



Kajian Peningkatan Potensi Ekspor Pelet Kayu Indonesia sebagai Sumber Energi Biomassa yang Terbarukan

Study of Increasing the Export Potential of Indonesia Wood Pellets as a Source of the Renewable Biomass Energy Source

Victor Tulus Pangapoi Sidabutar*

Pusat Pendidikan dan Pelatihan Perdagangan, Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, Jl. Abdul Wahab No. 8, Cinangka, Sawangan, Depok 16516

*Email: victor.sidabutar@yahoo.com

ULASAN

Riwayat naskah:

Naskah masuk (*received*): 6 Februari 2017

Diterima (*accepted*): 19 Mei 2017

KEYWORDS

*export potential
wood pellets
renewable energy
government support
energy sources*

KATA KUNCI

potensi ekspor
pelet kayu
energi terbarukan
dukungan pemerintah
sumber energi

ABSTRACT

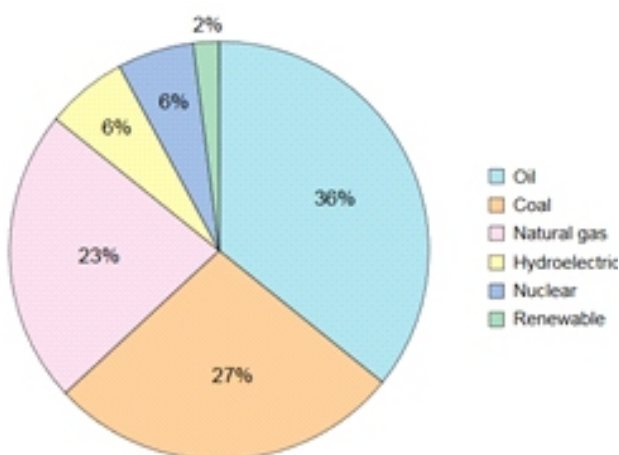
The world today is beginning to switch from using coal into renewable energy sources. One of them is wood pellets in order to reduce greenhouse gas emissions and increase the use of renewable energy substitute for fossil energy. The major manufacturer of wood pellets in the world today is the United States, while for the ASEAN region is Vietnam. In ASEAN, Indonesia's potential is not less than Vietnam. Indonesia superior in numbers of forests and agricultural crops compare to Vietnam. In addition, the existing plant biodiversity that can be used as a source of raw material for wood pellets are unique compared to other competitors. Legalization and regulation in terms of the sustainability of raw materials is a key requirement to enter the European market. The Indonesian government gave full support to the more easily permits related legalization and sustainability of wood raw material.

INTISARI

Dunia saat ini mulai beralih dari menggunakan batu bara ke sumber energi yang terbarukan. Salah satunya adalah pelet kayu demi mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan penggunaan energi terbarukan pengganti energi fosil. Produsen utama pelet kayu di dunia saat ini adalah Amerika Serikat sedangkan untuk wilayah ASEAN adalah Vietnam. Di ASEAN, potensi Indonesia tidak kalah dari Vietnam. Indonesia unggul dalam jumlah luas hutan tanam dan pertanian yang lebih luas dibandingkan Vietnam. Selain itu, keragaman hayati tumbuhan yang ada dapat dijadikan sumber bahan baku pelet kayu yang unik dibandingkan pesaing lainnya. Legalisasi dan regulasi untuk keberlangsungan bahan baku merupakan persyaratan utama untuk memasuki pasar Eropa. Pemerintah Indonesia memberikan dukungan penuh dengan semakin mudahnya perijinan terkait legalisasi dan keberlangsungan bahan baku kayu.

Pendahuluan

Diperkirakan pada tahun 2035 akan terjadi peningkatan konsumsi energi di dunia (Roos 2012). Tiga besar sumber energi global adalah minyak bumi, batubara, dan gas alam; dan tiga sumber ini memasok sekitar 86% dari kebutuhan energi dunia (Gambar 1). Dari 2% sumber energi terbarukan terdapat diantaranya hidroelektrik, geotermal, angin, tenaga surya, pasang surut dan ombak laut, dan energi biomassa. Energi biomassa merujuk pada energi yang tersimpan dalam bahan organik seperti hutan dan produk pertanian (Roos 2012). Biomassa merupakan sumber energi utama di negara berkembang yang berada dalam bentuk kayu bakar yang digunakan untuk pemanasan dan memasak. Di negara maju, energi biomassa populer digunakan sebagai sumber bahan bakar untuk pembangkit listrik. Negara-negara di Eropa sebagai pengimpor produk pelet kayu utama di dunia berdasarkan data ITA 2016, mengeluarkan kebijakan untuk menggunakan energi terbarukan yang mengarah pada penggunaan pelet kayu (Goetzl 2015).



Gambar 1. Persentase produksi energi global berdasarkan sumbernya (Roos 2012)
Figure 1. Percentage of global energy production by source (Roos 2012)

Satu keuntungan yang biomassa memiliki lebih dari sumber energi terbarukan lainnya seperti angin

dan tenaga surya adalah bahwa sumber energi ini dapat menghasilkan listrik secara terus menerus atau sesuai jadwal daripada mengandalkan kondisi dari angin atau matahari. Bahan baku utama dari biomassa untuk menghasilkan panas dan pembangkit listrik adalah biomassa dari kayu. Sumber-sumber lainnya termasuk jagung, kedelai, sisa tanaman, dan rumput. Pelet kayu adalah salah satu jenis sumber energi dari biomassa. Pembakaran pelet kayu dinilai lebih ekonomis dibandingkan batu bara (Qian 2013), termasuk dalam pembakaran bersama dengan batu bara dalam pabrik, konversi pembangkit atau pembangkit listrik berbahan biomassa.

