Untuk mencapai hal ini diperlukan kerjasama yang baik antar pemangku kepentingan di wilayah regional, khususnya dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat di Regional Bandung.

#### PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) yang telah memberi kesempatan

untuk menggunakan *Workbook GFN* untuk melakukan perhitungan dan analisis Jejak Ekologis di Kawasan Regional Bandung. Tidak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada segenap pihak yang telah membantu dalam penelusuran data yang digunakan untuk analisis.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Kates, R.W., Parris, T.M., and Leiserowitz, A.A., (2005). What is sustainable development? Goal, Indicator, Values, and Practice, *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, Volume 47, Number 3, p:8–21, <http://www.heldref.org/env.php>
2. Tamin, Ofyar Z., (2001). *Konsep Pengembangan Sistem Transportasi Wilayah di Era Otonomi Daerah*. Materi disampaikan pada Seminar Nasional Strategi Pemenuhan Kebutuhan dan Penentuan Prioritas Pengembangan Infrastruktur Wilayah. Ditjen Bangda, Depdagri-Bapenas, Jakarta 26 November 2001.
3. Hopwood, B., Mellor, M., and O'Brien, G., (2005). Sustainable Development: Mapping Different Approach. *Sustainable Development Journal*. Volume 13, Issue 1, p:38–52, February 2005 DOI: 10.1002/sd.244.
4. Griggs, D., M. Stafford Smith, J. Rockström, M. C. Öhman, O. Gaffney, G. Glaser, N. Kanie, I. Noble, W. Steffen, and P. Shyamsundar., (2014). An integrated framework for sustainable development goals. *Ecology and Society*, 19 (4), p:49. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07082-190449>
5. Pradhan,P., Costa,L., Rybski,D., Lucht, W.,& Kropp,J.P., (2017). A Systematic Study of Sustainable Development Goal (SDG) Interactions, *Earth's Future*, 5, p: 1169–1179 <https://doi.org/10.1002/2017EF000632>
6. Rusli, S, Widiono, S., and Indriana, H., (2009). Tekanan Penduduk, Overshoot Ekologi Pulau Jawa, dan Masa Pemulihannya, *Jurnal Teras Terasdisiplin Sosiologi, Komunikais, dan Ekologi Manusia*, Vol. 3, No. 01, p: 77-112
7. Schroll, H., Andersen, J., and Kjærgård, B., (2012). Carrying Capacity: An Approach to Local Spatial Planning in Indonesia, *The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies*, vol. 11, no. 1.
8. Wei, Y., Huang, C., Lam, P.T.I., Sha, Y., and Feng, Y., (2015). Using Urban-Carrying

- Capacity as a Benchmark for Sustainable Urban Development: An Empirical Study of Beijing, *Sustainability*, 7, p:3244-3268; doi:10.3390/su7033244
9. Ma, Biao, (2017). Literature review on land carrying capacity of the coordinated development of population, resources, environment and economy, *2nd International Conference on Materials Science, Resource and Environmental Engineering (MSREE 2017)*, AIP Conf. Proc. 1890, 040106-1–040106-7; <https://doi.org/10.1063/1.5005308>
  10. UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.
  11. KLH (Kementerian Lingkungan Hidup), (2008), *Daya Dukung Lingkungan dalam Penataan Ruang*. Dokumen Asisten Deputi Urusan Pengawasan dan Evaluasi Lingkungan, Deputi Bidang Tata Lingkungan, Kementerian Negara Lingkungan Hidup (Materi tidak dipublikasikan).
  12. UU LH No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
  13. Reigner, N., Kiser, B., Lawson, S., and Manning, Robert, (2012). Using Transportation to Manage Recreation Carrying Capacity, *The George Wright Forum*, vol. 29, No. 3, p: 322–337.
  14. Anderson C., Jovanoskia, Z., Towersa, I. N. and Sidhu, H. S., (2015). A Simple Population Model with A Stochastic Carrying Capacity, *21st International Congress on Modelling and Simulation, Gold Coast, Australia*, 29 Nov to 4 Dec 2015 [www.mssanz.org.au/modsim2015](http://www.mssanz.org.au/modsim2015)
  15. Novita, M.Z, Soewardi, Kadarwan; and Pratiwi, N.T.M., (2015). Aquatic Carrying Capacity Assessment for Extensive Fishing (Case Study: Cilala Lake, Bogor Regency, *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPi)*, April 2015, Vol. 20 (1), p:66-71.
  16. Wang, T and Xu, S., (2015). Dynamic Successive Assessment of Water Environment Carrying Capacity and Its Application, *Ecological Indicator*, 52, p:134-146
  17. Woodworth, P.A.J., Polovina, J.J., and Drazen, J.C., (2016). Climate Change is Projected to Reduce Carrying Capacity and Redistribute Species Richness in North Pacific Pelagic Marine Ecosystems, *Global Change Biology*, p: 1-9, doi: 10.1111/gcb.13471
  18. Taiwo, F.J and Feyisara, O.O., (2017). Understanding the Concept of Carrying Capacity and Its Relevance to Urban and Regional Planning, *Journal Environmental Studies*, Vol. 3, Issue:1, p:1-5
  19. Stagge, J. H., Tallaksen, L.M., Xu, C.Y., Van Lanen, H.A.J., (2014). Standardized Precipitation-Evaporation Index (SPEI): Sensitivity to Potential Evapotranspiration Model and Parameters, *Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions, Proceedings of FRIEND-Water 2014*, Monthpeller, France, October 2014 (IHAS Publi. 363, 2014), p: 367-373.
  20. Vanderkelen, I., vanLipzig, N.P.M., Thiery, W., (2018). Modelling the Water Balance of Lake Victoria (East Africa) – Part1: Observational Analysis, *Hydrology and Earth System Science*, 22, p:5509–5525, 2018, <https://doi.org/10.5194/hess-22-5509-2018>
  21. Wang, Y., Huang, X., Gao, L., Guo, B., Ma, K., (2018). Preliminary Research on Quantitative Methods of Water Resources Carrying Capacity Based on Water Resources Balance Sheet, *Proc. IAHS*, 379, p:269–277, 2018 <https://doi.org/10.5194/piahs-379-269-2018>
  22. Almeida, A. Q., Ribeiro, A., Leite, F. P., Souza, R., Gonzaga, M. I. S., Santos, W. A., (2019). Water Balance in a Tropical Eucalyptus plantations in the Doce River Basin, Eastern Brazil, *Journal of Agricultural Science*, Vol. 11, No. 6; 2019 ISSN 1916-9752, E-ISSN 1916-9760, Published by Canadian Center of Science and Education.
  23. Simangunsong, E.M., Razali, Muklis, (2013). Penentuan Kelas Kemampuan Lahan Daerah Tangkapan Air Danau Toba Menggunakan Metode Scoring, *Jurnal Online Agroekoteknologi*, Vol.1, No.3, Juni 2013, ISSN No. 2337- 6597
  24. Wijaya, I.M.H., Prasetyo, L.B., Rusdiana, O., (2015). Evaluasi Kesesuaian dan Kemampuan Lahan Terhadap RTRW Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan, *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, Vol. 5 No. 2 (Desember 2015), p:148-160, e-ISSN: 2460-5824, doi: 10.19081/jpsl.5.2.148, <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jpsl/>
  25. Surur, Fadhil, (2017). Optimalisasi Pemanfaatan Lahan Untuk Pengembangan Komoditi Kakao, *Jurnal Teknosains*, Volume 11, Nomor 1, Januari-Juni 2017, p: 89 – 102.

