



## Tekanan Penduduk, Overshoot Ekologi Pulau Sumatera, dan Masa Pemulihannya

Said Rusli, Septri Widiono, dan Hana Indriana

### ABSTRAK

*Penelitian ini dilatarbelakangi oleh fenomena overpopulation di Pulau Jawa sebagaimana telah diungkap pada penelitian fundamental tahun pertama (2008). Fenomena ini menunjukkan menurunnya kapasitas biologis Pulau Jawa untuk menopang aktivitas penduduk. Sumatera dengan luasan wilayah yang lebih dari Jawa akan tetapi dari segi kemajuan wilayah sudah cukup tinggi pada beberapa provinsi. Dalam hal kependudukan, sekitar 50 persen penduduk luar Jawa berada di Sumatera. Untuk itu dengan mengadopsi apa yang sudah dilakukan pada Jawa, penelitian ini juga mengkaji keadaan daya dukung Pulau Sumatera. Penelitian ini bertumpu pada data sekunder yang dikeluarkan Pemerintah secara resmi melalui berbagai instansinya. Hasil penelitian dengan pendekatan indeks tekanan penduduk ini menunjukkan bahwa Sumatera masih mampu menopang seluruh penduduk yang ada saat ini. Dengan indeks sebesar 0,8 Pulau Sumatera masih dapat menampung penduduk sebanyak 53.339.255 orang pada tahun 2010. Pendekatan ini mengasumsikan sektor yang menopang kehidupan adalah pertanian. Namun jika dianalisis dengan pendekatan tapak ekologi yang lebih menekankan pada kuantitas aktivitas penduduk, ternyata Pulau Sumatera telah mengalami overshoot sebesar 0,05 ha/orang atau 0,31 Gha/orang. waktu yang diperlukan untuk memulihkan kondisi ekologi Pulau Sumatera tidak seberapa lama (ceteris paribus), yakni apabila tidak ada perubahan dalam pola konsumsi penduduk, dibutuhkan waktu paling lama 7,76 tahun. Dengan defisit sebesar 0,05 ha per orang pada tahun 2006, pada tahun 2014 keadaan Pulau Sumatera sudah membaik dalam menyediakan biokapasitas untuk seluruh penduduknya.*

*Katakunci: tekanan penduduk, overshoot ekologi*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Perkembangan penduduk senantiasa terjadi akibat faktor-faktor fertilitas, mortalitas, dan migrasi (Lucas dan Meyer, 1996). Faktor-faktor demografi tersebut sangat berkaitan dengan kondisi sosial, ekonomi, politik, dan budaya manusia. Teknologi yang dikembangkan pada dasarnya berguna untuk memudahkan aktivitas sosial. Dapat dipandang secara ekologis bahwa semua aktivitas itu merupakan kegiatan mengkonsumsi energi yang tersedia di alam dalam berbagai bentuk, baik yang langsung maupun tidak langsung.

Secara keseluruhan, di alam ini akan terjadi pertukaran energi dari satu tempat ke tempat lainnya. Manusia yang hidup di suatu tempat, secara langsung mengkonsumsi energi pada tempatnya. Secara relatif, kumpulan manusia yang terlibat dalam pemanfaatan sumberdaya alam dan yang berinteraksi dengan sesamanya didukung oleh ekosistem dan jaringan ekosistem yang lebih besar (Marten, 2001).

Bagaimanapun juga, ekosistem dan lebih besar lagi jaringan antar ekosistem itu memiliki batas-batas dalam menopang semua aktivitas manusia tersebut. Salah satu pendekatan untuk mengkaji batas-batas keberlanjutan suatu ekosistem adalah *ecological footprint* (tapak ekologi). *Ecological footprint* mengukur permintaan penduduk atas alam dalam satuan metrik, yaitu area global biokapasitas. Dengan membandingkan *ecological footprint* dengan ketersediaan kapasitas biologis bumi, analisis *ecological footprint* (EFA) menyarankan apakah pemanfaatan lahan pertanian, hutan, peternakan, perikanan, ruang terbangun, lahan energi itu dapat dilanjutkan. Dalam laporan *Footprint of Nations - Ecological Footprint Network (Footprint of Nations, 2005 Update - 2)*, disimpulkan bahwa penggunaan bumi kita sudah sampai pada batas keberlanjutan lingkungan (*environmental sustainability*). Alam telah digunakan melampaui kapasitasnya untuk memperbaharui dan meregenerasi. Tanda-tanda ini sudah bisa dirasakan seperti fenomena efek rumah kaca, deforestasi, degradasi lahan pertanian, dan meningkatnya kelangkaan sumberdaya alam.

Berkaitan dengan indikasi tersebut menarik untuk melakukan kajian daya dukung Pulau Sumatera dengan menggunakan pendekatan tapak ekologi (*ecological footprint*). Menurut *Global Footprint Network (GFN, 2006)*, *Ecological Footprint* merupakan suatu alat manajemen sumberdaya yang dapat mengukur seberapa banyak tanah dan air yang dibutuhkan oleh populasi manusia untuk menghasilkan sumberdaya yang dikonsumsi serta untuk menyerap limbah sehubungan dengan penggunaan teknologi. Pada saat permintaan terhadap sumberdaya ekologis melampaui apa yang bisa disediakan oleh alam secara berkelanjutan, disebut sebagai kondisi ekologis yang terlampaui (*ecological overshoot*).

Indonesia belum pernah melakukan perhitungan tapak ekologi untuk negaranya. Salah satu informasi mengenai tapak ekologi Indonesia dapat diketahui dari publikasi *Global Footprint Network (GFN)* tahun 2005 dan 2006 ([www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org)). Hasil perhitungan GFN menunjukkan bahwa telah terjadi defisit ekologi sebesar 0,01 Gha/orang (data tahun 2002) kemudian menjadi 0,05 Gha/orang (data tahun 2003). Keadaan ini masih lebih baik jika dibandingkan dengan negara tetangga, Malaysia, dimana data tahun 2003 sudah mengalami defisit ekologi sebesar 1,5 Gha/orang. Tampaknya semakin maju suatu negara, besarnya defisit ekologi semakin besar. Sebagai ilustrasi misalnya, Jerman defisit 2,8 Gha/orang, Inggris 4,0 Gha/orang, dan Amerika Serikat 4,8 Gha/orang.

Tapak ekologi Pulau Jawa sudah dihitung oleh Tim Konsultan Menkoperekonomian pada tahun 2006 dan juga peneliti pada tahun 2008. Hasilnya menunjukkan Pulau Jawa sudah amat terlampaui dari kemampuannya menyediakan unsur-unsur biologis kehidupan. Bagaimana dengan Pulau Sumatera dengan pertumbuhan penduduk yang masih tinggi dan mulai bermunculan pusat-pusat kota industri seperti Medan, Palembang, Sumatera Barat, dan Lampung?

## **Perumusan Masalah**

Pulau Sumatera yang berukuran panjang 1.800 kilometer dan lebar 400 kilometer, pada tahun 2000 dihuni oleh penduduk sekitar 42.473.000 jiwa (BPS, 2001). Secara umum topografi Pulau Sumatera masih didominasi oleh hutan baik hutan-hutan yang sudah ditetapkan menjadi kawasan hutan lindung maupun daerah non kawasan hutan lindung. Sampai dengan tahun 1999, kawasan hutan lindung di seluruh Sumatera sebesar 4.567.749 ha. Namun aktivitas ekonomi dapat mengancam keberadaan hutan-hutan di Sumatera. Aktivitas utama yang paling berkontribusi adalah konversi hutan menjadi lahan-lahan perkebunan baik oleh swasta maupun masyarakat, pertambangan, *illegal logging* dan sebagainya. Keadaan ini dapat mendorong kerusakan hutan Sumatera. Dampak ekologis yang tidak diinginkan dapat saja terjadi seperti kelangkaan sumberdaya air, banjir, longsor dan sebagainya. Aktivitas penduduk yang menyebabkan deforestasi tidak saja ditujukan untuk menopang kehidupan penduduk pulau Sumatera saja tapi juga untuk kepentingan penduduk di luar pulau Sumatera.. Ini semua berkontribusi terhadap penurunan kapasitas biologis pulau Sumatera. Dengan demikian, permasalahan utama penelitian ini adalah seberapa besar tekanan penduduk telah terjadi di Pulau Sumatera? Apakah telah terjadi *overshoot* Pulau Sumatera? Lantas berapa lama dibutuhkan waktu untuk memulihkan kondisi ekologisnya?

## **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh fenomena *overpopulation* di Pulau Jawa sebagaimana telah diungkap pada penelitian fundamental tahun pertama (2008). Fenomena ini menunjukkan menurunnya kapasitas biologis Pulau Jawa untuk menopang aktivitas penduduk. Sumatera dengan luasan wilayah yang lebih dari Jawa akan tetapi dari segi kemajuan wilayah sudah cukup tinggi pada beberapa provinsi. Dalam hal kependudukan, sekitar 50 persen penduduk luar Jawa berada di Sumatera. Untuk itu dengan mengadopsi apa yang sudah dilakukan pada Jawa, penelitian ini juga mengkaji keadaan daya dukung Pulau Sumatera. Penelitian ini bertumpu pada data sekunder yang dikeluarkan Pemerintah secara resmi melalui berbagai instansinya. Hasil yang diharapkan adalah mengidentifikasi variabel-variabel yang menentukan kondisi ekologi dan manipulasinya untuk pemulihan ekologi.

## **Kegunaan Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi suatu sintesa mengenai kependudukan dan daya dukung Pulau Sumatera, sehingga dapat dimanfaatkan oleh instansi-instansi yang terkait dengan pembangunan, kependudukan, dan lingkungan hidup. Diharapkan hasil penelitian ini juga dapat memberikan gambaran mengenai tingkat tekanan penduduk agraris dan status lingkungan hidup di Pulau Sumatera. Di samping itu, penelitian ini diharapkan juga dapat dimanfaatkan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah melalui dinas-dinas terkait di masing-masing ibukota provinsi di Pulau Sumatera agar dapat melakukan berbagai upaya guna mendorong, menjaga dan memulihkan daya dukung Pulau Sumatera.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Penduduk dan Daya Dukung Lingkungan

Pentingnya perhatian terhadap daya dukung lingkungan terjadi ketika manusia menyadari bahwa daya dukung lingkungan terhadap kehidupan manusia dan makhluk-makhluk lain ada batas-batasnya, kendatipun tidak mudah ditentukan. Menjadi persoalan bagi manusia bagaimana agar lingkungan mampu secara berkelanjutan mendukung kehidupannya dengan tingkat kesejahteraan yang dipandang memadai.

Kehidupan manusia dengan berbagai macam kegiatannya menghasilkan limbah. Ketika jumlah penduduk masih sedikit terdapat keseimbangan antara jumlah limbah yang dibuang dengan kemampuan pemurnian dari lingkungan sehingga lingkungan tidak mengalami pencemaran atau hanya mengalami tingkat pencemaran yang rendah (Soemarwoto, 1995). Dengan makin meningkatnya jumlah penduduk di suatu wilayah maka jumlah limbah yang dihasilkan manusia melampaui kemampuan lingkungan untuk memurnikan diri, akibatnya, terjadilah pencemaran lingkungan.

Peringatan terhadap perkembangan penduduk yang dapat melampaui kemampuan sumberdaya yang mendukungnya sudah dimulai oleh Malthus pada akhir abad ke-18 (1798), meskipun Malthus hanya mempersoalkan hubungan antara perkembangan penduduk dan subsisten (pangan). Dalam perkembangannya, tampak ada kecenderungan yang dipentingkan adalah adanya keseimbangan antara sumberdaya-sumberdaya yang dimiliki dan jumlah penduduk yang menggunakan sumberdaya-sumberdaya itu (Huxley, 1955).

Konsep daya dukung (*carrying capacity*) dapat dipandang sebagai perkembangan lebih lanjut dari konsep kepadatan penduduk (*population density*). Kepadatan penduduk menunjukkan hubungan kuantitatif antara jumlah penduduk dan unit luas lahan. Untuk suatu daerah agraris, yang penting adalah kepadatan penduduk agraris yang menunjukkan jumlah penduduk yang tergantung hidupnya pada pertanian (jumlah petani dan keluarganya) per luas lahan pertanian.