Pelet terutama diproduksi dari limbah kayu, termasuk serbuk gergaji, serutan, dan serpihan kayu, yang merupakan produk sampingan pembuatan kayu, furnitur, dan hasil hutan lainnya. Selain itu, pelet kayu dapat ditambahkan sampah dari jerami padi, sekam, sampah daun, ranting atau bagian tanaman yang dianggap limbah. Produksi pelet kayu di Amerika Serikat menggunakan bahan baku yang diambil dari kayu yang bernilai rendah yaitu yang tidak dapat digunakan untuk produksi kayu atau kayu lapis, atau berasal dari penjarangan, residu penebangan atau kayu lainnya yang memiliki kualitas rendah dan tidak memiliki nilai di pasar (Goetzl 2015).

Situasi Produksi dan Konsumsi Pelet Kayu Dunia

Situasi produksi pelet kayu

Produksi dan perdagangan pelet kayu sebagai sumber energi terbarukan telah meningkat secara signifikan sejak tahun 2008 dan untuk wilayah Uni Eropa. Peningkatan terjadi sejak dikeluarkannya EU Emissions Trading System (EU-ETS) pada tahun 2005 yang bertujuan untuk mendorong pengurangan emisi karbon dioksida dari proses pembakaran mesin dan industri (Goetzl 2015). Permintaan pelet kayu terjadi oleh dorongan kebijakan untuk mengurangi emisi gas

rumah kaca dan meningkatkan penggunaan energi terbarukan berdasarkan Protokol Paris yang kemudian dituangkan dalam EU Directive 2003/87/EC kemudian diadopsi oleh Parlemen Eropa pada tanggal 23 April 2009 menjadi *Renewable Energy Directive* (RED). RED menetapkan target spesifik untuk melakukan pengurangan 20% emisi gas rumah kaca, penggunaan 20% dari energi terbarukan, dan 20% peningkatan dalam efisiensi energi. Dalam menerapkan RED, masing-masing negara anggota Uni Eropa memerlukan program dan rencana untuk mencapai tujuan RED secara nasional. Tujuan RED dari tiap negara anggota berbeda-beda bergantung dari kapasitas dan prospektif yang ada untuk berbagai bentuk energi terbarukan, tetapi tujuan dari rencana penggunaan biomassa dan *biofuel* adalah untuk memberikan setengah dari target Uni Eropa 20% dalam target penggunaan energi terbarukan.

Produksi dan konsumsi pelet kayu di negara-negara pengguna terjadi ketidakseimbangan. Berdasarkan data Trademap (2015a), nilai konsumsi pelet kayu (HS Code 440131) di dunia (dalam ribu USD) adalah 2.712.315 dengan selisih nilai pada neraca perdagangan ekspor terhadap impor (dalam ribu USD) adalah -235.723. Nilai minus pada neraca perdagangan menunjukkan secara global bahwa negara-negara pengguna pelet kayu masih belum bisa memenuhi permintaan dalam negeri mereka sendiri sehingga membutuhkan produk tersebut dari negara lain.

Situasi konsumsi pelet kayu

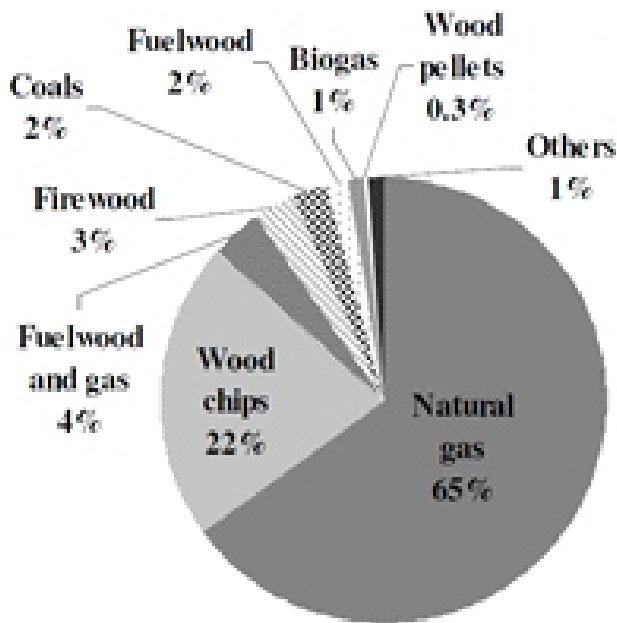
Banyak produsen listrik di Eropa telah melakukan konversi, atau sedang dalam proses konversi, dari pembangkit listrik berbahan bakar batu bara ke biomassa dalam bentuk pelet kayu untuk memenuhi target regulasi Uni Eropa dalam penggunaan 20% energi terbarukan pada tahun 2020 dan 43% lebih rendah lagi pada tahun 2030 menurut EU-ETS. Di Latvia, pembangkit penghasil panas dan *Combined Heat and Power* (CHP) saat ini hanya menggunakan 1% pelet kayu (Krievina 2016). Bahan

