

PENDUGAAN KONSUMSI KAYU DALAM MENDUKUNG PENGELOLAAN HUTAN LESTARI

(The Estimation of Wood Consumption to Support Sustainable Forest Management)

Lutfy Abdulah^{1*}, Endang Suhendang², Herry Purnomo² dan/and Juang R. Matangaran²

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jalan Gunung Batu No. 5, Kota Bogor, 16610, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

¹Mahasiswa Pasca Sarjana, Program Studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Sekolah Pasca Sarjana, IPB University, Jl. Lingkar Akademik Kampus IPB Darmaga, 16680, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

²Program Studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Sekolah Pasca Sarjana, IPB University, Jl. Lingkar Akademik Kampus IPB Darmaga, 16680, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: Wood consumption, household, systematic review method	<i>Estimation of wood consumption is important to measure the level of wood products utilization for domestic use. One way to get this information is to approach a systematic review of previous research, to find out the methods that have evolved in estimating the level of consumption and its impact on sustainable forest management. The research materials used were reports, proceedings and scientific journals related to the method of estimating the use of wood products. The research results showed that there were 253 studies related to the keywords method of measuring the level of consumption of wood products by households which was published in the form of 20 reports, 2 theses and 231 journals. However, there were only 46 articles and reports published in global indexed journals. Based on the literature research results, a simulation of the use of wood products was carried out at the national, industrial and household levels. The simulation results showed that the estimated consumption of wood based on scale varies greatly. Nevertheless, it is recommended to use an estimator model on a household scale because it could be verified easily.</i>
Kata kunci:	ABSTRAK
Konsumsi kayu, rumah tangga, metode tinjauan sistematis	Pendugaan konsumsi kayu sangat penting dilakukan untuk mengukur tingkat produk kayu yang dipanen dan digunakan oleh masyarakat. Salah satu cara untuk mendapatkan informasi tersebut, dapat dilakukan dengan pendekatan tinjauan sistematis atas penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk mengetahui metode yang berkembang dalam menduga tingkat konsumsi kayu dan dampaknya terhadap pengelolaan hutan lestari. Bahan penelitian berupa laporan, prosiding dan jurnal ilmiah terkait metode pendugaan penggunaan produk kayu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 253 penelitian yang berkaitan dengan kata kunci metode pengukuran tingkat konsumsi produk kayu oleh rumah tangga yang dipublikasikan dalam bentuk 20 laporan, 2 tesis dan 231 jurnal. Namun demikian, hanya terdapat 46 artikel dan laporan dan dipublikasikan pada jurnal yang terindeks global. Berdasarkan hasil penelusuran pustaka, kemudian dilakukan simulasi penggunaan produk kayu pada tingkat/skala nasional, industri dan rumah tangga. Hasil simulasi menunjukkan bahwa dugaan konsumsi kayu berdasarkan skala sangat bervariasi. Namun demikian, penggunaan pendekatan rumah tangga sangat mudah untuk dilakukan verifikasi.
Riwayat artikel:	
Tanggal diterima: 25 April 2019; Tanggal direvisi: 02 Juni 2020; Tanggal disetujui: 03 Juni 2020	

Editor: Rinaldi Imanuddin, S.Hut., M.Sc

Korespondensi penulis: Lutfy Abdulah (lutfyabduhal@yahoo.co.id)

Kontribusi penulis: **LA:** Mengumpulkan data, menganalisis, menulis dan memperbaiki naskah; **ES:** Memperbaiki substansi naskah; **HP:** Menyusun metode dan memperbaiki substansi naskah; **JRM:** menyusun dan memperbaiki substansi naskah.

<https://doi.org/10.20886/jphka.2020.17.1.99-112>

©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license

I. PENDAHULUAN

Tinjauan sistematis merupakan metode penelitian yang berbasis pada penelusuran publikasi hasil-hasil penelitian yang disaring berdasarkan kriteria-kriteria tertentu yang ditetapkan. Penetapan kriteria disesuaikan dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Dalam penelitian pengukuran konsumsi kayu, tinjauan sistematis merupakan salah satu metode penelitian yang tepat untuk digunakan, dengan pertimbangan bahwa data dan informasi yang diperoleh dari hasil-hasil penelitian sebelumnya terkait penggunaan produk kayu dapat diketahui dengan cakupan wilayah yang luas, waktu yang singkat dan biaya yang relatif murah.

Hasil dari beberapa tinjauan yang dilakukan oleh Lim, Brown, & Schlamadinger (1999); Pingoud, Schlamadinger, Grönkvist, Brown, Cowie, & Marland (2004); Sathre, & O'Connor (2010); dan Jasinevičius, Lindner, Pingoud, & Tykkylainen (2015), belum banyak memperbaiki preskripsi pengelolaan hutan karena lingkupnya masih sangat besar yakni untuk skala nasional dan bahkan global. Selain itu, pemanfaatan hasil penelitian penggunaan produk kayu masih mengarah pada dugaan simpanan karbon dan emisi dari penggunaan produk kayu, sementara penyusunan preskripsi pengelolaan hutan belum dilakukan.

Pertambahan penduduk berdampak pada permintaan lahan untuk permukiman dan aktivitas lainnya. Sejalan dengan hal tersebut, Panshin, Zeeuw, & Brown (1964) mengemukakan bahwa permintaan kayu akan meningkat karena kayu merupakan kebutuhan dasar dan mudah dikerjakan. Berbeda dengan hal tersebut, Suhendang (2013) memprediksi bahwa penurunan tingkat konsumsi kayu searah dengan penurunan rasio luas hutan terhadap populasi sebesar 0,6 ha/jiwa di tahun 2025. Dalam kondisi ini, diperlukan data dan informasi penggunaan kayu yang akurat sebagai dasar rencana pengelolaan hutan yang tepat, mengingat akurasi data

dan informasi yang dihasilkan akan berdampak pada pemanenan hutan yang berlebihan atau sebaliknya yaitu pembatasan penebangan yang mengakibatkan pada menurunnya pendapatan di sektor pengelolaan hutan produksi. Salah satu kendala dalam pengumpulan data dan informasi penggunaan produk kayu adalah metode pengukuran penggunaan produk kayu.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui metode pengukuran konsumsi produk kayu yang tepat dengan pendekatan tinjauan sistematis atas penelitian yang telah dilakukan sebelumnya baik pada skala global, nasional, industri maupun rumah tangga, dalam menduga tingkat konsumsi kayu dan dampaknya pada pengelolaan hutan lestari.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan sejak bulan Mei 2018 sampai dengan Desember 2018 di Kampus Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jalan Gunung Batu No. 5 – Kota Bogor.