Di samping kepadatan penduduk agraris, terdapat berbagai konsep kepadatan penduduk, antara lain kepadatan penduduk geografis dan kepadatan penduduk fisiologis. Konsep kepadatan penduduk yang paling umum adalah kepadatan penduduk geografis yang menunjukkan perbandingan antara jumlah penduduk dan luas lahan di suatu wilayah. Kepadatan penduduk fisiologis dihubungkan antara jumlah penduduk dan luas lahan pertanian di suatu wilayah (FAO, 1986).

Dengan demikian, konsep kepadatan penduduk dibangun atas dasar pengertian penduduk dan pengertian lahan. Pengertian penduduk mencakup keseluruhan penduduk (total penduduk), ataupun dibatasi pada penduduk yang hidupnya tergantung pada pertanian (petani dan keluarganya) di suatu wilayah. Lahan terdiri dari lahan yang dapat diusahakan (*arable land* atau *cultivable land*) dan lahan yang tidak dapat diusahakan (*non-arable land*). Pengertian lahan untuk perhitungan kepadatan penduduk geografis adalah keseluruhan lahan yang terdapat di suatu wilayah, baik *arable land* maupun *non-arable land*. Perhitungan kepadatan-kepadatan penduduk lainnya perlu didefinisikan secara jelas pengertian lahan yang dipakai.

Lahan pertanian dapat merupakan lahan yang potensial digunakan untuk usaha pertanian ataupun mungkin dibatasi pada lahan pertanian yang telah diusahakan (*cultivated land*) seperti luas sawah, ladang dan tegalan di suatu wilayah. Lahan pertanian mencakup pula lahan-lahan yang dengan satu atau lain cara memberikan manfaat (*productive non-arable land*) seperti wilayah hutan lindung yang dapat digunakan oleh penduduk untuk mengambil hasil hutan dan binatang buruan. Kepadatan penduduk dinyatakan dalam jumlah penduduk per unit luas lahan (jiwa per mil<sup>2</sup>, jiwa per km<sup>2</sup>, jiwa per hektar).

Konsep daya dukung (daya dukung lingkungan) lebih komprehensif dari pada konsep kepadatan penduduk. Pengertian daya dukung secara umum dapat dilihat pada pernyataan berikut:

*“Carrying capacity is the maximum population size that a species can maintain indefinitely in a given area – that is, without diminishing the capacity of the area to sustain the same population size in the future. Carrying capacity is thus a function of both the resource requirements of the organism and the size and richness of the area”*(Ranganathan dan Daily, 2003).”

Konsep daya dukung menekankan kemampuan suatu daerah (wilayah) untuk mendukung jumlah maksimum populasi suatu spesies secara berkelanjutan pada suatu tingkat kebutuhan sumberdaya yang diperlukan. Dengan demikian, kemampuan ini sangat tergantung pada kekayaan sumberdaya yang dimiliki oleh suatu daerah dan tingkat kebutuhan sumberdaya oleh suatu organisme. Kemampuan daerah (wilayah) yang bersangkutan tidak pernah berkurang, atau secara terus menerus terpelihara.

Dihubungkan dengan jumlah manusia (penduduk) yang mampu didukung (ditampung) oleh lingkungan hidup di suatu wilayah secara berkelanjutan, konsep daya dukung menjadi lebih rumit karena peranan yang unik dari kebudayaan manusia. Terdapat tiga faktor kebudayaan yang saling terkait secara kritikal dengan daya dukung suatu wilayah (Ranganathan dan Daily, 2003), yaitu:

- (1) Perbedaan-perbedaan individual dalam hal tipe dan kuantitas sumberdaya yang dikonsumsi.
- (2) Perubahan yang cepat dalam hal pola konsumsi sumberdaya.
- (3) Perubahan teknologi dan perubahan budaya lainnya.

Konsep daya dukung dipandang lebih bermakna untuk melihat jumlah manusia yang dapat ditampung di suatu wilayah (Rusli, 1996). Dalam hal ini, secara singkat, konsep daya dukung dapat dibatasi sebagai kemampuan untuk mendukung kehidupan manusia, yaitu untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan manusia. Daya dukung lahan terhadap jumlah penduduk hanya sebagian ditentukan oleh sumberdaya, iklim, dan kondisi fisik lainnya. Sedangkan faktor lain yang mempengaruhi adalah bagaimana cara-cara mengorganisir penduduk untuk menggunakan sumberdaya itu. Unsur teknologi memainkan peranan penting. Cara-cara penggunaan lahan yang lebih intensif mampu mendukung lebih banyak orang.

Daya dukung suatu wilayah terdiri dari daya dukung internal dan daya dukung eksternal (Zimmermann, 1964). Daya dukung internal adalah daya dukung yang berasal dari dalam wilayah, sedangkan daya dukung eksternal berasal dari luar wilayah yang bersangkutan. Dalam masyarakat modern, ketergantungan pada daya dukung eksternal tampak jelas. Penduduk dari suatu daerah dapat memperoleh penghidupannya di daerah lain dengan berbagai cara, seperti melalui perdagangan, investasi, dan memiliki lahan pertanian di luar daerah yang bersangkutan.

Dalam masyarakat modern, mengukur daya dukung suatu daerah terhadap penduduknya sukar dilakukan mengingat banyaknya faktor yang harus diperhitungkan. Hal ini berlainan dengan masyarakat primitif atau semi primitif tertutup, dimana penilaian daya dukung relatif mudah karena dapat didekati dengan hanya melihat daya dukung fisik (Rusli, 1996)

Daya dukung suatu wilayah bersifat dinamis. Daya dukung suatu wilayah, selain dipengaruhi oleh daya dukung eksternal, juga dipengaruhi oleh perubahan-perubahan organisasi masyarakat dan teknologi dari tipe ekonomi pra agraris, agraris, hingga tipe ekonomi industri. Wiechel yang menggolong-golongkan penduduk dunia sampai pada kesimpulan tentang kepadatan penduduk bagi berbagai tipe ekonomi sebagaimana terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kepadatan Penduduk Menurut Tipe Ekonomi

<b>Tipe Ekonomi</b>	<b>Jumlah Orang per Mil persegi*)</b>
1. Berburu dan menagkap ikan	1 - 8
2. Pastoral dan forestri	8 - 26
3. Permulaan pertanian	26 - 64
4. Pertanian	64 - 92
5. Permulaan industri dan perdagangan	192 - 256
6. Pertanian dan industri	256 - 381
7. Industri lebih dominan	381 +

Sumber: Disebut oleh M.S. Jefferson "The Anthropology of Some Great Cities", *American Geographical Society Bulletin* XLI (1909), hal.543,dalam A.H.Hawley, *Human Ecology* (New York: The Ronald Press Company, 1950), hal. 151.

Undang-undang R.I No. 10 1992, membedakan daya dukung lingkungan menjadi daya dukung alam, daya tampung lingkungan binaan dan daya tampung lingkungan sosial sebagai berikut.

- (1) Daya dukung alam adalah kemampuan lingkungan alam beserta segenap unsur dan sumbernya untuk menunjang perikehidupan manusia serta makhluk lain secara berkelanjutan.
- (2) Daya tampung lingkungan binaan adalah kemampuan lingkungan hidup buatan manusia untuk memenuhi perikehidupan penduduk.
- (3) Daya tampung lingkungan sosial adalah kemampuan manusia dan kelompok penduduk yang berbeda-beda untuk hidup bersama-sama sebagai satu masyarakat secara serasi, selaras, seimbang, rukun, tertib dan aman.

## Indeks Tekanan Penduduk

Dalam memahami hubungan (interaksi) antara penduduk (manusia) dan lingkungan terdapat dua model dasar yang penting, yaitu model POET dan model IPAT. Model POET bersifat lebih umum dibandingkan dengan model IPAT. Kedua model tidak mempersoalkan tentang overpopulasi, tetapi model IPAT mempersoalkan bahwa penduduk merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap tekanan pada lingkungan.

Model POET terdiri dari empat variabel (unsur) yang terdiri dari Penduduk ( $P=Population$ ), Organisasi ( $O=Organization$ ), Lingkungan ( $E=Environment$ ), dan Tekonolgi ( $T=Technology$ ). Keempat variabel ini berhubungan timbal balik, saling tergantung (Duncan dalam Bharadway, 1992). Untuk dapat memahami hubungan penduduk dan lingkungannya, perlu dikaji bentuk organisasi sosial dan tipe teknologi yang digunakan (Orians dan Skumanich, 1997). Organisasi sosial dan tipe tekonologi dapat memediasi interaksi manusia dan lingkungannya. Variasi interaksi jumlah penduduk dengan lingkungannya tergantung pada teknologi yang digunakan penduduk yang bersangkutan dan sistem sosial (adat-istiadat) yang berlaku. Model POET berguna sebagai teori dasar, tetapi sedikit diaplikasikan terhadap isu-isu kebijakan.

Model IPAT banyak digunakan berkaitan dengan isu-isu lingkungan (dampak terhadap lingkungan) akibat perkembangan penduduk, meningkatnya kemakmuran penduduk sebagai hasil dari pertumbuhan ekonomi, dan perubahan teknologi yang digunakan. Pernyataan matematik hubungan variabel-variabel dalam model IPAT adalah sebagai berikut (Jones, 1993; Orians dan Skumanich, 1997):

$$I = P \times A \times T$$

dimana:

I = Dampak terhadap lingkungan

P = Tingkat kemakmuran individu, diukur dengan perkapita konsumsi barang dan jasa.

T = Teknologi diukur dengan energi yang digunakan per unit pendapatan (*income*) atau jumlah sumberdaya yang dikonsumsi dan polusi yang diciptakan selama produksi dan konsumsi per unit barang-barang dan jasa.

Tekanan penduduk (*population pressure*) merupakan gejala adanya kelebihan penduduk (*overpopulasi*) di suatu daerah, mengingat ketersediaan sumberdaya yang terdapat untuk kehidupan penduduk, sesuai dengan standar hidup yang diinginkan di daerah yang bersangkutan. Dikaitkan dengan daya dukung, tekanan penduduk terjadi ketika di daerah yang bersangkutan jumlah penduduknya telah melampaui daya dukung. Tekanan penduduk di suatu daerah atau suatu wilayah yang masih agraris dapat mengakibatkan terjadinya hal-hal berikut (lihat antara lain; Boeke, 1942; Geertz, 1956; Soemarwoto, 1985):

- (1) Terjadinya kemerosotan tingkat hidup penduduk;
- (2) Terjadinya ekspansi ke daerah lain untuk mendapatkan lahan usahatani dengan merambah hutan;

- (3) Berkembangnya sistem sosial “*shared poverty*” (kemiskinan berbagi) yang berlandaskan pertanian;
- (4) Gerak penduduk (permanen dan non-permanen) untuk mendapatkan peluang bekerja ataupun peluang berusaha di daerah lain.

Khusus daerah-daerah yang pada dasarnya masih bersifat agraris, telah dikembangkan oleh Soemarwoto (1985) suatu model kuantitatif Indeks Tekanan Penduduk. Beberapa faktor (variabel) dasar yang menentukan tekanan penduduk terhadap tanah pertanian di suatu daerah (wilayah) adalah:

- (1) Jumlah penduduk; dalam hal ini penduduk yang hidupnya tergantung pada pertanian (petani dan keluarganya);
- (2) Luas tanah pertanian yang tersedia atau yang dapat diusahakan;
- (3) Standar hidup yang diinginkan;
- (4) Sistem pertanian yang dipraktekkan ataupun diterapkan;
- (5) Pendapatan yang bersumber dari luar usahatani (luar pertanian).