bakar utama yang digunakan pembangkit adalah gas alam dan serpihan kayu. Pelet kayu dapat digunakan sebagai bahan pengganti bahan bakar yang menggunakan unsur kayu (Gambar 2). Konversi tersebut didukung dengan diberikannya insentif dan bantuan pada sektor-sektor yang dianggap banyak menghasilkan gas buang (Tabel 1) seperti industri penerbangan, sektor pembangkit listrik, industri, dan sektor penghasil panas (EU-ETS Handbook). Untuk wilayah Eropa, Krievina (2016) melakukan evaluasi terhadap faktor pendorong utama pergeseran penggunaan bahan bakar ke pelet kayu yaitu harga. Analisa dilakukan dengan membandingkan harga gas alam di beberapa negara kawasan Laut Baltik yang data harganya tersedia (Gambar 3). Perbandingan data dari Krievina (2016) menunjukkan ada stimulus yang sangat tinggi untuk menggunakan pelet kayu dalam produksi energi di Denmark dimana harga gas alam sekitar dua kali lebih mahal dari pelet kayu. Dilaporkan bahwa di pasar untuk pemanasan perumahan Denmark diterapkan pajak sangat tinggi untuk bahan bakar minyak dan gas sehingga hal inilah yang mendorong penggunaan pelet kayu sebagai bahan bakar pengganti (Tabel 2). Di Austria, harga gas alam lebih tinggi 40% dibandingkan harga pelet kayu (Krievina 2016). Di Inggris Raya, mereka berkomitmen untuk memproduksi 30% dari tenaga listriknya menggunakan energi terbarukan (Stephenson 2014). Menurut perkiraan pemerintah Inggris Raya akan dibutuhkan antara 9,0 dan 16,0 juta ton biomassa padat setiap tahunnya untuk mencapai tujuan itu.

Untuk pasokan, negara-negara penghasil utama pelet kayu di Amerika Utara dan Eropa seperti Kanada, Jerman, Swedia, dan Amerika Serikat tidak dapat sepenuhnya berkonsentrasi dalam memenuhi permintaan pasar yang semakin meningkat dikarenakan mereka tetap memerlukan pelet kayu untuk konsumsi di negaranya sendiri (Roos 2012). Untuk wilayah Asia permintaan pelet kayu juga meningkat terutama untuk dua segmen pasar, yaitu untuk sektor industri energi dan untuk pemanas (Roos 2012). Konsumen terbesar di wilayah Asia adalah Tiongkok,

Korea Selatan, dan Jepang dimana negara-negara ini juga berusaha untuk meningkatkan penggunaan

sumber energi yang terbarukan dalam usaha mengurangi emisi gas buang.



Gambar 2. Struktur bahan bakar yang digunakan untuk pemanasan di Latvia 2014 (Krievina 2016)
Figure 2. Structure of fuels used in heating in Latvia 2014 (Krievina 2016)

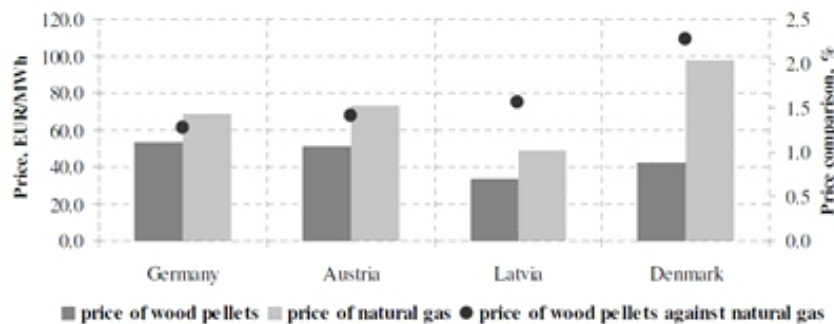
Di Korea Selatan, pertumbuhan ekonomi yang stabil didorong oleh penggunaan energi berbahan bakar fosil, telah meningkatkan emisi karbon dioksida (CO₂). Dari tahun 1990 hingga tahun 2006, buangan CO₂ Korea Selatan meningkat sekitar 97%. Hal ini sangat kontras perbedaannya dengan Jepang, yang meningkat sebesar 11% selama periode yang sama (United Nations Statistics Division 2010).

Di Tiongkok, kebijakan di bidang energi untuk mengamankan energi yang cukup untuk pertumbuhan ekonomi merupakan awal dimulainya penggunaan energi terbarukan (Schuman 2012). Meskipun Tiongkok menghindari untuk berkomitmen dalam pengurangan emisi wajib, namun mereka melakukan investasi besar-besaran dalam energi terbarukan. Dasar untuk kebijakan energi terbarukan Tiongkok adalah dengan dikeluarkannya Hukum Energi Terbarukan yang diberlakukan pada 1 Januari 2006.