26. Bastianoni, Simone, (2010). The State of The Art in Ecological Footprint Theory and Applications. *Academic Conference FORUM Footprint* at Colle Val d'Elsa, Italy.
27. Oliviera, M.E.D.D., Vaughan, B.E., and Rykiel E.J.Jr., (2005). Ethanol as Fuel: Energy, Carbon Dioxide Balances, and Ecological Footprint. *BioScience Oxford Journal*. July 2005, Vol. 55, No. 7, p:593-602.
28. Rusli, S., Widiono, S., dan Indriana, H., (2009). Tekanan Penduduk, *Overshoot* Ekologi Pulau Jawa dan Masa Pemulihannya. *Jurnal Transdisiplin Sosiologi, Komunikasi dan Ekologi Manusia*, Vol. 03, No. 01 ISSN: 1978-4333, p:77-112.
29. Ewing, Brad dan Kementerian PU, (2009). *Ecological Footprint as a tool in Regional Planning for Sustainable Development in Indonesia*. Global Footprint Network.
30. Marganingrum, D., (2017). Carrying Capacity of Water Resources in Bandung Basin, Global Colloquium on GeoScience and Engineering, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 118, Bandung, Indonesia 18-19 October 2017
31. Lazarus, E., G. Zokai, M. Borucke, D. Panda, K. Iha, J. C. Morales, M. Wackernagel, A. Galli, N. Gupta, (2014). Working Guidebook to the National Footprint Accounts: 2014 Edition. Oakland: Global Footprint Network.
32. Peraturan Pemerintah RI No. 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional.
33. Ercin, A.E., dan Hoekstra, A.Y., (2014). Water Footprint Scenario for 2050: A Global Analysis, *Environmental International*, 64, p:71-82, <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2013.11.019>
34. Goldstein, B. P., Birkved, M., dan Fernandez, J., (2017). Surveying the Environmental Footprint of Urban Food Consumption. *Journal of Industrial Ecology*, 21(1), p:151-165. DOI: 10.1111/jiec.12384.
35. Alshahrani, S.M., Fraser, G.E., Sabaté, J., Knutsen, R., Shavlik, D., Mashchak, A., Lloren, J.I., and Orlich, M.J., (2019). Red and Processed Meat and Mortality in a Low Meat Intake Population, *Nutrients*, 11, 622, doi:10.3390/nu11030622 [www.mdpi.com/journal/nutrients](http://www.mdpi.com/journal/nutrients)
36. Biro Pusat Statistik (BPS), (2016). Kota Bandung, Kota Cimahi, Kabupaten Bandung, dan Kabupaten Bandung Barat *Dalam Angka*.
37. Anonim, (2004). Indonesia Energy Outlook and Statistics. Pengkajian Energi, Universitas Indonesia.
38. Kustiawan, Iwan, (2011). *Implikasi Perhitungan Telapak Ekologis Terhadap Perumusan Penataan ruang di KSN Perkotaan Cekungan Bandung*. Materi disampaikan pada Workshop Terbatas Daya Dukung Lingkungan pada KSN Perkotaan Cekungan Bandung: Kajian Telapak Ekologis (tidak dipublikasikan).