B. Bahan

Bahan yang digunakan adalah hasil penelitian dalam bentuk laporan, prosiding dan jurnal ilmiah yang didapat secara online di www.sciencedirect.com, www.onlinelibrary.wiley.com dan www.scholar.google.go.id.

C. Metode

Langkah penyusunan tinjauan sistematik dilakukan sesuai tahapan sebagaimana disampaikan oleh Khan, Kunz, Kleijnen, & Antes (2003), yaitu:

1) Membangun pertanyaan tinjauan.

Dalam membangun pertanyaan tinjauan disesuaikan dengan tujuan dilakukannya tinjauan. Terdapat 5 (lima) pertanyaan utama yang diajukan dalam tinjauan ini yakni:

- a. Bagaimana perkembangan pengukuran produk kayu?
 - b. Metode apa yang berkembang saat ini dalam mengukur penggunaan kayu di produk kayu?
 - c. Faktor apa yang berpengaruh dalam menduga tingkat konsumsi kayu?
 - d. Apa dampak konsumsi kayu terhadap pengelolaan hutan lestari?
 - e. Dapatkah disimulasikan pada pendugaan tingkat konsumsi kayu di Indonesia?
- 2) Mengidentifikasi publikasi yang sesuai.
 Dalam menyusun rencana tinjauan, terdapat beberapa hal yang perlu diidentifikasi dan diatur, meliputi:
- a. Materi atau sumber bahan tinjauan berasal dari *website* dan jika tidak dipublikasikan di *website*, maka kita perlu mencari laporan yang dimaksud.
 - b. Materi tinjauan tersebut berupa tulisan yang ditulis baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris.
 - c. Pencarian materi dilakukan melalui mesin pencari khusus untuk bahan yang bersifat ilmiah seperti *www.sciencedirect.com*, *www.onlinelibrary.wiley.com* dan *www.scholar.google.go.id*.
- 3) Menilai kualitas publikasi terhadap pertanyaan penelitian
 Dalam menilai kualitas publikasi terdapat beberapa kriteria yang diterapkan, seperti: publikasi tersebut dipublikasikan di media *online*, berupa jurnal dan laporan kegiatan. Selain kriteria di atas, kami menggunakan kata kunci dalam menyaring publikasi tersebut. Adapun kata kunci yang digunakan adalah metode, konsumsi, produk kayu (dalam dua bahasa, Indonesia dan Inggris).

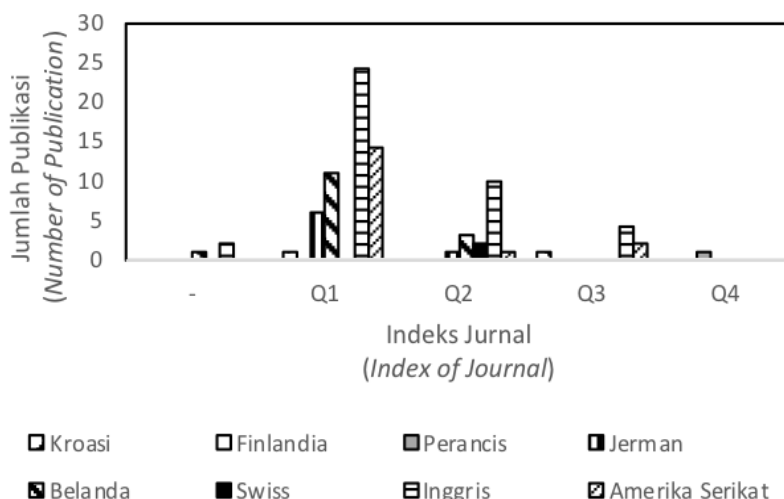
- 4) Merangkum temuan yang terdapat dalam publikasi
 Dalam merangkum temuan tersebut, kami menetapkan metode dan obyek yang dilihat.
- 5) Membuat sintesa.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perkembangan metode pengukuran produk kayu

Hasil penelusuran pustaka menunjukkan bahwa terdapat 253 penelitian yang berkaitan dengan kata kunci metode pengukuran tingkat konsumsi produk kayu oleh rumah tangga. Penelitian ini dipublikasikan dalam bentuk 20 laporan, dua tesis dan 231 jurnal. Sementara itu, penyaringan abstrak dengan kata kunci *harvested wood product, consumption and household* menghasilkan informasi sebanyak 121 penelitian. Penyaringan dengan kata kunci *harvested wood product and building or furniture* menghasilkan 16 penelitian yang terkait. Bila penyaringan dengan menggunakan kata kunci *measurement or harvested or consumption* maka terdapat 124 penelitian. Dari semua data dan informasi hasil penelusuran dan penyaringan di atas, tidak ada satu pun penelitian yang menyampaikan metode pengukuran *harvested wood product* secara langsung pada abstrak artikel.

Jurnal yang memuat informasi penggunaan produk kayu tergolong jurnal dalam jurnal internasional bereputasi. Berdasarkan quartile SJR, terdapat 56 jurnal yang termasuk Q1, 17 jurnal yang tergolong Q2, enam jurnal tergolong Q3 dan satu jurnal yang tergolong Q4. Isu ini menjadi perhatian bagi kalangan akademisi di Amerika Serikat, Jerman, Belanda dan Inggris dengan mempublikasikan di jurnal bereputasi Q1 (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa isu penggunaan produk kayu merupakan isu yang menjadi perhatian kalangan akademik dan digunakan sebagai bahan pertimbangan kebijakan.