Tabel 1. Alokasi bantuan berdasarkan sektor
Table 1. Allocation share based on sector

Pembagian pembebasan alokasi dihitung berdasarkan tolak ukur per sektor	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Pembangkit Listrik	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sektor industri	80%	72,9%	65,7%	58,6%	51,4%	44,2%	37,1%	30%
Sektor industri yang dianggap terkena kebocoran karbon	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Sumber/source: EU-ETS Handbook (2017)



Gambar 3. Kelebihan harga pelet kayu terhadap gas alam di negara-negara Uni Eropa yang dipilih pada 2014 (Krievina 2016)
Figure 3. Price advantage of wood pellets against natural gas in selected EU countries in 2014 (Krievina 2016)

Tabel 2. Dekomposisi dari harga akhir gas alam di beberapa negara Uni Eropa tahun 2014
Table 2. Decomposition of the end-price of natural gas in selected EU countries in 2014

Indikator	Latvia	Lithuania	Estonia	Denmark	Swedia	EU-28
Harga (tidak termasuk pajak dan pungutan)	79%	83%	79%	39%	55%	77%
Pajak dan pungutan	21%	17%	21%	61%	45%	23%
Harga (termasuk pajak dan pungutan)	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Sumber/source : Krievina (2016)

Undang-undang ini mengamanatkan bahwa perusahaan jaringan listrik membeli semua energi terbarukan yang dapat dipasok ke jaringan mereka. Amandemen undang-undang ini diberlakukan pada tanggal 1 April 2010, yang meningkatkan penekanan klausul pembelian wajib dan meningkatkan dukungan untuk pembelian energi terbarukan (Schuman 2012).

Analisis Keunggulan

Analisis keunggulan yang digunakan didasari teori *Porter's Diamond* (Porter 1990) yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa faktor penentu peluang ekspor pelet kayu Indonesia (Gambar 4) dan dukungan pemerintah untuk peningkatan ekspor didasarkan pada 4 hal, yaitu:

a. Kondisi permintaan

- Meningkatnya permintaan pelet kayu di negara Eropa dan sebagian wilayah di Asia

- Adanya kebijakan pengurangan emisi gas rumah kaca dan penggunaan energi terbarukan berdasarkan Protokol Paris.

b. Faktor kondisi

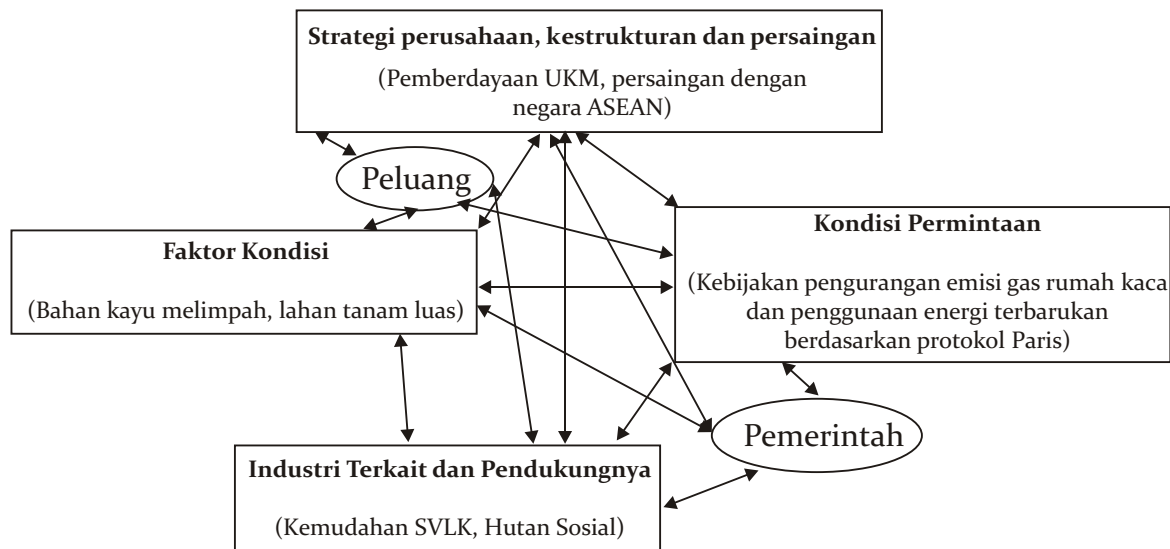
- Melimpahnya bahan baku kayu non ekonomis di Indonesia
- Lahan tanam yang luas di Indonesia

c. Industri terkait dan pendukungnya

- Kemudahan dalam pengurusan SVLK
- Pengelolaan hutan sosial oleh masyarakat

d. Strategi perusahaan, kestrukturannya, dan persaingannya

- Persaingan pasar dengan negara dari ASEAN
- Pemberdayaan usaha kecil dan menengah untuk ekspor pelet kayu



Gambar 4. Analisis keunggulan produk pelet kayu Indonesia
Figure 4. Analysis of the excellence of Indonesian wood pellet products

Analisa penurunan ekspor batu bara dan peningkatan ekspor pelet kayu dari Indonesia ke pasar dunia

Ekspor batu bara Indonesia (HS Code 2701) terus mengalami penurunan sejak tahun 2012 hingga 2015 berdasarkan data dari Trademap (Tabel 3). Hal ini disebabkan mulai beralihnya negara pengimpor batu bara dari Indonesia ke pelet kayu yang dinilai lebih ramah lingkungan dan terbarukan dan juga karena adanya dorongan untuk pemenuhan target emisi karbon buangan (Roos 2012). Hal ini terlihat dengan meningkatnya impor pelet kayu (HS 440131) ke dunia (dalam ribu) USD 2.705.544, terjadi peningkatan 16% dari tahun 2011-2015 berdasarkan data Trademap (2016). Seiring dengan penurunan ekspor batu bara, terjadi peningkatan ekspor pelet kayu dari Indonesia ke negara-negara yang awalnya mengimpor batu bara Indonesia. Sebagai contoh, negara Republik Korea, sebagai negara pengimpor utama produk dengan HS Code 270111 dari Indonesia (Tabel 4) terjadi peningkatan ditahun 2014 seiring dengan menurunnya ekspor batu bara Indonesia dalam kurun waktu tahun 2012 hingga 2015. Ekspor pelet kayu Indonesia ke dunia (dalam ribu) USD 5.225 terjadi peningkatan pertahunnya 165% dari sejak tahun 2011 hingga 2015, sedangkan bagian dalam ekspor dunia sekitar 0,2% (Tabel 4).