Indeks Tekanan Penduduk untuk waktu tertentu dihitung sebagai berikut (Soemarwoto, 1985):

$$PPt = (1 - \alpha t) zt \frac{ftPo (1 + r)^t}{Lt} \quad \text{dimana,}$$

t = Periode waktu

PPt = Indeks Tekanan Penduduk pada waktu t

Lt = Luas lahan pertanian pada waktu t

z = Luas lahan pertanian rata-rata yang diperlukan oleh tiap penduduk petani pada suatu standar hidup yang diinginkan (standar hidup yang dipandang memadai)

Po = Jumlah penduduk pada awal periode

r = Reit perkembangan penduduk tahunan pada periode t

ft = Proporsi penduduk petani

$\alpha$  = Proporsi pendapatan petani yang bersumber dari aktivitas-aktivitas non-pertanian

### **Tapak Ekologi (*Ecological Footprint*)**

Konsep *ecological footprint* pertama kali dirintis oleh William Rees dan Mathis Wackernagel pada tahun 1996. Saat ini, pendekatan tersebut menjadi satu referensi yang paling penting untuk alat analisis keberlanjutan global (Rees dan Wackernagel, 1996). Dengan mengemukakan mengenai bagaimana mengurangi dampak penduduk terhadap alam, konsep *ecological footprint* menjadi isu dunia yang penting, setidaknya dalam dua cara pandang (McDonald dan Patterson 2003). *Pertama*, *ecological footprint* mengukur total biaya ekologis (dalam area lahan) dari suplai seluruh barang dan jasa kepada penduduk, hal ini menunjukkan bahwa penduduk tidak hanya secara langsung memerlukan lahan untuk produksi pertanian, jalan, bangunan dan lainnya, akan tetapi secara tidak langsung lahan pun turut mewujudkan barang dan jasa yang dikonsumsi penduduk. Dalam cara pandang



seperti ini, *ecological footprint* dapat digunakan untuk membuat nyata biaya ekologis dari aktivitas penduduk.

*Kedua, ecological footprint* sebagai indikator keberlanjutan, yaitu *carrying capacity*. *Carrying capacity* dalam ekologi adalah jumlah populasi maksimum yang dapat didukung oleh area lahan tertentu. Konsep ini menunjuk untuk semua anggota ekosistem. Menjadi sangat menarik apabila populasi di sini adalah populasi manusia atau penduduk. Dengan menggunakan interpretasi kedua ini, Wackernagel dan Rees (1996) berpendapat bahwa ekologi hampir semua negara maju sudah tidak *sustainable* dimana *ecological footprint* melampaui kemampuan biokapasitas (*overshoot*). Pada tingkatan global, *ecological footprint* bagi seluruh umat manusia telah melampaui biokapasitas global sebesar 34 persen (Loh, 2000 dikutip oleh McDonald dan Patterson 2003).

Disinilah konsep *ecological footprint* mendapatkan titik temunya dengan konsep daya dukung lahan dan *over population*. Dimana, apabila area lahan tertentu sudah tidak mampu mendukung kehidupan sejumlah penduduk tertentu dengan tanda-tanda berkurangnya ketersediaan pangan dan kematian penduduk meningkat. Apabila daya dukung sudah semakin menurun maka kondisi ini disebut dengan *over population* (Rusli, 1995).

Penghitungan *ecological footprint* selalu didasarkan pada lima asumsi berikut ini (Venetoulis dan Talberth, 2005).

1. Sangat mungkin menelusuri jejak hampir seluruh sumberdaya yang dikonsumsi orang dan limbah yang dihasilkannya. Informasi ini dapat ditemukan di kantor statistik.
2. Hampir semua sumberdaya dan aliran limbah dapat dikonversi menjadi area produktif biologis yang dibutuhkan untuk memelihara aliran tersebut.
3. Perbedaan area dapat diekspresikan dalam satu unit yang sama (hektar atau are) yang disebut dengan skala proporsional produktivitas biomassa. Dengan kata lain, setiap ukuran lahan dapat diterjemahkan menjadi area yang ekuivalen dari rata-rata lahan produktif dunia
4. Sesudah setiap ukuran lahan distandarisasi yang menunjukkan jumlah yang sama dari produktivitas biomassa, maka dapat ditambahkan pada jumlah permintaan yang ditunjukkan manusia.
5. Area bagi total permintaan manusia ini dapat dibandingkan dengan jasa ekologis yang ditawarkan alam, saat itulah kita dapat menaksir area produktif di atas planet.

Terdapat beberapa isu yang harus diperhatikan dalam menghitung besarnya *ecological footprint* suatu wilayah. Dalam *ISA Research Paper 01-03*, Lenzen dan Murray (2003) menguraikan beberapa isu sebagai berikut. *Pertama*, penghitungan harus memasukkan semua area lahan. Lahan di sini mencakup baik lahan yang produktif maupun tidak produktif seperti gurun dan es. Jadi dalam pendekatan ini umpamanya lahan pertanian, mencakup lahan yang dapat diusahakan (*arable land*) dan lahan yang diusahakan (*cultivated land*).

*Kedua*, penghitungan memperhatikan *indirect requirement* dengan menggunakan analisis input-output. Dengan cara ini hubungan interdependensi antar sektor mulai dari rumah tangga, industri dan seterusnya dapat diuraikan secara lebih jelas. Prinsipnya, setiap kategori konsumsi memerlukan input yang bermula dari area lahan tertentu. Setiap aktivitas penduduk selalu memerlukan input dan menghasilkan output. Lahan diperlukan oleh setiap penduduk, disebut dengan *direct land requirement*. Sedangkan keperluan lainnya disebut dengan *indirect land requirement*. Penyedia barang dan jasa bagi penduduk dalam rantai interdependensi dan lahan yang dibutuhkannya dinamakan *first-order requirements*. Demikian seterusnya untuk penyedia tingkat kedua, ketiga dan seterusnya. Jumlah keseluruhan *direct* dan *indirect requirements* disebut dengan *total requirements*.

*Ketiga*, menggunakan area lahan aktual dan pentingnya gangguan terhadap lahan untuk mengatasi perbedaan kemampuan setiap lahan pada wilayah yang berbeda untuk pendukung penduduknya. Pendekatan ini merupakan koreksi yang dilakukan oleh Lenzen dan Murray atas konsep awal *ecological footprint*, dimana ia berpendapat bahwa katagori area hutan, padang gembalaan, dan lahan pertanian secara langsung karena katagori tersebut tidak menunjukkan lahan real. Kategori tersebut hanya hipotetis akibat tidak seragamnya kondisi lahan antar berbagai negara. Karenanya setiap jenis lahan harus dikonversikan ke dalam produktivitas rata-rata dunia dengan mempertimbangkan faktor gangguan terhadap lahan pada setiap negara. Setiap katagori lahan memiliki nilai ekuivalen dan *yield factor*. Dengan mempertimbangkan faktor gangguan, Lenzen dan Murray telah menetapkan suatu besaran antara 0 (tidak terganggu) sampai dengan 1 (terganggu sempurna), sebagai berikut (Tabel 2).

Tabel 2. Besaran Faktor Pengganggu Lahan

Land Use Type	Land Condition
CONSUMED	
Built	1.0
DEGRADED	
Degraded pasture or crop land	0.8
Mined land	
REPLACED	
Cleared pasture and crop land	0.6
Non-native plantations	
SIGNIFICANTLY DISTURBED	
Thinned pasture	0.4
Urban parks and gardens	
Native plantations	
PARTIALLY DISTURBED	
Partially disturbed grazing land	0.2
SLIGHTLY DISTURBED	
Reserves and unused Crown land	0.0
Slightly disturbed grazing land	

*Sumber: Lenzen dan Murray. 2003). The Ecological Footprint-Issues and Trends. ISA Research Paper.*

*Keempat*, memperhatikan isu emisi lahan terkait dengan perubahan iklim. Setiap perhitungan *ecological footprint* juga harus memperhatikan emisi CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan karena penggunaan bahan bakar minyak (energi) maupun yang lainnya seperti penebangan hutan, pembersihan lahan, fermentasi produk peternakan, proses industri, sampah, pertambangan dan sebagainya.

Dengan memperhatikan beberapa isu diatas, *Global Footprint Network* (GFN) yang merupakan kolaborasi 70 organisasi di dunia menyusun *National Footprint Accounts* (Wackernagel *et al* 2005). Saat ini metode yang dikembangkan oleh GFN menjadi standar bagi organisasi-organisasi di dunia ketika menyusun *ecological footprint*, termasuk *Living Planet Report* yang dikeluarkan oleh WWF (Kitzes *et al* 2007). Metode dasar penghitungan *ecological footprint* dilakukan dengan berpedoman pada kategori lahan teoretis ditambah dengan memasukkan keempat isu sebagaimana dikemukakan di atas. Dalam metode ini, pertama sekali dilakukan dengan cara mengidentifikasi semua item konsumsi populasi baik barang maupun jasa. Selanjutnya dilakukan perhitungan *ecological footprint* untuk masing-masing komponen itu.

Sampai saat ini, GFN telah mempublikasi dua kali *National Footprint Accounts*, yaitu tahun 2005 (data tahun 2002) dan tahun 2006 (data tahun 2003). Publikasi tahun 2006 merupakan hasil revisi terhadap publikasi sebelumnya dengan melengkapi berbagai kekurangan, terutama komponen lahan energi. Edisi terbaru GFN juga sudah menyertakan format perhitungan yang dapat diakses oleh siapa saja melalui situsnya (<http://www.footprintnetwork.org>) untuk dipergunakan baik kepentingan ekademis maupun komersial. Edisi terbarunya itu dinamakan ***Ecological Footprint and Biocapacity 2006 Edition***.

Dengan pendekatan ini, perhitungan kualitas wilayah dikonversikan sebagai luasan area bioproduktif standar. Area ini mencakup lahan pertanian, padang rumput, perairan, hutan, dan lahan terbangun. Area bioproduktif ini disebut dengan Global Hektar (Gha). Setiap global hektar mewakili sejumlah area bioproduktif yang sama. Setiap golongan area memiliki faktor ekuivalen sendiri berdasarkan area produktif standar, yaitu rata-rata produktivitas dari 11,2 milyar hektar bioproduktif di bumi. Wackernagel *et. al* (2005) telah menghitung untuk setiap golongan area ini faktor ekuivalennya (Tabel 3).

Tabel 3. Faktor Equivalen Masing-Masing Area Bioproduktif

No	Area Bioproduktif	Faktor Equivalen (Gha/Ha)
1.	Lahan Pertanian	2,1
	- Lahan primer	2,2
	- Lahan marginal	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

Sumber : Wackernagel et. al (2005). *National Footprint and Biocapacity Account 2005: The Underlying Calculation Method*. Global Footprint Network.

Keterangan: (a) Angka di atas adalah pembulatan hingga satu desimal terdekat.

(b) Lahan terbangun diasumsikan bahwa sebagian besar bentuk penutupan bangunan menempati lahan pertanian primer sehingga nilai faktor equivalennya juga disamakan, yaitu 2,2.

Area bioproduktif adalah katagori lahan teoretis dimana produktivitas biologis yang dikandunginya menyediakan kemampuan untuk menopang kehidupan manusia. Nilai kemampuan ini dinamakan biokapasitas. Jadi secara teoretis area bioproduktif memiliki biokapasitas yang berbeda-beda menurut wujudnya dan luasannya. Hal ini diindikasikan oleh besaran faktor equivalen, jadi biokapasitas adalah apa yang ditawarkan oleh permukaan bumi.

Pada sisi lain, *ecological footprint* adalah katagori teoretis terhadap penggunaan seluruh area bioproduktif dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup manusia. *Ecological footprint* menghitung semua aktivitas manusia tersebut baik yang menghasilkan barang produktif maupun limbah. Jika dipadankan dengan sektor-sektor ekonomi *ecological footprint* adalah kegiatan manusia di bidang pertanian, industri, perdagangan, jasa, dan energi. Jika dipadankan dengan ilmu lingkungan maka *ecological footprint* adalah semua bentuk pemanfaatan materi, informasi, dan energi di alam. Oleh karena itu *ecological footprint* harus dapat dikonversikan pada nilai yang setara dengan area bioproduktif yang bersesuaian dengannya. Misalnya, konsumsi bahan pangan merupakan penggunaan lahan pertanian. Dengan demikian, *ecological footprint* diekspresikan dalam satuan yang sama dengan biokapasitas, yaitu global hektar (Gha). Atas dasar itu pula *Ecological footprint* merupakan apa yang diminta oleh manusia untuk mendukung kehidupannya. Hasil dari permintaan itu adalah penggunaan barang, jasa, dan limbah yang terbuang di alam. Atas dasar itu pula, untuk selanjutnya dalam penelitian ini, istilah *ecological footprint* diterjemahkan menjadi **tapak ekologi**.