Gambar (Figure) 1. Distribusi Publikasi pada Jurnal Ilmiah Bereputasi (*Distribution of Publications on Reputable Scientific Journals*)

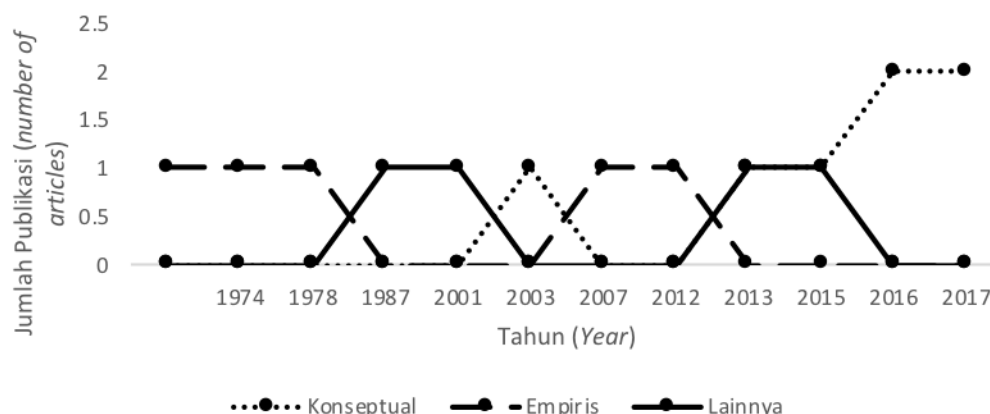
Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa Inggris sebagai negara yang paling banyak menghasilkan jurnal Q1 dan membahas tentang penggunaan produk kayu dan dampaknya yang diterbitkan di *Applied Energy*, *Biofuels*, *Bioproducts and Biorefining*, *Biomassa and Bioenergy*, *Building and Environment* serta *Building Reseach and Information*. Jerman merupakan negara kedua yang paling banyak menerbitkan jurnal bereputasi Q1 terkait pemanfaatan produk kayu dan dampaknya. Beberapa jurnal yang diterbitkan antara lain *Advanced Energy Materials*, *Biogeosciences*, dan *ShemSusChem*. Sementara jurnal *Biological Conservation* diterbitkan di Belanda dan jurnal *Animal Conservation* diterbitkan di Amerika Serikat.

B. Metode pengukuran penggunaan kayu pada produk kayu yang telah ada

Pengukuran pendugaan produk kayu dapat dikembangkan berdasarkan beberapa aspek yakni aspek pendekatan, aspek obyek dan aspek level pengukuran. Berdasarkan aspek pendekatan terdapat tiga pendekatan besar, yakni :

- 1) Empiris : Publikasi yang dibangun dengan didasarkan pada bukti-bukti ilmiah, percobaan dan contoh kasus;
- 2) Konseptual atau Pendekatan Teori : Temuan hasil penelitian yang didasarkan pada pengalaman lapangan yang komprehensif dan terkait dengan pekerjaan;
- 3) Lainnya : tinjauan dari penelitian yang dikerjakan secara empiris atau diuji kembali.

Berdasarkan hasil penelusuran terhadap 46 publikasi baik laporan, tesis maupun jurnal diketahui bahwa tren penelitian penggunaan produk kayu terus berkembang. Pada awal tahun 1970-an, penelitian masih menggunakan metode empiris. Kemudian berkembang dengan melakukan studi literatur atas hasil penelitian lainnya. Sekarang ini lebih banyak pada simulasi dan membangun konsep pengukuran seperti menggunakan metode *Life Cycle Assessment (LCA)* dan *Material And Energy Flow Assessment (MEFA)*.



Gambar (Figure) 2. Perkembangan Metode Penelitian Penggunaan Produk Kayu (*History of Research Methods for Wood Products Utilization*)

Gambar 2 menunjukkan bahwa pendugaan tingkat penggunaan produk kayu yang berkembang saat ini adalah dengan pendekatan konseptual. Sementara pendekatan empiris berkembang lebih dulu, namun setelah tahun 2013 sudah tidak menjadi perhatian utama. Dugaannya bahwa pendekatan ini rumit, membutuhkan sumber daya penelitian yang besar atau sudah dianggap cukup. Jika sudah dianggap cukup maka yang berkembang adalah pendekatan lainnya yakni dengan dilakukannya simulasi dan pemodelan.

Amerika Serikat dan Jepang adalah negara yang telah mempublikasikan kategori bahan baku, karbon, ekonomi dan preferensi. Di Amerika Serikat terdapat 14 publikasi, sementara di Jepang terdapat 10 publikasi.

Tabel 1 menunjukkan bahwa Amerika Serikat dan Jepang menggunakan pendekatan konseptual, empiris dan lainnya (simulasi) dalam mengukur tingkat penggunaan produk kayu. Sementara negara lain kebanyakan membangun model konseptual terutama pada kategori karbon dan bahan baku. Sementara berdasarkan pendekatan obyek maka terdapat beberapa kriteria obyek isu yakni :

- Bahan baku = pendekatan yang melihat jumlah penggunaan produk

kayu pada konstruksi dan non-konstruksi

- Lingkungan = pendekatan penelitian untuk melihat dampak penggunaan kayu terhadap ekosistem dan lingkungan hidup secara luas
- Karbon = pengukuran nilai karbon tersimpan dalam produk kayu terutama di rumah tangga
- Ekonomi = pendekatan untuk mengukur faktor ekonomi yang mendorong penggunaan produk kayu dan dampak ekonomi yang ditimbulkan dari penggunaan produk kayu
- Preferensi = pendekatan pendapat pengguna kayu terhadap model produk kayu

Kategori bahan baku dapat dilihat dengan metode konseptual, empiris dan lainnya. Sementara simpanan karbon dapat dilihat dengan mengembangkan metode konseptual dan lainnya (simulasi). Dengan kata lain bahwa tidak ada penelitian yang menjelaskan pengukuran simpanan karbon secara empiris. Hal yang sama dilakukan pada kategori ekonomi. Penelitian dengan metode empiris selama ini digunakan untuk mengukur jumlah bahan baku yang digunakan, dampak lingkungan serta pendapat.