Analisa persaingan pasar pelet kayu

Potensi perdagangan pelet kayu ke dunia memiliki potensi yang sangat besar. Lima negara importir terbesar di dunia adalah Inggris Raya, Denmark, Italia, Republik Korea, dan Belgia. Sisanya berasal dari negara Uni Eropa dan Amerika Serikat (Tabel 5).

Berdasarkan data perdagangan tahun 2015, Amerika Serikat merupakan pengekspor terbesar produk ini di dunia, diikuti oleh Latvia, Kanada, Jerman, dan Estonia (Tabel 6). Padahal sebelumnya, di tahun 2008 berdasarkan data dari EIA (2014), 80% dari produksi pelet kayu Amerika Serikat digunakan untuk pasar domestik. Akan tetapi dengan meningkatnya permintaan pasar Eropa, maka terjadi peningkatan produksi pelet kayu untuk memenuhi kebutuhan ini. Amerika Serikat, berdasarkan data EIA (2016) pada Gambar 5, selama paruh pertama tahun 2016, sekitar 82% dari penjualan pelet kayunya adalah untuk pasar ekspor dan merupakan pelet khusus, dimana lebih dari 85% dijual ke pembangkit listrik Drax Britania Raya sebagai bahan baku pembangkit sedangkan sisanya 18% dari pelet khusus tersebut digunakan untuk dalam negeri mereka.

Pasar impor pelet kayu Amerika Serikat berdasarkan data Trademap (2015a) adalah Inggris Raya, Belgia, Belanda, Kanada, dan Korea Selatan. Ke

Tabel 3. Ekspor produk batu bara Indonesia (HS Code 2701) ke dunia
Table 3. Export of Indonesian coal products (HS Code 2701) to the world

Kode Produk	Deskripsi	Ekspor Indonesia ke dunia (USD)				
		2011	2012	2013	2014	2015
270111	Antrasit	14.418	29.055	12.204	3.870	0
270119	Batu Bara lainnya	10.270.963	11.013.720	10.441.093	9.289.576	7.462.351
270120	Briket, ovoid dan bahan bakar padat semacam itu dibuat dari batu bara	11.968	5.002	13.535	53	0
270112	Bituminous coal	15.225.804	13.245.403	12.306.410	9.404.300	7.200.055

Sumber/source : Trademap (2016)

Tabel 4. Daftar pasar pengimpor produk HS Code 440131 dari Indonesia
Table 4. List of importers of HS Code 440131 product from Indonesia

Negara pengimpor	Indikator Perdagangan							
	Nilai ekspor tahun 2015 (dalam ribu USD)	Neraca perdagangan 2015 (dalam ribu USD)	Bagian dalam ekspor Indonesia (%)	Kuantitas ekspor di 2015 (ton)	Pertumbuhan nilai ekspor antara 2011-2015 (% p.a.)	Pertumbuhan nilai ekspor antara 2014-2015 (% p.a.)	Pembagian pada negara mitra di Impor dunia (%)	Total pertumbuhan nilai impor di negara mitra antara 2011-2015 (% p.a.)
Ekspor Indonesia ke Dunia	5.225	5.196	100	64.458	165	-46	100	16
Republik Korea	4.829	4.829	92,4	57.219	224	-47	6,5	124
China Taipei	350	350	6,7	6.815	162	-41	0,08	-9
Jepang	31	26	0,6	226	159	-46	1,7	29
Tiongkok	8	8	0,2	154	38	-47	0	
Turki	4	4	0,1	25			0	-6
Inggris Raya	1	1	0	0	N/A	N/A	43,8	58
Italia	1	1	0	15	N/A	N/A	12,1	8

Sumber/source : Trademap (2016)

Tabel 5. Statistik global impor komoditi 440131 (pelet kayu)
Table 5. Global import statistics for 440131 commodity (wood pellets)

Negara	Kuantitas impor (kg)
Inggris Raya	6.518.880.000
Denmark	2.076.428.000
Italia	1.640.239.000
Korea Selatan	1.470.684.019
Belgia	988.652.000
Jerman	434.672.000
Austria	367.843.000
Sweden	354.942.000
Japan	232.425.000
Amerika Serikat	207.171.527
Slovenia	160.359.000
Belanda	140.171.000
Prancis	136.793.000
Latvia	129.206.000
Swiss	85.210.889

Sumber/source : ITA (2016)

depannya, Internal Trade Administration (ITA) Amerika Serikat pada laporan pasarnya di tahun 2016

menargetkan mulai membidik pasar Asia seperti Jepang dan Korea Selatan guna meningkatkan pasarnya di tahun 2017 akibat perkiraan akan stagnannya pasar Inggris Raya akibat keengganan mereka mengadopsi keseluruhan kebijakan Uni Eropa mengenai sertifikasi keberlangsungan untuk pelet kayu hingga 2020.