Tapak ekologi mengekspresikan apa yang ditinggalkan manusia di alam dalam wujud barang, jasa, dan limbah. Jumlah Gha dari keseluruhan aktivitas manusia dibandingkan dengan Gha biokapasitas yang tersedia di alam ini merupakan gambaran kualitas ekologi dimana manusia tersebut hidup. Apabila tapak ekologi lebih besar dibandingkan biokapasitas maka terjadi **overshoot** yang artinya daya dukung lingkungan telah terlampaui. Dalam kondisi ini terjadi defisit ekologi (**ecological deficit**) atau berstatus tidak *sustainable*. Sebaliknya jika tapak ekologi lebih kecil, maka terdapat sejumlah biokapasitas di alam yang tercadangkan untuk menopang kehidupan yang akan datang (**ecological debt**) atau berstatus *sustainable*.

Tampak bahwa negara atau wilayah yang mengalami *ecological deficit* menggunakan biokapasitas dari negara atau wilayah lain.

Tiga pengertian penting dalam penghitungan tapak ekologi dan biokapasitas perlu dikemukakan di sini, yaitu:

1. Global hektar (Gha) adalah area produktif terboboti (tanah dan air) yang digunakan sebagai satuan biokapasitas dan tapak ekologi. Satuan global hektar

disini menunjukkan produktivitas area bioproduktif menurut jenis (seperti: lahan pertanian, padang rumput, hutan, perairan) pada tahun tertentu. Satu global hektar didefinisikan sebagai satu hektar lahan (tanah dan air) pada tahun tertentu setara dengan produktivitas rata-rata dunia seluas 11,2 milyar ha. Karena produktivitas lahan setiap tahun dapat berubah maka satu global hektar pada tahun tertentu bisa berbeda pada tahun yang lain, tidak termasuk ke alam area produktif seperti padang pasir, gunung es, dan lautan terbuka.

2. Faktor equivalen (*equivalent factor*-Gha/ha) adalah faktor kunci untuk mengkonversi produktivitas satu hektar lahan-lahan tertentu ke dalam produktivitas rata-rata dunia, yakni dalam satuan global hektar (Gha). Nilai faktor equivalen ini menunjukkan tingkat produktivitas dari katagori lahan yang bersangkutan. Standar penentuannya adalah, jika katagori lahan tersebut lebih tinggi dibandingkan produktivitas semua area bioproduktif (tanah dan air) di permukaan bumi, maka faktor equivalennya bernilai lebih dari 1 (satu). Contohnya lahan pertanian 2,2 Gha/ha artinya 1 hektar lahan pertanian di dunia memiliki produktivitas 2,2 kali lebih tinggi dari rata-rata produktivitas 1 hektar seluruh tanah dan air yang ada di permukaan bumi.
3. Faktor hasil (*yield factor -tidak bersatuan*) adalah suatu besaran yang menunjukkan produktivitas lahan tertentu pada satu negara atau wilayah dibandingkan produktivitas dunia untuk katagori lahan tersebut. Faktor hasil mengkonversi satu hektar katagori lahan tertentu disuatu negara atau wilayah menjadi satu hektar rata-rata dunia untuk katagori lahan itu. Faktor hasil sama dengan satu jika produktivitas lahan di suatu negara atau wilayah sama dengan produktivitas rata-rata dunia untuk lahan itu. Faktor hasil dihitung untuk setiap jenis lahan pada tahun tertentu.

Dengan mengoperasikan balik faktor equivalen dan faktor hasil, besaran tapak ekologi dalam Gha dapat dinyatakan juga ke dalam hektar (ha) sehingga lebih menunjukkan luas lahan yang mudah diamati. Tapak ekologi baik dalam Gha maupun ha dapat dinyatakan dalam total penduduk yang hidup pada satu negara atau wilayah, dapat juga dinyatakan dalam satuan per kapita. Tapak ekologi per kapita menunjukkan jumlah lahan teoretis yang telah digunakan setiap orang di suatu negara atau wilayah. Oleh karena itu, dengan memperkirakan tingkat perkembangan penduduk suatu negara atau wilayah, tapak ekologi pada tahun-tahun berikutnya dapat juga dihitung.

### **Tapak Ekologi Pulau Jawa**

Seperti disinggung pada bagian pendahuluan, Indonesia belum pernah melakukan perhitungan tapak ekologi untuk negaranya. Sebagai informasi, tapak ekologi Indonesia menurut perhitungan GFN, pada tahun 2002 adalah sebesar 1,0 Gha/orang kemudian menjadi 1,1 Gha/orang pada tahun 2003. Untuk level yang lebih rendah, pada tahun 2007, Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian telah melakukan upaya penilaian terhadap daya dukung lingkungan Pulau Jawa yang salah satunya menggunakan pendekatan tapak ekologi.

Dasar perhitungan tapak ekologi Pulau Jawa yang digunakan oleh Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian adalah kebutuhan lahan ideal per orang menurut

standar dunia yang dikembangkan oleh Reese dan standar Indonesia yang dikembangkannya sendiri. Menurut standar dunia, kebutuhan lahan per orang untuk menopang seluruh aktivitas hidupnya adalah 4,18 ha/orang (Tabel 4).

Tabel 4. Kebutuhan Lahan Per Orang Per Tahun Berdasarkan Kriteria Dunia

No.	Kebutuhan Lahan	Jumlah (ha/orang)
1.	Untuk lahan energi	2,34
2.	Lahan terdegradasi	0,20
3.	Kebun	0,02
4.	Lahan pertanian	0,66
5.	Lahan peternakan	0,46
6.	Hutan	0,50
Total Kebutuhan Lahan		4,18

*Sumber: Laporan Final Kajian Daya Dukung Lingkungan Pulau Jawa. Jakarta, PT Lemtek Konsultan Indonesia. 2007. hal. 16.*

Sedangkan standar yang telah disesuaikan dengan kebutuhan rata-rata orang Indonesia, telah ditetapkan sebagai berikut (Tabel 5).

Tabel 5. Kebutuhan Lahan Per Orang Per Tahun Berdasarkan Kriteria Indonesia

No	Kebutuhan Lahan	Jumlah (ha/orang)	Persentase
1.	Lahan energi	0,201	25,70
2.	Lahan terdegradasi	0,26	33,30
3.	Kebun	0,026	3,33
4.	Lahan pertanian	0,013	1,66
5.	Lahan peternakan	0,072	9,21
6.	Hutan	0,21	26,90
Total Kebutuhan Lahan		0,78	100

*Sumber: Laporan Final Kajian Daya Dukung Lingkungan Pulau Jawa. Jakarta, PT Lemtek Konsultan Indonesia. 2007. hal. 20.*

Hasilnya, diperoleh bahwa dengan menggunakan data tahun 1996, telah terjadi defisit ekologi sebesar 462.832.500 ha (standar dunia) dan 75.606.500 ha (standar Indonesia) pada saat jumlah penduduk Pulau Jawa mencapai 113,89 juta jiwa. Perlu digarisbawahi dalam perhitungan itu adalah metodenya. Metode perhitungan yang digunakan adalah pendekatan kebutuhan lahan ideal sehingga dengan begitu total tapak ekologi penduduk Pulau Jawa tidak lain adalah kebutuhan lahan semua penduduk itu sendiri. Dengan kata lain, angka yang diperoleh adalah jumlah lahan ideal, bukan lahan yang telah terpakai secara faktual. Meskipun kebutuhan itu sendiri diperoleh dengan pijakan yang cukup beralasan, yakni mentransformasi kebutuhan hidup menjadi kebutuhan pangan dan serat. Adapun jenis kebutuhan yang diperhitungkan adalah kebutuhan pangan, perumahan, transportasi, energi, dan kebutuhan untuk daur ulang. Rincian asumsi untuk menetapkan kebutuhan lahan per orang adalah:

1. Kebutuhan pangan adalah berdasarkan 4 sehat 5 sempurna.
2. Kebutuhan papan digunakan standard T 76 perumahan Departemen PU: 90 m<sup>2</sup> untuk keluarga terdiri dari 3 orang atau 20 – 30 m<sup>2</sup> per orang.
3. Kebutuhan transportasi setara 120 kg beras/tahun.
4. Kebutuhan energi setara 120 kg beras/tahun.
5. Kebutuhan untuk daur ulang (air, CO<sub>2</sub>, limbah/sampah lainnya) setara dengan 120 L air/hari untuk kemampuan hutan mendaurkan air 0.3 L untuk tiap 1 liter dengan tinggi curah hujan rata-rata 2000 - 2500 mm, dan 56 kg CO<sub>2</sub> per hektar hutan serta keanekaragaman hayati.

## METODE PENELITIAN

### Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data-data keluaran Badan Pusat Statistik (BPS). Adapun jenis dokumen yang digunakan adalah: Statistik Indonesia 2007, Propinsi Dalam Angka 2002/2003 (setiap propinsi), Propinsi Dalam Angka 2005/2006 (setiap propinsi), Sensus Penduduk 2000, Sensus Pertanian 1993 (setiap propinsi), Sensus Pertanian 2003 (setiap propinsi), Survei Angkatan Kerja 2007, serta Konsumsi dan Pengeluaran Agustus 2007.

### Indeks Tekanan Penduduk

Perhitungan indeks tekanan penduduk menggunakan rumus Otto Soemarwoto sebagaimana telah dikemukakan pada bab sebelumnya, yaitu :

$$PP_t = (1-\alpha_t) Z_t \frac{F_t P_0 (1+r)^t}{L_t}$$

Keterangan:

PP<sub>t</sub> = Indeks tekanan penduduk pada tahun t

t = Periode waktu

L<sub>t</sub> = Luas lahan pertanian pada tahun t

Z<sub>t</sub> = Luas lahan pertanian rata-rata yang dibutuhkan oleh setiap penduduk petani pada standar hidup layak yang diinginkan

P<sub>0</sub> = Jumlah penduduk pada tahun awal

r = Reit perkembangan penduduk tahunan pada periode t

F<sub>t</sub> = Proporsi penduduk petani

α<sub>t</sub> = Proporsi pendapatan petani dari luar pertanian

Indeks tekanan penduduk dihitung pada setiap propinsi dan Pulau Sumatera sebagai satu kesatuan. Perlu ditekankan di sini bahwa yang dimaksud Pulau Sumatera adalah penjumlahan semua kesatuan wilayah administratif enam (8) propinsi di Pulau Sumatera, yaitu Nangro Aceh Darusalam, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Sumatera Selatan, Riau, Jambi, Bengkulu, dan Lampung. Jadi sudah termasuk di dalamnya pulau-pulau kecil di wilayah administratif propinsi yang bersangkutan, seperti Mentawai, Enggano, Nias, Pagai, dan lainnya. Tidak termasuk ke dalam

katagori ini adalah Pulau-Pulau luar yang sudah menjadi daerah otonom Provinsi, yaitu Kepulauan Riau dan Bangka Belitung.

Indeks tekanan penduduk yang dihitung adalah tahun 2006 dan 2010. Dipilih tahun 2005 sebagai tahun dasar untuk menentukan perkiraan jumlah penduduk pada tahun tersebut. Adapun data-data lain yang diperlukan selain produktivitas sawah (2006, 2010) dan luas lahan pertanian (2006), digunakan teknik ekstrapolasi linear dengan mengambil dua titik (tahun) sebagai dasar ekstrapolasi. Kemudian ditetapkan proporsi pendapatan luar pertanian sebesar 0,35 dengan pertimbangan bahwa penduduk Sumatera masih lebih banyak bergantung pada sektor pertanian; standar hidup layak yang diinginkan digunakan garis kemiskinan Bank Dunia yakni sebesar US \$ 2,00 (Rp 18.500,00) per kapita sehari; konversi padi menjadi beras sebesar 0,6; dan perbandingan produktivitas sawah, ladang/tegalan, perkebunan adalah 10:5:6.