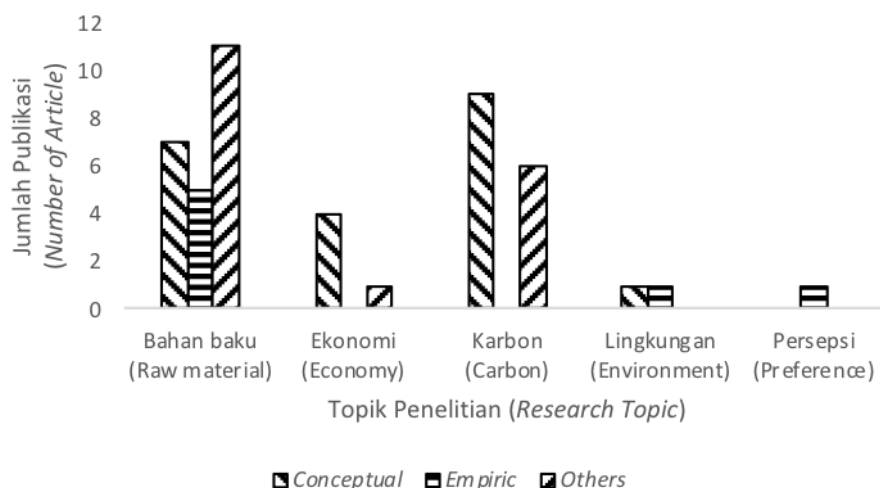
Tabel (Table) 1. Perkembangan metode pengukuran penggunaan produk kayu di setiap negara (*The development of measuring methods of wood products consumption/utilization in different countries*)

Negara (Country)	Kategori (Category)	Metode (Method)			Total
		Konseptual (Conceptual)	Empiris (Empiric)	Lainnya (Others)	
Amerika Serikat (USA)	Bahan baku (raw materials)	1	4	3	14
	Ekonomi (Economy)			1	
	Karbon (Carbon)	2		2	
	Preferensi (Preference)		1		
Australia (Australia)	Karbon (Carbon)			1	1
Austria (Austria)	Karbon (Carbon)			1	1
China (China)	Bahan baku (raw materials)	1	1		3
	Lingkungan (Environment)	1			
Denmark (Danish)	Bahan baku (raw materials)			1	1
Inggris (United Kingdom)	Bahan baku (raw materials)	1			1
Jepang (Japan)	Bahan baku (raw materials)	1		5	10
	Karbon (Carbon)	3		1	
Jerman (Germany)	Karbon (Carbon)	1			1
Kanada (Canada)	Bahan baku (raw materials)			1	2
	Karbon (Carbon)			1	
Nepal (Nepal)	Bahan baku (raw materials)		1		1
Selandia Baru (New Zealand)	Bahan baku (raw materials)	2			2
Portugal (Portugal)	Karbon (Carbon)	1			1
Swiss (Switzerland)	Bahan baku (raw materials)	1			2
	Karbon (Carbon)		1		

Gambar 3 menunjukkan bahwa topik penelitian penggunaan produk kayu sering dikaitkan dengan bahan baku dan simpanan karbon. Metode yang digunakan kebanyakan berada pada level konsep dan simulasi. Sementara metode empiris tidak banyak digunakan terutama pada tema pendugaan simpanan karbon.

Salah satu kendala menerapkan metode empiris yakni sangat sulit mengumpulkan data yang sesuai (Hsiang

et al., 2017). Akibatnya, pendugaan tingkat konsumsi didekati dengan menggunakan variabel pendapatan negara, pendapatan rumah tangga, dan tingkat efisiensi di industri. Untuk itu, beberapa perangkat lunak dibangun untuk menduga tingkat konsumsi kayu seperti ToSIA—*A tool for sustainability impact assessment of forest-wood-chains* (Lindner et al., 2010).



Gambar (Figure) 3. Distribusi Topik Penelitian Berdasarkan Subyek (*The Distribution of Research Topic Based on Subject*)

C. Faktor-faktor mempengaruhi pendugaan tingkat konsumsi kayu?

Faktor yang mempengaruhi konsumsi produk kayu dijelaskan berdasarkan metode yang digunakan. Pendekatan empiris menggunakan metode pengumpulan data dengan survei, wawancara yang dilakukan oleh Adair, David, Gaston, & Stewart (2013) dan uji preferensi pengguna (*compton test preference*) oleh Turner & Edwards (1974) serta iklan yang dilakukan oleh Casto (1984).

Beberapa metode konseptual yang digunakan antara lain MFA (*material flow assessment*), MEFA (*material and energy flow assessmen*), dan LCA (*life cycle assessment*), model pelapukan, model distribusi Gamma, model korelasi PDB (Produk Domestik Bruto) dengan indeks pembangunan manusia, model *linier programming*, dan model ekonometrika. Umumnya pendekatan konseptual untuk meramalkan penggunaan produk kayu.

Metode MFA, MEFA, dan LCA pada dasarnya menggunakan prinsip input-output. Metode ini sesungguhnya mengakar pada induk ilmu ekonomi yang menjelaskan bahwa perubahan dalam struktur produksi yang digambarkan dalam sebuah matriks persegi (Dietzenbacher, & Groot, 2007).

Sementara itu, Wenker, Richter, & Rüter (2017) mengembangkan metode LCA menjadi LCA sistematis dengan menggunakan massa produk kayu untuk mengukur tingkat resiko yang dihasilkan akibat produk produk kayu tersebut. Metode ini agak berbeda dengan metode LCA yang ada karena tidak hanya menggunakan satuan energi yang ditimbulkan akibat produksi produk kayu melainkan mencoba mengonversi massa produk kayu dalam menghitung simpanan karbon dalam produk kayu. Sementara metode MFA dan MEFA bersumber dari aliran produk kayu seperti yang dilakukan oleh Bais, Lauk, Kastner, & Erb (2015).