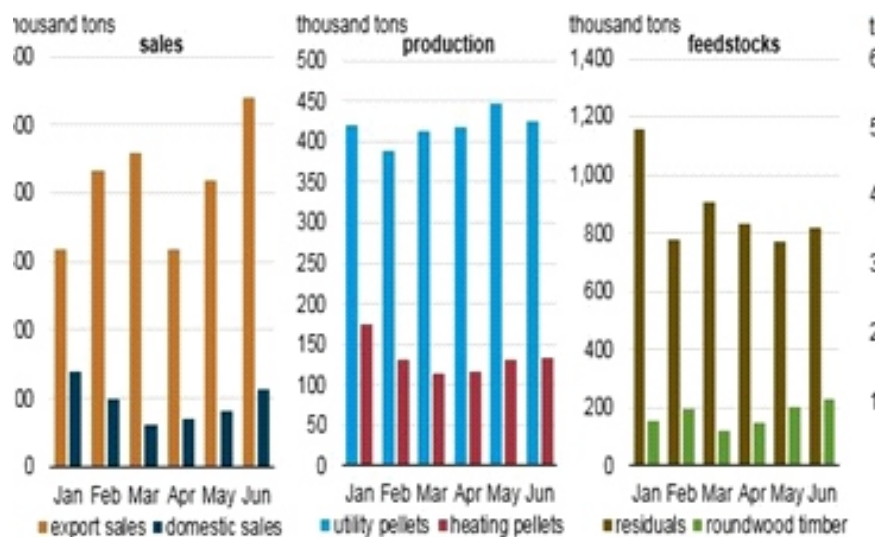
Negara di Asia yang merupakan pengeksport terbesar ke dunia adalah Vietnam, Malaysia, Tiongkok, dan Thailand (ITA 2016). Khusus untuk Vietnam, berdasarkan data dari Trademap (2016) terjadi peningkatan 143% pertahunnya antara 2011 – 2015 dan memiliki 4,8% pangsa pasar di dunia. Pasar impor terbesar pelet kayu di wilayah Asia berdasarkan ITA (2016) adalah Jepang dan Korea Selatan (Gambar 6), dengan pengeksport utamanya adalah Kanada dan Tiongkok untuk negara Jepang.

Untuk pasar Korea Selatan sendiri pemasok utamanya adalah Vietnam. Untuk produsen wilayah ASEAN, baik Indonesia dan Vietnam, berdasarkan data dari Trademap (2016), memiliki pembeli utama yang sama yaitu dari Republik Korea dengan nilai impor total (dalam ribu) USD 176.963 dari seluruh pemasok di dunia, sedangkan dari Vietnam senilai

Tabel 6. Daftar negara pengeksport produk HS Code 440131
Table 6. List of exporting countries for HS Code Products 440131

Negara Pengeksport	Nilai ekspor tahun 2015 (dalam ribu USD)	Neraca perdagangan 2015 (dalam ribu USD)	Kuantitas ekspor di 2015 (ton)	Indikator Perdagangan				Bagian dalam ekspor dunia (%)
				Nilai unit (USD/unit)	Pertumbuhan pertahun antara 2011-2015 (%)	Pertumbuhan kuantitas pertahun antara 2011-2015 (%)	Pertumbuhan nilai pertahun antara 2014-2015 (%)	
Total	2.476.592	-235.723	15.746.763	157	15	13	-6	100
Amerika Serikat	682.791	637.009	4.575.696	149	62	85	31	27,6
Latvia	233.276	218.721	1.605.847	145	19	19	4	9,4
Kanada	222.796	212.132	1.627.784	137	0	6	-11	9
Jerman	149.823	73.891	688.285	218	-4	-10	-26	6
Estonia	137.318	134.193	883.390	155	21	21	10	5,5
Austria	123.746	56.890	559.126	221	-1	0	-15	5
Viet Nam	103.432	103.310	553.452	187	188	145	-14	4,2
Finland	7.577	-480	59.804	127	-21	-26	-21	0,3
Norway	6.587	699	13.359	493	4	-37	57	0,3
Indonesia	5.225	5.196	64.458	81	165	202	-46	0,2
Brazil	4.361	4.337	24.368	179	663	825	210	0,2
Thailand	2.722	2.272	25.429	107	234	363	-83	0,1

Sumber/source: Trademap (2016)



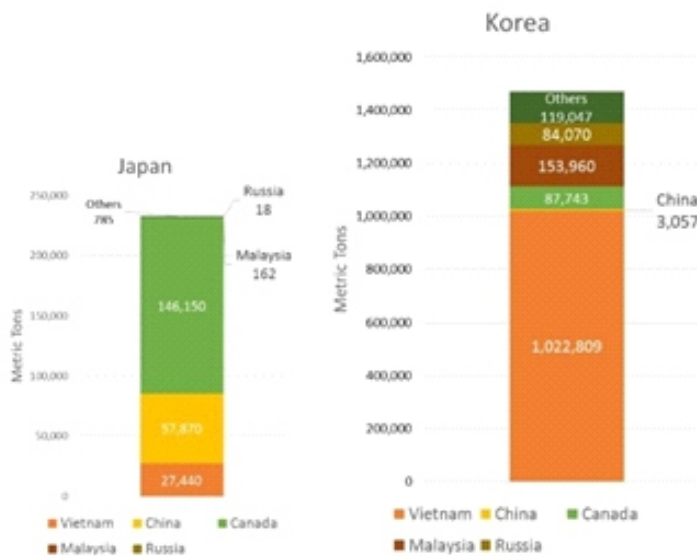
Sumber/source : EIA (2016)