Terakhir, dilakukan simulasi pada masing-masing tahun 2006 dan 2010 jika indeks tekanan penduduk sama dengan satu (1), yaitu simulasi I untuk mendapatkan proporsi penduduk petani, dan simulasi II untuk mendapatkan luas lahan pertanian. Tujuan dilakukannya dua kali simulasi ini adalah untuk memperoleh analisis yang lebih mendalam terkait dengan daya dukung sektor pertanian di Pulau Sumatera, yakni agar tidak terjadi tekanan penduduk maka semestinya berapa penduduk petani yang dapat ditampung pada sektor pertanian serta berapa luas lahan yang dibutuhkan.

### **Tapak Ekologi dan Biokapasitas**

Perhitungan tapak ekologi dan biokapasitas Pulau Jawa dalam penelitian ini menggunakan metode komponen-campuran yang dikembangkan oleh *Global Footprint Network* (Wackernagel, 2005).

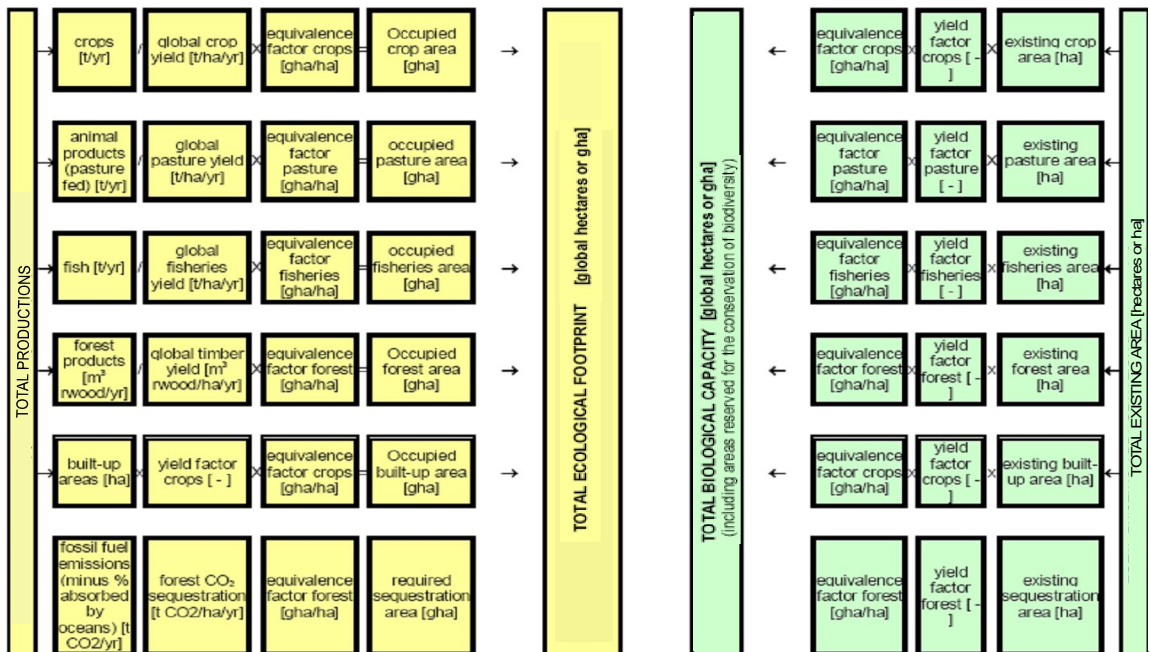
Prinsip penghitungan tapak ekologi dan biokapasitas GFN adalah seperti terlihat pada Gambar 1.

Besarnya nilai faktor equivalen adalah seperti yang telah dipaparkan pada Tabel 3, sedangkan nilai-nilai *global yield* masing-masing katagori produk sangat bervariasi, sesuai yang ditetapkan oleh GFN dalam menghitung tapak ekologi dunia pada tahun 2006 (*Ecological Footprint and Biocapacity 2006 Edition*). Adapun faktor hasil (*yield factor*) untuk masing-masing katagori lahan ditetapkan angka 1.

### **Masa Pemulihan Ekologi**

Pendekatan utama yang akan dipergunakan untuk menetapkan masa pemulihan kondisi ekologi dalam penelitian ini adalah dengan membandingkan kesetimbangan dua sisi sebagaimana digunakan dalam perhitungan tapak ekologi. Dua sisi itu adalah laju konsumsi dan laju rehabilitasi lahan. Oleh karena itu teknik utamanya melakukan estimasi pengeluaran konsumsi penduduk untuk mendapatkan besaran tapak ekologi dan membuat asumsi rasional langkah-langkah rehabilitasi lahan dan untuk mendapatkan angka peningkatan biokapasitas. Perhitungan ini dilakukan apabila hasil perhitungan tapak ekologi Pulau Sumatera menunjukkan hasil negatif atau terjadi defisit ekologi.





Gambar 1. Kerangka perhitungan *ecological footprint* dan biokapasitas Pulau Sumatera

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perkembangan Penduduk dan Penggunaan Lahan

Penduduk Pulau Sumatera terus mengalami perkembangan jumlah sehingga mengakibatkan pertambahan kepadatan penduduk geografis pada setiap propinsi di Pulau Sumatera. Untuk mengetahui tingkat perkembangan penduduk berikut disajikan data perkembangan penduduk menurut tahun sensus dan supas.

Dalam periode tahun 1990-2000, penduduk Pulau Sumatera masih memiliki perkembangan yang cukup tinggi, yakni mencapai 1,71 persen per tahun. Perkembangan penduduk sedikit meningkat pada periode 2000-2005 menjadi 1,73 persen per tahun. Tampak bahwa reit perkembangan penduduk pada tiga periode tersebut relatif konstan, hanya sedikit fluktuasinya. Angka ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan perkembangan penduduk Pulau Jawa pada periode yang sama, yakni 1,17 (1990-2000) dan 1,30 (2000-2005). Namun jika diperhatikan data per Provinsi, dua Provinsi yang cukup ekstrim, yaitu Nangroe Aceh Darusalam dimana reit perkembangan penduduknya terus mengalami penurunan drastis dari 1,47 pada periode 1990-2000 menjadi 0,52 pada 2000-2005, demikian pula untuk perkiraan tahun 2005-2010, terus turun menjadi 0,40. Bencana tsunami yang menyusul tidak berapa lama dari gempa pada akhir tahun 2001 menelan korban jiwa sangat banyak (lebih dari 200 ribu jiwa) dapat dijadikan sebagai faktor penjelas menurunnya reit perkembangan penduduk Nangroe Aceh Darusalam. Sebaliknya Provinsi Riau memiliki reit cukup tinggi sejak periode 1990-2000, yakni lebih dari 3 persen setahun. Angka yang sangat tinggi bagi Riau kemungkinan besar akibat migrasi

masuk mengingat Riau merupakan kawasan industri di Sumatera yang sarat dengan daya tarik penduduk di luarnya.

Tabel 6. Perkembangan Penduduk Pulau Jawa Tahun 1980, 1990, 2000, dan 2005

Provinsi	Jumlah Penduduk (Jiwa)			r (% per tahun)		
	2000	2005	2006	1990-2000	2000-2005	2005-2010
Nangroe Aceh Darussalam	3.929.000	4.032.000	4.073.000	1,46	0,52	0,40
Sumatera Utara	11.642.000	12.451.000	12.643.000	1,32	1,35	1,35
Sumatera Barat	4.249.000	4.566.000	4.632.000	0,63	1,45	1,55
Sumatera Selatan	6.211.000	6.782.000	6.900.000	1,28	1,78	1,84
Riau	4.948.000	4.579.000	4.763.000	4,35	3,22	3,08
Jambi	2.407.000	2.636.000	2.683.000	1,84	1,83	1,83
Bengkulu	1.456.000	1.549.000	1.568.000	2,20	1,26	1,14
Lampung	6.731.000	7.116.000	7.212.000	1,17	1,12	1,11
<b>Pulau Sumatera</b>	<b>42.473.000</b>	<b>46.029.000</b>	<b>46.887.000</b>	<b>1,71</b>	<b>1,73</b>	<b>1,73</b>

*Sumber Data :*

*BPS, 2000. Penduduk Indonesia Hasil Sensus Penduduk 2000. Seri: RBL 1.1*

*BPS, 2006. Hasil Survey Penduduk Antar Sensus 2005. Seri: S1*

*Provinsi Dalam Angka (Masing-Masing Provinsi), BPS.*

Penggunaan lahan Pulau Sumatera tahun 2006, dengan mengacu pada data Propinsi Dalam Angka disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Penggunaan Lahan Pulau Sumatera Tahun 2006 (Ha)

Provinsi	Lahan Pertanian	Padang Rumput	Hutan	Perairan	Lahan Terbangun	Jumlah
NAD	1.283.443	274.201	3.852.599	248.791	121.962	5.780.996
Sumatera Utara	1.978.131	330.681	2.810.090	NA	NA	5.118.902
Sumatera Barat	706.457	833.524	1.362.145	647.665	739.941	4.289.732
Sumatera Selatan	3.678.998	1.298.975	2.132.764	760.172	855.950	8.726.859
Riau	2.797.547	NA	8.598.757	NA	NA	11.396.304
Jambi	645.318	486.022	1.663.655	44.184	191.592	3.030.771
Bengkulu	494.442	NA	1.979.516	12.262	NA	2.486.220
Lampung	1.161.762	56.650	688.315	688.315	933.792	3.528.834
<b>Jumlah</b>	<b>12.746.098</b> <b>(28,73%)</b>	<b>3.280.053</b> <b>(7,39%)</b>	<b>23.087.841</b> <b>(52,05%)</b>	<b>2.401.389</b> <b>(5,41%)</b>	<b>2.843.237</b> <b>(6,41%)</b>	<b>44.358.618</b> <b>(100%)</b>

Keterangan:

1. Lahan pertanian mencakup sawah, ladang, tegalan, dan perkebunan.
2. Padang rumput mencakup padang rumput dan lahan sementara tidak diusahakan.
3. Hutan mencakup hutan rakyat/kayu-kayuan dan hutan negara.
4. Perairan mencakup kolam, tebat, empang, dan rawa-rawa.
5. Lahan terbangun mencakup pekarangan dan bangunan serta lahan kering lainnya.
6. NA = data tidak tersedia (*not available*)

Sumber:

Propinsi Dalam Angka 2006/2007, BPS.

Lahan di Pulau Sumatera sebagian besar merupakan lahan yang masih berwujud hutan (52,05%) meskipun lahan pertanian sudah mulai bertambah banyak akibat aktivitas di bidang pertanian, yakni sudah mencapai 28,73%. Meluasnya lahan pertanian ke depannya akan meningkat seiring pembukaan perkebunan baik oleh swasta maupun perkebunan rakyat. Dominannya lahan hutan di Sumatera merupakan kategori lahan yang ditetapkan pemerintah sebagai hutan taman nasional seperti Taman Nasional Gunung Leuser, Taman Nasional Bukit Barisan, dan Taman Nasional Kerinci Seblat yang membentang melintasi beberapa provinsi. Penggunaan lahan yang lainnya juga sudah mulai bertambah banyak dengan porsi yang lebih kecil, yaitu padang rumput, perairan, dan lahan terbangun.

### **Indeks Tekanan Penduduk**

Indeks tekanan penduduk Pulau Sumatera menggambarkan tingkat daya dukung agraris Pulau Sumatera terhadap penduduk yang ditopang oleh sektor pertanian. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa baik tahun 2006 maupun estimasi tahun 2010 belum terjadi tekanan penduduk. Hal ini ditunjukkan oleh indeks tekanan penduduk kurang dari 1 (Tabel 8). Pulau Sumatera hanya mengalami tekanan penduduk terhadap lingkungannya sebesar 0,80 pada tahun 2006 dan diperkirakan menjadi 0,84 pada tahun 2010. Artinya dengan penduduk sejumlah 43.484.864 jiwa yang menempati provinsi-provinsi di Pulau Sumatera masih dapat ditopang oleh sumberdaya agraris yang tersedia tanpa adanya penurunan kualitas hidup. Dalam perhitungan ini kualitas hidup dipertahankan pada pendapatan setara Rp 18.500 per kapita sehari. Angka ini juga memperlihatkan sektor pertanian dengan produktivitas sawah rata-rata 4,17 ton/ha masih mampu menopang semua penduduk di Pulau Sumatera.