Bais et al. (2015) memproyeksikan bahwa tren produktivitas hutan global meningkat dengan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 7%, sementara ekstraksi kayu global yang digunakan tetap stabil, dengan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 0,2%. Hal ini karena pertumbuhan penduduk global serta isu energi terbarukan yang ketat dan adopsi strategi bioekonomi di negara-negara industri.

Konsumsi produk kayu per kapita antar negara mengakibatkan pengukuran tingkat konsumsi tidak dapat diukur di negara penghasil kayu melainkan secara global (Buongiorno, 2009). Hal ini akan menjadi tekanan tambahan bagi ekosistem

hutan. Untuk itu, perlu mengurangi tingkat ketidakpastian dalam perkiraan aliran kayu global, meningkatkan efisiensi pemanfaatan biomassa kayu melalui penanganan dampak lingkungan yang terkait dengan penggunaan sumber daya.

Sementara itu pendekatan konseptual lainnya yang berkembang adalah model ekonometrik. Koebel, Levet, Nguyen-Van, Purohoo, & Guinard (2016) membangun analisis dengan model ekonometrik dalam mengukur pasar produk kayu internasional. Salah satu yang dihasilkan adalah pasar kayu dipengaruhi oleh PDB dan jenis produk kayu komposit. Dengan kata lain, penggunaan kayu solid mulai berkurang sehingga mengurangi jumlah pohon yang ditebang. Hal ini karena seluruh bagian kayu diluruhkan menjadi serpihan kayu (*chip*) sehingga jumlah pohon yang dibutuhkan untuk produksi akan lebih sedikit. Spelter, Stone, & McKeever (1978) menjelaskan bahwa faktor penggunaan bahan baku untuk produksi mebel di Amerika Serikat adalah sebesar 1,85 untuk mebel dengan kayu solid atau untuk memproduksi 1 m³ mebel membutuhkan bahan baku kayu solid sebesar 1,85 m³.

Informasi ini menunjukkan bahwa penggunaan kayu solid menyebabkan biaya produksi yang cukup tinggi. Untuk itu, negara berkembang yang memiliki PDB rendah banyak menggunakan kayu panel sebagai bahan baku, sementara negara dengan pertumbuhan PDB yang tinggi akan menggunakan bahan baku kayu solid (Kayo, Oka, & Hashimoto, 2015).

Pengaruh PDB sangat dominan terhadap perdagangan produk kayu global. PDB dapat digambarkan dari aktivitas ekspor-impor yang terjadi. Bila produksi kayu sama dengan ekspor kayu maka tingkat konsumsi akan turun menjadi 0,086% per kapita (Tian, Li, Wan, Liu, & de Jong, 2017). Konsumsi kayu di Jepang, China dan Korea Selatan menurun mengikuti tren ekonomi global

sebesar 1,3%/tahun karena penurunan PDB terutama PDB sektor konstruksi (Drummond, 2015). Variabel perhitungan PDB dengan pendekatan konsumsi di Jepang menunjukkan bahwa masalah penurunan konsumsi juga disebabkan oleh turunnya investasi di sektor konstruksi. Hal ini diperparah dengan harga kayu yang tinggi mendorong masyarakat Jepang cenderung menggunakan barang substitusi salah satunya kayu panel. Masyarakat Jepang membutuhkan 3,6 m³ kayu panel untuk memproduksi 1 m³ furniture.

Pendekatan terakhir yakni pendekatan pemodelan dan simulasi. Pendekatan ini cenderung menyajikan ramalan tanpa menghasilkan informasi tentang faktor yang berpengaruh. Hal ini yang membedakan pendekatan konseptual dan lainnya. Pendekatan simulasi menggunakan persamaan dan data yang telah dibangun dalam bentuk data statistik atau data yang dipublikasikan lainnya. Hasil penelitian menyebutkan bahwa konsumsi kayu menurun secara global. Pola konsumsi kayu di Jepang sangat bergantung pada pembangunan rumah baru. Salah satu penyebabnya adalah menurunnya tingkat investasi di sektor konstruksi (Eastin, & Sasatani, 2014) dan tingginya nilai kayu sehingga masyarakat harus menyiapkan separuh dari dana pembangunan untuk membeli kayu (Elling, & McKeever, 2018), dimana pemilihan jenis kayu sangat bergantung pada harga.

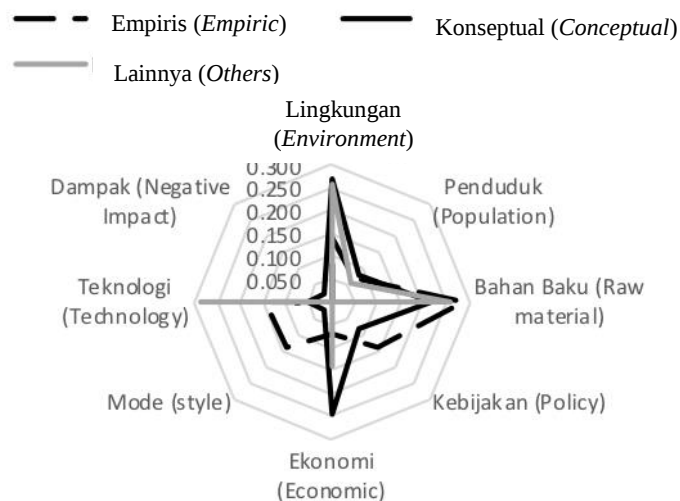
Penurunan konsumsi kayu ini berarti sama dengan menurunkan simpanan karbon di luar hutan dalam bentuk produk kayu. Pendugaan simpanan karbon dapat didekati dengan menggunakan faktor konversi. Smith, Heath, Skog, & Birdsey (2006) menggunakan faktor konversi untuk kayu dan papan gergajian, *plywood* dari kayu keras, papan partikel dari kayu keras dan kertas secara berurutan adalah 0,765, 0,286, 0,587, dan 0,496 dalam menduga simpanan karbon. Namun demikian,

fungsi simpanan karbon pada produk kayu berbeda dengan di pohon, dimana semakin tua umur produk kayu maka simpanan karbon makin menurun. Pearson, Swails, & Brown (2012) menyebutkan bahwa pelapukan mengakibatkan laju kehilangan simpanan karbon secara eksponensial.