Gambar 5. Penjualan, produksi dan bahan baku dari bahan bakar biomassa yang dipadatkan (periode Januari – Juni 2016)

Figure 5. Sales, production and raw materials from compacted biomass fuel (period from January to June 2016)

(dalam ribu) USD 114.900 (menguasai 64,9% pasokan di Republik Korea). Indonesia sendiri hanya (dalam

ribu) USD 7.126 (menguasai 4% pasokan di Republik Korea).

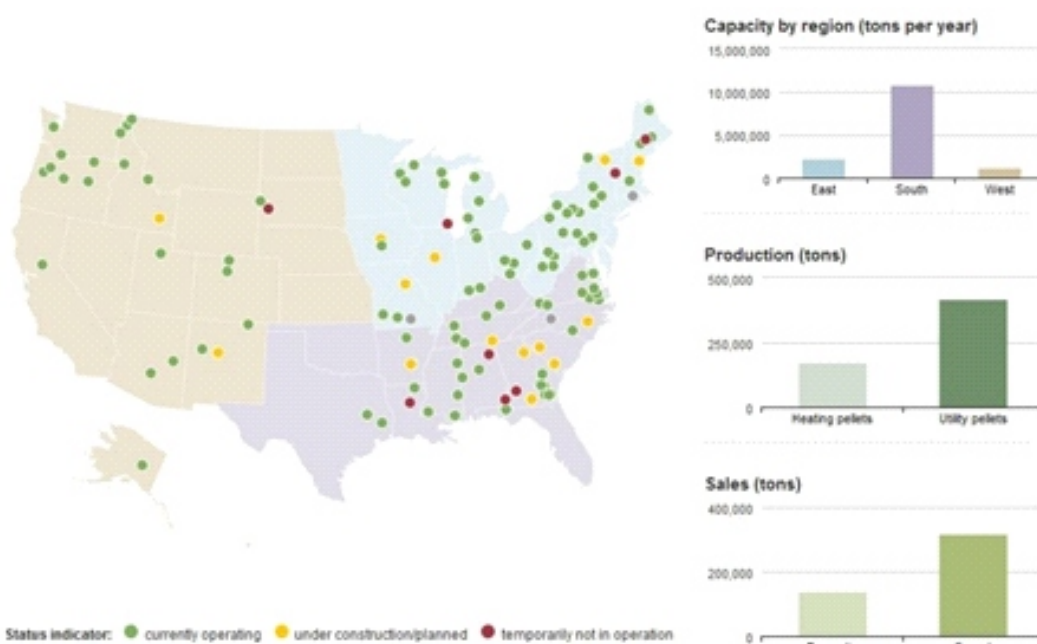


Gambar 6. Sumber impor pelet kayu Jepang dan Korea Selatan, 2015 (ITA 2016)
 Figure 6. Imported wood pellets by source for Japan and Korea, 2015 (ITA 2016)

Manajemen logistik dalam persaingan harga pelet kayu

Khusus untuk pelet kayu, Goh (2013) menyatakan berdasarkan hasil penelitiannya bahwa biaya pengiriman melalui laut bersifat tidak tetap (*volatile*). Biaya pengiriman sebagian besar terdiri dari dua faktor, *daily charter* (sewa per hari) dan *bunker cost* (bahan bakar yang dikonsumsi selama perjalanan). Keduanya sangat fluktuatif. Biaya pengiriman

biomassa umumnya berasal murni dari pengiriman. Oleh karenanya, untuk mendapatkan pelet kayu dengan harga dan kualitas yang sesuai dengan standar Uni Eropa, berdasarkan data Qian (2013), negara-negara Eropa banyak mengambil pelet kayu dari wilayah Amerika Utara atau wilayah Eropa dengan tujuan untuk mengurangi waktu dan biaya pengiriman (Goh 2013). Untuk mengatasi permasalahan transportasi dan logistik dalam



Gambar 7. Fasilitas manufaktur dengan kapasitas dan status, Januari 2016 (EIA 2016)
 Figure 7. The manufacturing facility with the capacity and status, January 2016 (EIA 2016)

memenuhi target ekspor pelet kayunya di tahun 2017, berdasarkan data EIA (2016), Amerika Serikat meningkatkan produksinya dengan membangun 14 fasilitas produksi baru (Gambar 7) yang diharapkan dapat memenuhi peningkatan permintaan pasar Eropa.