Menariknya, ada tiga provinsi yang sudah mengalami tekanan penduduk, yaitu Sumatera Utara (1,06), Sumatera Barat (1,18) dan Lampung (1,53). Ketiga provinsi ini telah mengalami *over population* sebagai akibatnya, sektor pertanian tidak mampu menopang standar hidup layak sebesar Rp 18.500 per kapita sehari. Jika diperhatikan dengan lebih seksama, penyebab utamanya bukan karena rendahnya produktivitas sektor pertanian sebab dengan produktivitas sekitar 4 ton/ha provinsi yang lain tidak mengalami tekanan penduduk (Lihat Lampiran 1).. Ternyata kondisi ini lebih diakibatkan oleh kontribusi sektor di luar pertanian yang rendah, yakni 35%. Apabila proporsi pendapatan di luar pertanian dinaikkan menjadi 0,5 ternyata menghasilkan indeks tekanan penduduk kurang dari 1. Teknik perhitungan semacam ini mengarahkan pada satu kesimpulan bahwa beberapa Provinsi di Sumatera sudah

memerlukan pengembangan sektor luar pertanian secara lebih ekstensif agar tidak terjadi tekanan penduduk pada standar hidup tertentu.

Tabel 8. Indeks Tekanan Penduduk Pulau Sumatera Tahun 2006 dan 2010

<b>Propinsi</b>	<b>2006</b>	<b>2010</b>
Nangroe Aceh Darussalam	0,72	0,73
Sumatera Utara	1,06	1,12
Sumatera Barat	1,18	1,25
Sumatera Selatan	0,68	0,73
Riau	0,59	0,66
Jambi	0,95	1,02
Bengkulu	0,95	0,99
Lampung	1,53	1,60
<b>Pulau Sumatera</b>	<b>0,80</b>	<b>0,86</b>

Dengan mempertahankan kondisi seperti ini, berapa jumlah penduduk yang masih mampu ditopang kehidupannya oleh Pulau Sumatera? Jawabannya diperlihatkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Simulasi I dan II jika Indeks Tekanan Penduduk Pulau Jawa sama dengan 1

<b>Propinsi</b>	<b>Proporsi Penduduk Petani (SIMULASI I)</b>		<b>Luas Lahan Pertanian dalam hektar sawah (SIMULASI II)</b>	
	<b>2006</b>	<b>2010</b>	<b>2006</b>	<b>2010</b>
Nangroe Aceh Darussalam	0,76	0,75	635.881	646.116
Sumatera Utara	0,47	0,45	1.707.152	1.801.222
Sumatera Barat	0,38	0,36	559.719	595.237
Sumatera Selatan	0,94	0,88	1.654.690	1.779.878
Riau	0,94	0,83	991.067	1.118.924
Jambi	0,61	0,57	419.426	450.981
Bengkulu	0,70	0,67	5.967.936	6.392.359
Lampung	0,41	0,39	11.299.990	12.138.601
<b>Pulau Sumatera</b>	<b>0,68</b>	<b>0,63</b>	<b>20.892.829</b>	<b>22.475.981</b>

Hasil Simulasi I menunjukkan bahwa sektor pertanian dengan tingkat teknologi yang selama ini diterapkan masih mampu mendukung sampai dengan 68% (proporsi penduduk petani = 0,68) penduduk Pulau Sumatera tahun 2006 dan 63% (proporsi penduduk petani = 0,63) tahun 2010. Jika penduduk Pulau Sumatera pada tahun 2006 berjumlah 44.237.152 orang, berarti sektor pertanian masih dapat menampung penduduk hingga 50.430.353 orang. Pada tahun 2010 Pulau Sumatera masih mampu menopang penduduk sebanyak 53.339.255 orang. Pada kondisi maksimum daya dukung Pulau Sumatera tersebut diperlukan lahan pertanian setara sawah sebesar 20.892.829 ha pada tahun 2006 dan 22.475.981 ha pada tahun 2010, sebagaimana ditunjukkan pada Simulasi II.

## Tapak Ekologi

Untuk mendapatkan gambaran mengenai kualitas ekologi Pulau Sumatera yang telah terlampaui kapasitas biologisnya secara kualitatif kita dapat menyebut beberapa contoh gejala bencana alam. Bencana alam di era sekarang tidak semata-mata dimengerti sebagai peristiwa alam yang tidak mampu dikendalikan bahkan tidak dapat dijelaskan asal-asul dan penyebabnya. Kekuatan ilmu pengetahuan dalam menjelaskan hubungan sebab akibat berbagai peristiwa alam antara lain menjadi pokok pembahasan ilmu-ilmu biologi, ekologi, dan lingkungan. Pendek kata di era kepemimpinan ilmu pengetahuan dewasa ini, berbagai bencana alam selalu diusahakan ada penjelasan kausalitasnya. Bencana alam yang sudah mendapatkan penjelasan ilmiah itu dinamakan bencana alam akibat perbuatan manusia, contohnya banjir, tanah longsor, kabut asap, pemanasan global, dan perubahan iklim/cuaca.

Gambaran kualitatif tersebut secara kuantitatif dapat dijelaskan ke dalam angka-angka besaran tapak ekologi penduduk yang tinggal di Pulau Sumatera. Pulau Sumatera sebagaimana diuraikan pada bagian sebelumnya, penggunaan lahan masih didominasi oleh hutan (sekitar 52%). Wilayah hijau alam dengan vegetasi hutan masih cukup luas akan tetapi *trend* penurunan akibat deforestasi semakin menguat seiring pertumbuhan penduduk dan aktivitas perekonomian. Dengan membatasi pada biokapasitas internal Pulau Sumatera, yaitu tidak memasukkan faktor adanya barang dan jasa yang masuk dan keluar Pulau Sumatera, terdapat indikasi penurunan kualitas ekologi Pulau Sumatera.

Hasil perhitungan tapak ekologi Pulau Sumatera terhadap produk-produk pangan dan energi menunjukkan bahwa tapak ekologi Pulau Sumatera tahun 2006 sebesar 1,96 Gha/orang atau 1,05 ha/orang (Tabel 10).

Tabel 10. Tapak Ekologi dan Biokapasitas Pulau Sumatera Tahun 2006

Provinsi	Tapak Ekologi				Biokapasitas			
	Gha	Ha	Gha/org	Ha/org	Gha	Ha	Gha/org	Ha/org
Nanggroe Aceh Darussalam	3.989.592	2.212.734	0,99	0,55	8.839.300	5.736.557	2,19	1,42
Sumatera Utara	27.701.302	13.516.031	2,25	1,10	9.460.747	5.449.583	0,77	0,44
Sumatera Barat	16.003.311	7.873.014	3,48	1,71	5.345.919	3.642.067	1,16	0,79
Sumatera Selatan	29.252.006	15.289.852	4,33	2,26	12.823.666	6.692.057	1,90	0,99
Riau	17.092.986	8.376.452	3,73	1,83	7.049.163	3.448.684	1,54	0,75
Jambi	4.881.397	2.540.557	1,84	0,96	4.546.723	2.841.179	1,71	1,07
Bengkulu	2.951.461	1.434.570	1,91	0,93	3.775.089	2.529.282	2,44	1,64
Lampung	4.847.931	4.384.715	0,69	0,63	18.466.692	12.887.866	2,64	1,85
<b>Pulau Sumatera</b>	<b>85.110.976</b>	<b>45.837.873</b>	<b>1,96</b>	<b>1,05</b>	<b>71.615.503</b>	<b>43.685.391</b>	<b>1,65</b>	<b>1,00</b>

Tabel di atas menunjukkan bahwa setiap penduduk Pulau Sumatera telah menggunakan lahan untuk konsumsi produk pangan dan energi sebesar 1,05 ha atau 1,96 ha dalam standar dunia. Pada saat yang sama kemampuan lahan (pertanian,

padang rumput, perairan darat, dan hutan) menyediakan bioproduktif untuk menopang kehidupan tersebut sebesar 1,65 Gha/orang atau 1,00 ha/orang. Keadaan ini mengindikasikan bahwa kapasitas biologis lahan-lahan di Pulau Sumatera dalam menyediakan produk-produk yang dikonsumsi oleh penduduk sudah terlampaui (*overshoot*) sebesar 0,31 Gha/orang atau 0,05 ha/orang (Tabel 11). Menurut Tabel 11, tidak semua provinsi di Pulau Sumatera mengalami defisit ekologi.

Tabel 11. Defisit Ekologi Katagori Lahan Pertanian Pulau Sumatera Tahun 2006

Provinsi	KONDISI EKOLOGI			
	Gha	Ha	Gha/org	Ha/org
Nanggroe Aceh Darussalam	4.849.708	3.523.823	1,20	0,87
Sumatera Utara	-18.240.554	-8.066.448	-1,48	-0,65
Sumatera Barat	-10.657.392	-4.230.947	-2,31	-0,92
Sumatera Selatan	-16.428.341	-8.597.795	-2,43	-1,27
Riau	-10.043.823	-4.927.768	-2,19	-1,08
Jambi	-334.675	300.622	-0,13	0,11
Bengkulu	823.628	1.094.711	0,53	0,71
Lampung	13.618.761	8.503.151	1,95	1,22
<b>Pulau Sumatera</b>	<b>-13.495.473</b>	<b>-2.152.483</b>	<b>-0,31</b>	<b>-0,05</b>

Defisit ekologi dialami oleh semua katagori lahan (pertanian, padang rumput, perairan darat), kecuali hutan (Lihat Lampiran 2). Bila dilihat sebaran wilayahnya, maka provinsi yang sudah mengalami defisit adalah Sumatera Utara, Sumatera Barat, Sumatera Selatan, dan Riau. Empat Provinsi lainnya belum mengalami defisit ekologi berkisar antara 0,11 s.d 1,22 ha/orang. Bila dilihat secara keseluruhan aktivitas ekonomi semua penduduk yang hidup menetap di Sumatera membutuhkan lahan 2.152.483 ha lagi agar tidak terjadi defisit. Keadaan ini masih lebih baik apabila dibandingkan dengan Jawa ( defisit 1,39 ha/orang). Bahkan masih lebih baik dari tapak ekologi Indonesia menurut perhitungan Global Footprint Network (data tahun 2003), yakni sebesar 1,1 Gha/orang dengan total biokapasitas sebesar 1,0 Gha/orang (Tabel 12).

Apabila dikaitkan dengan indeks tekanan penduduk, hasil perhitungan tapak ekologi Pulau Sumatera tampak bertentangan. Menurut perhitungan indeks tekanan penduduk, belum terjadi tekanan penduduk terhadap lingkungannya. Artinya Pulau Sumatera, dengan standar hidup pendapatan Rp 18.500 per kapita sehari, masih mampu menampung penduduk lagi atau belum terjadi *over population*. Angka yang ditunjukkan dalam indeks tekanan penduduk adalah angka yang menunjukkan jumlah penduduk yang mampu hidup dengan layak di suatu wilayah tanpa memperhatikan aspek kegiatannya. Sedangkan dalam tapak ekologi, penekanannya adalah aktivitasnya dalam mengkonsumsi produk-produk yang disediakan oleh alamnya. Jadi penduduk yang hidup di Sumatera telah mengkonsumsi bahan makanan dan energi melebihi kemampuannya, meskipun jumlah penduduknya masih dapat ditampung lagi pada jumlah tertentu.