Berdasarkan uraian di atas maka dapat dikelompokkan faktor yang mempengaruhi penggunaan produk kayu terdiri dari faktor lingkungan (ekosistem hutan, keanekaragaman hayati dan simpanan karbon), kebijakan, ekonomi (harga, biaya, tenaga kerja, dan PDB),

populasi, bencana, teknologi (ukuran rumah, teknik penggunaan kayu), ketersediaan bahan baku, mode/style dan bencana. Faktor-faktor ini dilihat dengan cara berbeda berdasarkan pendekatan secara empiris, konseptual dan lainnya.

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa terdapat empat faktor utama yang memengaruhi tingkat konsumsi kayu, yakni teknologi, bahan baku, lingkungan dan ekonomi. Masing-masing faktor ini dilihat dengan bobot yang berbeda berdasarkan pendekatan yang digunakan.



Gambar (Figure) 4. Faktor pendorong penggunaan produk kayu (*The driver factors of wood product utilization*)

Tabel (Table) 2. Bobot penggunaan kayu untuk konstruksi (*The Weight of wood utilization for construction purposes*)

Penulis (Authors)	Daerah Penelitian (Study Area)	Persen penggunaan kayu untuk konstruksi (Percentage of wood utilization for Construction)
Adair & McKeever (2009)	Amerika Serikat (USA)	0,88
McKeever (2002)	Amerika Serikat (USA)	0,65
Neubauer-Letsch et al. (2015)	Swiss (Switzerland)	0,47
Araya & Katsuhisa (2008)	Jepang (Japan)	0,81
Kayo, Tsunetsugu, Noda, & Tonosaki (2014)	Jepang (Japan)	0,72
Buchanan & Levine (1999)	Dunia (The world)	0,51
Davis (1994)	Portugal (Portugal)	0,69
Dias, Louro, Arroja, & Capela (2007)	Amerika Serikat (USA)	0,90
Rata-rata (Means)		0,70

Faktor ketersediaan bahan baku lebih banyak diukur secara empiris dibandingkan pendekatan konseptual dan pendekatan lainnya. Sementara faktor ekonomi dilihat dengan pendekatan konseptual dan hanya sedikit sekali menggunakan pendekatan empiris. Faktor teknologi dilihat dengan pendekatan lainnya, meski beberapa menggunakan pendekatan empiris. Faktor lingkungan diukur dengan pendekatan konseptual dan lainnya dan hanya sedikit yang menggunakan pendekatan empiris.

Porsi penggunaan kayu berbeda menurut lokasi dan tahun. Sebagaimana disampaikan oleh Dias et al. (2007) dan Adair & McKeever (2006) bahwa porsi penggunaan kayu untuk konstruksi di Amerika Serikat dan Jepang meningkat (Araya, & Katsuhisa, 2008). Namun, setelah tahun 2014 menurun (Kayo et al., 2014).

D. Dampak konsumsi kayu terhadap pengelolaan hutan lestari

Penggunaan kayu untuk bahan bangunan dan perabotan serta kemasan mampu meningkatkan simpanan karbon (Suter, Steubing, & Hellweg, 2017). Namun demikian, penggunaan ini harus dikendalikan melalui penanaman kembali dan penggunaan kayu bekas (*reuse*). Hal

ini dikarenakan pemanenan hutan dapat mengakibatkan kehilangan keanekaragaman hayati. Kondisi ini menjadi lebih parah karena kehilangan keanekaragaman juga diikuti oleh menurunnya nilai ekonomi dari ekosistem hutan (Chaudhary, Carrasco, & Kastner, 2017). Hasil analisis menunjukkan 155 spesies akan terancam, sementara kehilangan nilai ekonomi ekosistem mencapai 1,5 triliun USD/tahun. Negara tropis dengan tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi cenderung mengalami kehilangan keanekaragaman yang tinggi, mencapai 100-1.000 kali lipat dibanding negara subtropis. Namun demikian, Tian et al. (2017) berpendapat bahwa tingginya permintaan pasar global akan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya hutan.

E. Dapatkah disimulasikan pada pendugaan tingkat konsumsi kayu di Indonesia?

BPS (2016) telah mencatat tingkat produksi kayu nasional sebesar 42,2 juta m³ dari seluruh sumber produksi kayu. Sementara data FAOSTAT menyebutkan bahwa produksi kayu Indonesia di tahun 2016 mencapai 42,379 juta m³ dan ekspor-impor kayu yang terjadi di tahun 2016 secara berurutan adalah 3,8 juta m³ dan 1,19 juta m³.