Tabel 12. Tapak Ekologi dan Biokapasitas Indonesia (Data Tahun 2003)

Katagori Konsumsi	Tapak Ekologi (Gha/orang)	Katagori Lahan	Biokapasitas (Gha/orang)
1. Pertanian	0,34	1. Lahan pertanian	0,36
2. Peternakan	0,05	2. Padang rumput	0,07
3. Hutan: Kayuan	0,05	3. Hutan	0,26
4. Hutan: Non kayuan	0,07	4. Perairan	0,27
5. Perikanan	0,23		
6. Karbon	0,26		
7. Nuklir	0,00		
8. Lahan terbangun	0,06		
<b>Total Tapak Ekologi</b>	<b>1,1</b>	<b>Total Biokapasitas</b>	<b>1,0</b>

Sumber: *Ecological Footprint and Biocapacity (2006 Edition)*, Global Footprint Network 2006. [www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org)

### Masa Pemulihan Ekologi Pulau Sumatera

Terdapat dua faktor utama yang turut menentukan keseimbangan tapak ekologi dan biokapasitas. Dua faktor tersebut adalah laju konsumsi bahan pangan dan bukan pangan penduduk sebagai pendorong peningkatan tapak ekologi serta laju rehabilitasi lahan sebagai variabel yang dapat meningkatkan biokapasitas. Pada saat ini laju konsumsi penduduk dapat didekati dengan laju tingkat pengeluaran per kapita sebulan sebagaimana selalu dilansir oleh BPS melalui Susenas. Sementara laju rehabilitasi lahan yang dimaksud adalah upaya memperbaiki kualitas lahan pertanian, perairan, padang rumput, dan hutan. Karena banyaknya faktor yang mempengaruhi perbaikan kualitas jenis-jenis lahan tersebut, serta keterbatasan data yang tersedia, maka estimasi waktu yang diperlukan untuk memulihkan kondisi ekologi Pulau Sumatera -sama halnya dengan penelitian Tahun Pertama, akan dipergunakan asumsi. Asumsi tersebut adalah:

1. Identifikasi faktor yang mempengaruhi perbaikan kualitas keempat jenis lahan tersebut dapat disatukan ke dalam satu besaran tertentu sehingga dapat diketahui besar kenaikan dari tahun ke tahun. Misalnya, lahan pertanian diperbaiki dengan menerapkan sistem pertanian dengan input kimiawi rendah; perairan dijaga dengan memperbaiki kondisi DAS, padang rumput diperbaiki dengan perluasan areal, dan hutan dengan reboisasi seperti menambah ruang terbuka hijau. Membaiknya kondisi lahan-lahan tersebut disatukan dalam besaran tertentu, yaitu meningkatnya kesuburan alami lahan pertanian, meningkatnya kualitas air dan biodiversitas ekosistem perairan darat, meningkatnya biodiversitas tumbuhan makanan hewan, dan meningkatnya biodiversitas vegetasi hutan serta kemampuannya dalam menyerap karbon udara.
2. Fungsi kenaikan perbaikan kualitas lahan identik dengan fungsi laju pengeluaran konsumsi. Dengan demikian besar kenaikan perbaikan kualitas lahan dari tahun ke tahun dapat ditetapkan besarnya dengan memperkirakan berapa perbandingannya dengan laju pengeluaran konsumsi penduduk. Misalnya, kenaikan perbaikan kualitas lahan sebesar 75% dari laju pengeluaran konsumsi

berarti akan menurunkan laju peningkatan tapak ekologi sebesar 75% pada periode tahun tertentu.

3. Laju pengeluaran konsumsi penduduk identik dengan laju perkembangan penduduk, karenanya tingkat pengeluaran konsumsi penduduk mengikuti fungsi eksponensial sebagaimana reit perkembangan penduduk.
4. Tingkat pengeluaran konsumsi penduduk dianggap *ceteris paribus* pada saat tahun awal penghitungan.

Dengan berpedoman pada asumsi tersebut diperoleh lamanya pemulihan Pulau Jawa seperti pada Tabel 14.

Tabel 13. Lamanya Pemulihan Ekologi Pulau Sumatera Dihitung Sejak Tahun 2006

No	Perbandingan Laju Kenaikan Perbaikan	
	Kualitas Lahan terhadap Laju Pengeluaran Konsumsi Penduduk (14,83% per tahun)	Lamanya Pemulihan Ekologi Pulau Sumatera (Tahun)
1.	15% (2,22%)	1,16
2.	25% (3,71%)	2,33
3.	50% (7,41%)	4,66
4.	100% (14,83%)	7,76

Keterangan: laju pengeluaran konsumsi ditetapkan sebesar 14,83% per tahun, yakni laju pada tahun 2005-2007 sebagai acuan.

Sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 13, waktu yang diperlukan untuk memulihkan kondisi ekologi Pulau Sumatera tidak seberapa lama (*ceteris paribus*), yakni apabila tidak ada perubahan dalam pola konsumsi penduduk, dibutuhkan waktu paling lama 7,76 tahun. Dengan defisit sebesar 0,05 ha per orang pada tahun 2006, pada tahun 2014 keadaan Pulau Sumatera sudah membaik dalam menyediakan biokapasitas untuk seluruh penduduknya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini disimpulkan bahwa pendekatan indeks tekanan penduduk menunjukkan bahwa Sumatera masih mampu menopang seluruh penduduk yang ada saat ini. Dengan indeks sebesar 0,8 Pulau Sumatera masih dapat menampung penduduk sebanyak 53.339.255 orang pada tahun 2010. Pendekatan ini mengasumsikan sektor yang menopang kehidupan adalah pertanian. Namun jika dianalisis dengan pendekatan tapak ekologi yang lebih menekankan pada kuantitas aktivitas penduduk, ternyata Pulau Sumatera telah mengalami *overshoot* sebesar 0,05 ha/orang atau 0,31 Gha/orang.

Tekanan penduduk ternyata tidak menggambarkan ekologi Pulau Sumatera yang telah dipergunakan oleh penduduknya sebagai akibatnya belum diperoleh gambaran kualitas ekologinya. Indeks tekanan penduduk lebih baik dipergunakan untuk menganalisis situasi kependudukan dalam kaitannya dengan daya dukung lingkungan. Pada situasi daerah dengan kepadatan penduduk tinggi seperti Pulau Jawa (sekitar 10 orang/km), indeks tekanan penduduk mampu mewakili ada atau tidaknya penduduk yang telah melampaui kemampuan lingkungannya. Sedangkan



pada situasi daerah dengan kepadatan penduduk rendah seperti Sumatera (sekitar 1 orang/km) besaran ini cukup menunjukkan bahwa daerah tersebut masih kekurangan penduduk untuk mencapai standar hidup yang lebih tinggi. Sebaliknya tapak ekologi merupakan besaran yang menggambarkan berapa banyak aktivitas penduduk telah menggunakan sumber-sumber hayati yang ada pada ekologi. Dalam situasi kependudukan apapun, besaran tapak ekologi tetap mampu menunjukkan kualitas ekologi pada tahun tertentu. Asalkan data konsumsi penduduk diketahui, kualitas lahan juga dapat diketahui.

## Saran

Kesimpulan di atas mengarahkan pada satu implikasi teoretis bahwa pendekatan kependudukan selalu terkait dengan pendekatan ekologi. Dalam kaitannya dengan masa depan suatu ekologi, unsur-unsur kependudukan (*demographic system*) merupakan faktor determinan yang harus selalu diperhitungkan. Sedangkan aktivitas penduduk yang diwakili oleh besaran tingkat konsumsi merupakan unsur lain yang dapat dinyatakan sebagai sistem sosial (*social system*) dimana di dalamnya terdapat unsur-unsur sosial, ekonomi, dan teknologi. Kemampuan suatu lahan dalam menyediakan sumber-sumber kehidupan dapat dinyatakan sebagai ekosistem (*ecosystem*) dimana di dalamnya terjadi proses pertukaran materi dan informasi. Masa depan ekologi merupakan dinamika *demographic system*, *social system*, dan *ecosystem*.

Kesimpulan yang menyatakan bahwa Pulau Jawa sudah mengalami defisit ekologi (*ecological deficit*) dengan jumlah penduduk berlebih (*over population*) sementara Pulau Sumatera masih kekurangan penduduk dengan sedikit mengalami defisit ekologi, dalam konteks hubungan antar wilayah untuk mencapai suatu pemerataan kemajuan, kelebihan penduduk Pulau Jawa dapat ditampung di Pulau Sumatera. Percepatan pembangunan di wilayah-wilayah di Sumatera dengan menekankan pada sektor-sektor dengan resiko dampak lingkungan rendah merupakan suatu pilihan logis. Percepatan pembangunan diharapkan dapat menjadi faktor penarik migrasi masuk yang berasal dari Pulau Jawa ke Sumatera. Namun perlu diperhatikan aktivitas pembangunan tidak menggerus areal hutan yang selama ini ada karena katagori lahan hutan di Sumatera sampai saat ini masih belum mengalami *overshoot*. Dengan memperhatikan adanya *overshoot* sebesar 0,05 ha/orang di Sumatera, bentuk-bentuk pengembangan sektor ekonomi produktif sekaligus diarahkan pada pemulihan katagori-katagori lahan yang sudah tergerus ekologi, seperti pertanian dan perairan.

Oleh karena itu paradigma pembangunan yang selama ini ada, khususnya pengembangan wilayah Sumatera, beberapa hal perlu mendapatkan perhatian, yaitu:

1. Perluasan areal perkebunan dengan mengkonversi hutan jelas akan mengganggu kestabilan ekologi Pulau Sumatera, karena itu kegiatan ini harus dihentikan. Implikasinya adalah investasi di sektor ini mestinya dikendalikan dengan ketat karena disamping berakibat buruk terhadap ekologi, juga menimbulkan ketimpangan struktural.
2. Eksploitasi sumberdaya hutan, terutama hutan-hutan primer, baik untuk mengambil produk kayu maupun nonkayu juga dapat menjerumuskan Pulau

Sumatera pada keadaan *overshoot* yang lebih besar lagi. Jadi bentuk-bentuk pemanfaatan sumberdaya hutan, terutama yang dilakukan oleh swasta, mesti dipantau oleh semua pihak agar kelestarian hutan dapat terjaga. Pembalakan liar sudah barang tentu harus dihentikan.

3. Sebagai gantinya, bentuk-bentuk pertanian rakyat ramah lingkungan lebih dikedepankan karena disamping penggunaan teknologi yang rendah, juga menyerap tenaga kerja yang banyak. Sektor ini masih dapat diharapkan untuk dikembangkan hingga mencapai titik *leveling off* sebelum ditransformasi ke sektor industri. Implikasinya adalah tanah-tanah mati atau terlantar dihidupkan dengan mengerahkan segala kemampuan agar menjadi tanah produktif. Akibatnya nanti, banyak penduduk dapat terlibat dalam pengembangan pertanian rakyat ini.
4. Sektor industri yang dikembangkan mesti mengacu pada kebutuhan dan kapasitas ekologi yang ada. Bentuk-bentuk eksploitasi kekayaan alam seperti tambang karena tidak dapat dihindari, sebagai akibatnya perlu diimbangi dengan kompensasi dalam bentuk aktivitas peningkatan kualitas ekologi, misalnya reboisasi hutan. Selain itu karena sifatnya ekstraktif, setiap bentuk penambangan harus menyertakan teknologi reklamasi pasca penambangan.
5. Industri yang menyerap tenaga kerja lebih diutamakan daripada teknologi yang bertumpu pada teknologi dan modal yang tinggi. Disamping sektor ini dapat menampung angkatan kerja yang terus bertambah, rendahnya teknologi dimungkinkan dapat menjaga keseimbangan ekologi.
6. Sektor pariwisata dapat dijadikan andalan pada beberapa wilayah yang memiliki daya tarik alam cukup kuat. Pengembangan pariwisata merupakan upaya untuk mendatangkan penduduk dari daerah lain yang memiliki tingkat kemakmuran lebih tinggi. Selain itu, sektor pariwisata tentu akan mengakibatkan lebih banyak penduduk yang terlibat karena akan memunculkan sektor-sektor ikutan seperti perdagangan dan jasa penginapan. Semua ini dibentuk dengan mendasarkan pada pengembangan daya tarik alam yang alami (ramah lingkungan).

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. *Ecological Footprint: Overview*. Available from: [http://www.footprintnetwork.org/gfn\\_sub.php?content=footprint\\_overview](http://www.footprintnetwork.org/gfn_sub.php?content=footprint_overview) (Last updated: 10/17/2006) at March 20, 2007.
- Bharadwaj, L.K.1992. *Human Ecology and The Environment* dalam E.F Borgatta and M.L Borgatta (eds) *Encyclopedia of Sociology*. Volume 2. Macmillan Publishing Company: New York.
- Boeke, J.H. 1942. *The Structure of Netherlands Indies Economy*. International Secretariat Institute of Pacific Relations: New York.
- BPS. 2001. *Penduduk Indonesia Hasil Sensus Penduduk Tahun 2000*. Seri L.2.2. Jakarta-Indonesia.
- [BPS]. 2007. *Statistik Indonesia 2007*. BPS: Jakarta.