Tabel (Table 3). Tingkat Konsumsi Kayu Indonesia (*Level of Indonesian Wood Consumption*)

No.	Skala (Scale)	Model (Formula)	Konsumsi (Consumption, m ³ /kapita (capita))	Sumber (Source)
1.	Nasional (National)	$(-3,531 \times 10^{-9} \times \text{PDB} (\$)) + (1,702 \times 10^{-7} \times \text{PDB konstruksi} (\$))$	0,275 m ³ /year	Drummond (2015)
2.	Industri mebel (Furniture industry)	Produksi kayu (wood production) (gergajian (sawn) x 1,85 + chip dan partikel (particle and chips) x 0,63 + plywood x 0,75 + bare core x 0,75)/jumlah produksi mebel (the number of furniture production)	0,02 m ³ /furniture	Spelter et al. (1978)
	Industri konstruksi (Construction industry)	(Produksi kayu gergajian (sawn timber production) x (0,51 + 0,27))/jumlah rumah tangga (number of household)	0,808 m ³ /kepala keluarga (head of family)	Davis (1994)
3	Rumah tangga (Household scale)	Total rumah (total house)/(0,02 x luas rumah (house area) x jumlah rumah (number of houses))	0,5 m ³ /kepala keluarga (head of family)	Kayo, Tsunetsugu, & Tonosaki (2015)

Hasil simulasi di atas menunjukkan bahwa bila diukur dengan menggunakan pendapatan nasional pada skala nasional maka penggunaan produk kayu per kapita adalah $0,5 \text{ m}^3$. Sementara bila diukur berdasarkan produksi mebel dan kayu untuk konstruksi maka konsumsi mencapai $0,02 \text{ m}^3/\text{produk}$ dan $0,808 \text{ m}^3/\text{rumah tangga}$ untuk produksi kayu gergajian untuk keperluan konstruksi. Bila diukur berdasarkan ukuran rumah saja maka konsumsi kayu mencapai $0,5 \text{ m}^3/\text{kepala keluarga}$. Jika rata-rata luas rumah adalah 50 m^2 , maka konsumsi kayu berdasarkan luas mencapai $0,5 \text{ m}^3/50 \text{ m}^2 = 0,01 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

Dari hasil simulasi di atas menunjukkan bahwa data konsumsi produk kayu berbeda menurut level pengukuran. Pendugaan penggunaan kayu pada level nasional cenderung menjelaskan pergerakan dampak ekonomi makro pada penggunaan kayu. Sementara pada level industri harus lebih spesifik pada jenis industri yang ingin dikaji. Pada level rumah tangga, angka konsumsi kayu akan sangat bervariasi bergantung pada luas rumah dan budaya setempat. Namun demikian, penggunaan kayu di level rumah tangga akan lebih mudah diverifikasi meski keragamannya tinggi. Namun perlu diingat bahwa yang terpenting dalam mengukur konsumsi produk kayu adalah konsumsi kayu tahunan aktual dan bukan konsumsi masa lalu dan siklus hidup rata-rata (Mantau, 2015).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Isu pengukuran tingkat konsumsi kayu dipublikasikan dalam 48 artikel dan laporan yang terindeks global. Berdasarkan hasil penelusuran pustaka maka dapat dibuat simulasi penggunaan produk kayu pada tingkat nasional, industri dan rumah tangga. Tingkat penggunaan produk kayu di level nasional mencapai $0,5 \text{ m}^3/\text{orang/tahun}$. Sementara bila diukur berdasarkan produksi mebel dan kayu

untuk konstruksi maka konsumsi mencapai $0,02 \text{ m}^3/\text{produk}$ dan $0,808 \text{ m}^3/\text{rumah tangga}$ untuk produksi kayu gergajian untuk keperluan konstruksi. Pada skala rumah tangga, konsumsi kayu mencapai $0,5 \text{ m}^3/\text{kepala keluarga}$ atau $0,01 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

B. Saran

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai metode pendugaan tingkat konsumsi kayu. Namun demikian, hasil penelitian ini masih perlu divalidasi berdasarkan masing-masing skala pengukuran agar model yang dihasilkan benar-benar valid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Dr. Rozza Tri Kwatrina, Sdri. Luvia dan Lila mahasiswa pasca sarjana IPB dan M. Abdul Qirom yang telah berbagi teori dan kerangka analisa tinjauan sistematik ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adair, C., David B., M., Gaston, C., & Stewart, M. (2013). *Wood and Other Materials Used to Construct Nonresidential Buildings United States*. Mayland.
- Adair, C., & McKeever, D. (2009). *Wood Used in New Residential Construction U.S. and Canada, With Comparison to 1995, 1998 and 2003*. Mayland.
- Araya, A., & Katsuhisa, H. (2008). *Japanese Wood Market and Use of Tropical Wood* (Report). FAO.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. (2016). *Statistik Produksi Kehutanan*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bais, A. L. S., Lauk, C., Kastner, T., & Erb, K. (2015). Global patterns and trends of wood harvest and use between 1990 and 2010. *Ecological Economics*, 119, 326–337. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.09.011>.

- Buchanan, A. H., & Levine, S. B. (1999). Wood-based building materials and atmospheric carbon emissions. *Environmental Science and Policy*, 2(6), 427–437. [https://doi.org/10.1016/S1462-9011\(99\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S1462-9011(99)00038-6).
- Buongiorno, J. (2009). International trends in forest products consumption: is there convergence? *International Forestry Review*, 11(4), 490–500. <https://doi.org/10.1039/c7tb00748e>.
- Casto, M. D. (1984). Patterns of Furniture Consumption: Three Eastern North Carolina Counties, 1800-1899. *Journal of Interior Design*, 10(2), 22–27. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1668.1984.tb00012.x>.
- Chaudhary, A., Carrasco, L. R., & Kastner, T. (2017). Linking national wood consumption with global biodiversity and ecosystem service losses. *Science of the Total Environment*, 586, 985–994. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.078>.
- Davis, P. J. (1994). *Uses of Montana lumber products* (Theses). The University of Montana. United State.
- Dias, A. C., Louro, M., Arroja, L., & Capela, I. (2007). Carbon estimation in harvested wood products using a country-specific method: Portugal as a case study. *Environmental Science and Policy*, 10(3), 250–259. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2007.01.002>.
- Dietzenbacher, E., & Groot, O. J. De. (2007). Consumption Growth Accounting. *Review of Income and Wealth*, 53(3), 422–440. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4991.2007.00244.x>
- Drummond, R. C. M. (2015). *Understanding demand for wood products in New Zealand's major log markets* (Theses). University of Canterbury, New Zealand.
- Eastin, I., & Sasatani, D. (2014). *An Assessment of the Competitive Impact of Japanese Domestic Wood Programs on the Future Demand for US Wood Products in Japan* (Working Paper). Center for International Trade in Forest Products.
- Elling, J., & Mckeever, D. B. (2018). Wood Products Used in Residential Repair and Remodeling in the United States, 2014. General Technical Report FPL–GTR–256. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 31p
- Hsiang, S., Kopp, R., Jina, A., Rising, J., Delgado, M., Mohan, S., ... Houser, T. (2017). Estimating economic damage from climate change in United States. *Science*, 356(September), 1362–1369.
- Jasinevičius, G., Lindner, M., Pingoud, K., & Tykkylainen, M. (2015). Review of models for carbon accounting in harvested wood products. *International Wood Products Journal*, 6(4), 198–212. <https://doi.org/10.1080/20426445.2015.1104078>.
- Kayo, C., Oka, H., & Hashimoto, S. (2015). Socioeconomic development and wood consumption. *Journal of Forestry Research*, 20, 309–320. <https://doi.org/10.1007/s10310-015-0481-6>.
- Kayo, C., Tsunetsugu, Y., Noda, H., & Tonosaki, M. (2014). Carbon balance assessments of harvested wood products in Japan taking account of inter-regional flows. *Environmental Science and Policy*, 37, 215–226. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.09.006>.
- Kayo, C., Tsunetsugu, Y., & Tonosaki, M. (2015). Climate change mitigation effect of harvested wood products in regions of Japan. *Carbon Balance*