- FAO. 1986. *Population and The Labour Force in Rural Economies*. Food and Agriculture Organization of United Nations: Rome.
- Geertz, C. 1956. *The Social Context of Economic Change: An Indonesian Case Study*. Cambridge: Centre for International Studies, Massachusetts Institute of Technology.
- Global Footprint Network, 2005. *National Footprint and Biocapacity Accounts, 2005 Edition*. Available at <http://www.footprintnetwork.org>.
- Hawley, A.H. 1950. *Human Economy*. The Ronald Press Company. New York.
- Huxley, J. 1955. *World Population* dalam F.W. Notestein (ed.) *Three Essays on Population*. A Mentor Book 1960: New York.
- Jones, G.W. 1993. *Population, Environment, and Sustainable Development in Indonesia*. *Majalah Demografi Indonesia*. XX, 40: 1-20.
- Malthus. R.T. 1930. *A Summary View of the Principles of Population* dalam F.W. Notestein (ed). *Three Essays on Population*. A Mentor Book 1960: New York.
- McDonald, Garry and Murray Patterson. 2003. *Ecological of New Zealand and Its Regions. Environment Reporting on September. Ministry for The Environment of New Zealand*. Available from: <http://www.mfe.govt.nz/publications/ser/eco-footprint-sep03/eco-footprint-cover-exec-summary.pdf>. At March 20, 2007.
- Lenzen M and Murray. 2001. *Modified Ecological Footprint Method and Its Application. Ecological Economic*. 37 (2). Pp. 229-255.
- \_\_\_\_\_. 2003. *The Ecological Footprint – Issues and Trends. ISA Research Paper 01-03*. The University of Sydney. Sydney-Australia. Available from: [http://www.isa.org.usyd.edu.au/publications/documents/Ecological\\_Footprint\\_Issues\\_and\\_Trend.pdf](http://www.isa.org.usyd.edu.au/publications/documents/Ecological_Footprint_Issues_and_Trend.pdf) at March 20, 2007.
- Lucas, David and Paul Meyer (eds). 1994. *Beginning Population Studies. Australian National University. National Centre for Development Studies*.
- Soemarwoto, O. 1985. *A Quantitative Model of Population Pressure and Its Potential Use of Development Planning*, *Majalah Demografi Indonesia*. XII, 24: 1-15.
- Soemarwoto, Otto 1994. *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Djambatan: Jakarta.
- Soemarwoto, O. 1995. *Kependudukan dan Lingkungan Hidup*, *Warta Demografi*. Th 25, No. 6.
- Ranganathan, J. And Daily, G.C. 2003. *Carrying Capacity dalam P. Demeny an McNicoll 9Eds) Encyclopedia of Population*. Macmillan Reference USA: New York.
- Rees, W. and Wackernagel, M.:1996. *Our Ecological Footprint*. New Society Publishers: Gabriola Island.

- Rusli, Said 1996. *Pengantar Ilmu Kependudukan*. LP3ES: Jakarta.
- Orians, C.A and Skumanich, M. 1997. *The Population Environment Connection*. Seatle: Battelle Seatle Research Center.
- Venetoulis, Jason and Talberth, John.: 2006, '*Net Primary Productivity as the Basis for Ecological Footprint Analysis*,' submitted, Jan. 2006.
- Waekernagel M, Lewan L, and Hansson CB. 1999. *Evaluating The Use of Nature Capital With Ecological Footprint*. *Ambio* 28(7). Pp. 604-612.
- Wackernagel M, Chad Mossfreda, Dan Moran, Paul Wermer, Steve Goldfinger, Dian Demling, Michael Murray. 2005. *National Footprint and Biocapacity Account 2005: The Underlying Calculation Method*. A paper build May 25, 2005. Available from:  
[http://www.footprintnetwork.org/gfn\\_sub.php?content=datamethods](http://www.footprintnetwork.org/gfn_sub.php?content=datamethods) part, methodology paper, at March 20, 2007.
- Zimmermann, 1964. dalam Henry L. Hunker (ed.) *Introduction ro World Resources*. Harper & Row: New York.

## LAMPIRAN

### INDEKS TEKANAN PENDUDUK PULAU SUMATERA 2006 DAN 2010

<b>Propinsi</b>	<b>2006</b>	<b>2010</b>
Nanggroe Aceh Darussalam	0.72	0.73
Sumatera Utara	1.06	1.12
Sumatera Barat	1.18	1.25
Sumatera Selatan	0.68	0.73
Riau	0.59	0.66
Jambi	0.95	1.02
Bengkulu	0.95	0.99
Lampung	1.53	1.60
<b>Pulau Sumatera</b>	<b>0.80</b>	<b>0.86</b>

#### HASIL SIMULASI

<b>Propinsi</b>	Proporsi Penduduk Petani		Luas Lahan Pertanian dalam hektar sawah	
	2006	2010	2006	2010
Nanggroe Aceh Darussalam	0.76	0.75	635,881	646,116
Sumatera Utara	0.47	0.45	1,707,152	1,801,222
Sumatera Barat	0.38	0.36	559,719	595,237
Sumatera Selatan	0.94	0.88	1,654,690	1,779,878
Riau	0.94	0.83	991,067	1,118,924
Jambi	0.61	0.57	419,426	450,981
Bengkulu	0.70	0.67	5,967,936	6,392,359
Lampung	0.41	0.39	11,299,990	12,138,601
<b>Pulau Sumatera</b>	<b>0.68</b>	<b>0.63</b>	<b>20,892,829</b>	<b>22,475,981</b>

TAPAK EKOLOGI								
HASIL PERHITUNGAN TAPAK EKOLOGI (DALAM GLOBAL HEKTAR)								
Propinsi	Produk Pertanian	Produk Peternakan	Produk Perikanan	Produk Kehutanan	Konsumsi Energi	Lahan Terbangun	JUMLAH	
Nanggroe Aceh Darussalam	3,357,741	270,313	170,049	11,127	TIDAK DIHITUNG (DATA TIDAK TERSEDIA)	180,361	3,989,592	
Sumatera Utara	16,076,361	10,401,526	298,692	924,722		-	27,701,302	
Sumatera Barat	3,161,903	11,110,172	212,996	423,993		1,094,247	16,003,311	
Sumatera Selatan	4,022,193	22,071,627	729,167	1,163,216		1,265,804	29,252,006	
Riau	15,922,888	374,973	196,652	598,473		-	17,092,986	
Jambi	3,744,054	140,650	59,362	653,999		283,332	4,881,397	
Bengkulu	2,892,747	7,965	40,547	10,201		-	2,951,461	
Lampung	2,246,029	280,662	940,319	-		1,380,919	4,847,931	
<b>Pulau Sumatera</b>	51,421,652	23,051,146	2,647,784	3,785,732			4,204,663	85,110,976

HASIL PERHITUNGAN TAPAK EKOLOGI (DALAM HEKTAR)								
Propinsi	Produk Pertanian	Produk Peternakan	Produk Perikanan	Produk Kehutanan	Konsumsi Energi	Lahan Terbangun	JUMLAH	
Nanggroe Aceh Darussalam	1,521,262	129,113	472,359	8,286	TIDAK DIHITUNG (DATA TIDAK TERSEDIA)	81,715	2,212,734	
Sumatera Utara	7,283,573	4,714,144	829,700	688,615		-	13,516,031	
Sumatera Barat	1,432,535	5,037,327	591,655	315,736		495,760	7,873,014	
Sumatera Selatan	1,822,299	10,002,390	2,025,463	866,214		573,487	15,289,852	
Riau	7,214,040	170,492	546,255	445,666		-	8,376,452	
Jambi	1,696,285	63,996	164,894	487,015		128,367	2,540,557	
Bengkulu	1,310,591	3,752	112,631	7,597		-	1,434,570	
Lampung	1,017,588	129,488	2,611,999	-		625,641	4,384,715	
<b>Pulau Sumatera</b>	23,297,147	10,461,674	7,354,954	2,819,130			1,904,969	45,837,873

HASIL PERHITUNGAN TAPAK EKOLOGI (DALAM GLOBAL HEKTAR/ORANG)							
Propinsi	Produk Pertanian	Produk Peternakan	Produk Perikanan	Produk Kehutanan	Konsumsi Energi	Lahan Terbangun	JUMLAH

Nanggroe Aceh Darussalam	0.833	0.067	0.042	0.003	TIDAK DIHITUNG (DATA TIDAK TERSEDIA)	0.045	1
Sumatera Utara	1.304	0.844	0.024	0.075		-	2
Sumatera Barat	0.687	2.41	0.05	0.092		0.238	3
Sumatera Selatan	0.595	3.267	0.108	0.172		0.187	4
Riau	3.477	0.082	0.043	0.131		-	4
Jambi	1.409	0.053	0.022	0.246		0.107	2
Bengkulu	1.871	0.005	0.026	0.007		-	2
Lampung	0.322	0.040	0.135	-		0.198	1
<b>Pulau Sumatera</b>	1.183	0.530	0.061	0.087		0.097	2

HASIL PERHITUNGAN TAPAK EKOLOGI (DALAM HEKTAR/ORANG)							
Propinsi	Produk Pertanian	Produk Peternakan	Produk Perikanan	Produk Kehutanan	Kosumsi Energi	Lahan Terbangun	JUMLAH
Nanggroe Aceh Darussalam	0.377	0.032	0.117	0.002	TIDAK DIHITUNG (DATA TIDAK TERSEDIA)	0.020	0.5
Sumatera Utara	0.591	0.382	0.067	0.056		-	1
Sumatera Barat	0.311	1.09	0.13	0.069		0.108	2
Sumatera Selatan	0.270	1.481	0.300	0.128		0.085	2
Riau	1.575	0.037	0.119	0.097		-	2
Jambi	0.638	0.024	0.062	0.183		0.048	1
Bengkulu	0.848	0.002	0.073	0.005		-	1
Lampung	0.146	0.019	0.374	-		0.090	1
<b>Pulau Sumatera</b>	0.536	0.241	0.169	0.065		0.044	1

Provinsi	Tapak Ekologi				Biokapasitas			
	Gha	Ha	Gha/org	Ha/org	Gha	Ha	Gha/org	Ha/org

							<b>org</b>	
Nanggroe Aceh Darussalam	3,989,592	2,212,734	0.99	0.55	8,839,300	5,736,557	2.19	1.42
Sumatera Utara	27,701,302	13,516,031	2.25	1.10	9,460,747	5,449,583	0.77	0.44
Sumatera Barat	16,003,311	7,873,014	3.48	1.71	5,345,919	3,642,067	1.16	0.79
Sumatera Selatan	29,252,006	15,289,852	4.33	2.26	12,823,666	6,692,057	1.90	0.99
Riau	17,092,986	8,376,452	3.73	1.83	7,049,163	3,448,684	1.54	0.75
Jambi	4,881,397	2,540,557	1.84	0.96	4,546,723	2,841,179	1.71	1.07
Bengkulu	2,951,461	1,434,570	1.91	0.93	3,775,089	2,529,282	2.44	1.64
Lampung	4,847,931	4,384,715	0.69	0.63	18,466,692	12,887,866	2.64	1.85
<b>Pulau Sumatera</b>	<b>85,110,976</b>	<b>45,837,873</b>	<b>1.96</b>	<b>1.05</b>	<b>71,615,503</b>	<b>43,685,391</b>	<b>1.65</b>	<b>1.00</b>

Provinsi	KONDISI EKOLOGI			
	Gha	Ha	Gha/org	Ha/org
Nanggroe Aceh Darussalam	4,849,708	3,523,823	1.20	0.87
Sumatera Utara	(18,240,554)	(8,066,448)	-1.48	-0.65
Sumatera Barat	(10,657,392)	(4,230,947)	-2.31	-0.92
Sumatera Selatan	(16,428,341)	(8,597,795)	-2.43	-1.27
Riau	(10,043,823)	(4,927,768)	-2.19	-1.08
Jambi	(334,675)	300,622	-0.13	0.11
Bengkulu	823,628	1,094,711	0.53	0.71
Lampung	13,618,761	8,503,151	1.95	1.22
<b>Pulau Sumatera</b>	<b>(13,495,473)</b>	<b>(2,152,483)</b>	<b>-0.31</b>	<b>-0.05</b>