- and Management*, 10(1).
<https://doi.org/10.1186/s13021-015-0036-3>.
- Khan, K. S., Kunz, R., Kleijnen, J., & Antes, G. (2003). Five steps for a systematic review. *Journal of The Royal Society of Medicine*, 96, 118-151.
<https://doi.org/10.1258/jrsm.96.3.118>
- Koebel, B. M., Levet, A. L., Nguyen-Van, P., Purohoo, I., & Guinard, L. (2016). Productivity, resource endowment and trade performance of the wood product sector. *Journal of Forest Economics*, 22, 24–35.
<https://doi.org/10.1016/j.jfe.2015.10.004>.
- Lim, B., Brown, S., & Schlamadinger, B. (1999). Carbon accounting for forest harvesting and wood products: review and evaluation of different approaches. *Environmental Science & Policy*, 2(1999), 207–216.
[https://doi.org/10.1016/S1462-9011\(99\)00031-3](https://doi.org/10.1016/S1462-9011(99)00031-3).
- Lindner, M., Suominen, T., Palosuo, T., Garcia-Gonzalo, J., Verweij, P., Zudin, S., & Päivinen, R. (2010). ToSIA-A tool for sustainability impact assessment of forest-wood-chains. *Ecological Modelling*, 221(18), 2197–2205.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.08.006>.
- Mantau, U. (2015). Wood flow analysis: Quantification of resource potentials, cascades and carbon effects. *Biomass and Bioenergy*, 79, 28–38.
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.08.013>.
- McKeever, D. B. (2002). *Domestic Market Activity in Solid Wood Products in the United States, 1950-1998* (General Technical Report N PNW-GTR-524). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 76 p.
- Neubauer-Letsch, B., Tartsch, K., Meier, S., & Zoran, K. (2015). Holzendverbrauch Schweiz 2012, mit weiteren Informationen zu Trends 2013/14. Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, Aktionsplan Holz.
- Panshin, A.J., & Zeeuw, C. D. (1964). *Textbook of Wood Technology: Structure, identification, uses, and properties of the commercial woods of the United States and Canada*. Mc Graw-Hill Book Company.
- Panshin, A.J., Zeeuw, C.D., & Brown H. P. (1964). *Textbook of Wood Technology: Volume I - Structure, Identification, Uses, and Properties of the Commercial Woods of the United States* (Second Edi). New York: Mc Graw-Hill.
- Pearson, T., Swails, E., & Brown, S. (2012). *Wood product accounting and climate change mitigation projects involving tropical timber* (Winrock International Report). International Tropical Timber Organization.
- Pingoud, K., Schlamadinger, B., Grönkvist, S., Brown, S., Cowie, A., & Marland, G. (2004). *Approaches for inclusion of harvested wood products in future GHG inventories under the UNFCCC, and their consistency with the overall UNFCCC inventory reporting framework 1. IEA Bioenergy*.
- Sathre, R., & O'Connor, J. (2010). Meta-analysis of greenhouse gas displacement factors of wood product substitution. *Environmental Science and Policy*, 13(2), 104–114.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.12.005>.
- Smith, J. E., Heath, L. S., Skog, K. E., & Birdsey, R. A. (2006). *Methods for calculating forest ecosystem and harvested carbon with standard estimates for forest types of the*

- United States* (General Technical Report NE-343). WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Newtown Square, PA, 216.
- Spelter, H., Stone, R. N., & McKeever, D. B. (1978). Wood Usage Trends in Furniture and Fixtures Industry. *Forest Service, FPL-0239*, 1–12.
- Suhendang, E. (2013). *Pengantar Ilmu Kehutanan* (II). Bogor: IPB PRESS.
- Suter, F., Steubing, B., & Hellweg, S. (2017). Life Cycle Impacts and Benefits of Wood along the Value Chain: The Case of Switzerland. *Journal of Industrial Ecology*, 21(4), 874–886. <https://doi.org/10.1111/jiec.12486>.
- Tian, M., Li, L., Wan, L., Liu, J., & de Jong, W. (2017). Forest product trade, wood consumption, and forest conservation—the case of 61 countries. *Journal of Sustainable Forestry*, 36(7), 717–728. <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1356736>.
- Turner, C. S., & Edwards, K. P. (1974). Determining Consumer Preference for Furniture Product Characteristics. *Home Economics Research Journal*, 3(1), 33–42. <https://doi.org/10.1177/1077727X7400300104>.
- Wenker, J. L., Richter, K., & Rüter, S. (2017). A Methodical Approach for Systematic Life Cycle Assessment of Wood-Based Furniture. *Journal of Industrial Ecology*, 22(4), 671–685. <https://doi.org/10.1111/jiec.12581>.