Tantangan regulasi keberlanjutan terhadap bahan baku kayu

Terkait regulasi kayu, Uni Eropa juga mengeluarkan aturan mengenai regulasi keberlanjutan dari bahan baku guna mencegah kerusakan lingkungan akibat eksplorasi hutan untuk mendapatkan bahan baku pelet kayu dalam Regulasi Uni Eropa No. 995/2010 yang kemudian dijabarkan dalam Regulasi Uni Eropa No. 607/2012. *Department of Energy and Climate Change* (DECC) (2014) mengeluarkan regulasi keberlanjutan yang disebut sebagai '*Timber Standard*' yang nantinya akan diperlukan untuk menerima dukungan dana untuk proyek-proyek energi pelet kayu di bawah skema dukungan keuangan pemerintah Inggris Raya untuk energi. '*Timber Standard*' sesuai dengan pedoman yang diusulkan Komisi Eropa dalam regulasi *Europe Union Timber Regulation* (EUTR) yang mengamanatkan baik dari bahan baku, pemasok, operator, penjual hingga produk akhir harus memenuhi persyaratan dari kebijakan pengadaan kayu di wilayah Uni Eropa (Inggris Raya meskipun bukan bagian dari Uni Eropa, masih mengadopsi aturan Uni Eropa selama masa peralihan). Di Inggris Raya sebagaimana diatur oleh *Central Point of Expertise on Timber* di Inggris Raya atau yang dikenal sebagai CPET. CPET membutuhkan bukti sumber yang legal dan terjaga kelestariannya dalam bentuk sertifikasi yang disetujui oleh skema sertifikasi hutan (termasuk FSC, PEFC, dan SFI) atau dengan bukti yang memenuhi kriteria ketat lainnya (yang disebut bukti Kategori B). Pada Kategori B, pemasok memverifikasi keberlanjutan pelet kayu dengan mengikuti *The Risk-Based Assessment Regional*: Sebuah pendekatan dengan *checklist* (Goetzl 2015). Pada *checklist* menyajikan banyak

undang-undang kayu utama Inggris Raya dan diberikan contoh-contoh bukti untuk dapat memenuhi persyaratan tertentu. *Checklist* disusun menjadi tiga bagian, masing-masing meneliti aspek yang berbeda dari proses produksi. Misalnya, *checklist* menganalisa sistem dan praktek-praktek yang dilakukan pada pengelolaan hutan untuk meminimal-kan konsekuensi bahaya pada hutan sumber. *Checklist* juga terkait mengenai praktek-praktek kerja yang dilakukan pada setiap tingkat produksi. Pelet kayu termasuk dalam produk yang diatur berdasarkan Annex dari Regulasi Uni Eropa No. 995/2010.

Persyaratan keberlanjutan dari Inggris Raya menjadi masalah bagi industri pelet kayu Amerika Serikat karena sebagian kayu yang dipasok ke produsen pelet kayu berasal dari hutan milik keluarga yang biasanya tidak bersertifikat ke salah satu skema keberterimaan dan mungkin juga tidak memenuhi persyaratan di Kategori B (Goetzl 2015). Hutan dari negara pemasok lainnya seperti Kanada, kebanyakan adalah milik pemerintah, yang memudahkan ketelusurannya dibandingkan sumber kayu dari Amerika Serikat. Di Vietnam, legalitas kayu juga menjadi masalah terbesar sehingga untuk memenuhi standar ekspor terutama ke Uni Eropa, Vietnam mengandalkan sumber kayu impor yang telah tersertifikasi (Intracen2016). Dalam hal legalitas kayu, di Indonesia terdapat tantangan yang cukup besar dalam mendorong penerapan SVLK bagi usaha kecil dan menengah (UKM). Berdasarkan data dari CIFOR, tantangan terbesar adalah besarnya jumlah perusahaan skala kecil, kira-kira lebih dari 700.000 perusahaan sejenis di Indonesia yang mempekerjakan hingga 1,5 juta orang. Tantangan mendasar lainnya dengan adopsi SVLK bagi UKM adalah banyak dari perusahaan yang tidak memenuhi persyaratan dasar legalitas bisnis. Selain itu, lambatnya proses verifikasi legalitas juga disebabkan karena biaya sertifikasi yang tinggi, ketidakcocokan antara persyaratan SVLK dengan strategi penghidupan petani hutan rakyat; terbatasnya pemahaman di kalangan usaha per kayu skala kecil mengenai kebutuhan dan

manfaat SVLK, dan terbatasnya kapasitas lembaga verifikasi untuk melaksanakan verifikasi SVLK.

Analisa Potensi Indonesia dalam Pengembangan Pelet Kayu

Pesaing utama Indonesia di ASEAN untuk pasar pelet kayu Korea Selatan adalah Vietnam (Gambar 6). Berdasarkan data kinerja daya saing ekspor pelet kayu ke Korea Selatan di 2015 (Tabel 7), Indonesia kalah bersaing dari Vietnam dimana Vietnam menguasai 64,9% pasar dan Indonesia hanya 4%. Dari segi harga terlihat harga yang ditawarkan Vietnam (USD 112/ton) lebih menarik bagi Korea dibandingkan Indonesia (USD 119/ton). Negara pesaing lain seperti Malaysia (USD 122 per ton, nilai penjualan USD 18.762 (dalam ribu), menguasai pasar 10,6%, Canada (USD 183 per ton, nilai penjualan USD 16.019 (dalam ribu), menguasai pasar 9,1%, dan Rusia (USD 134 per ton, nilai penjualan USD 11.296 (dalam ribu), menguasai pasar 6,4%).

Selain harga, terdapat 3 faktor untuk bisa berkompetisi dalam produksi pelet kayu, yaitu logistik, pasokan kayu, dan pengalaman (Gammell 2015). Jika dilihat dari segi pengalaman, Indonesia sudah memulai ekspor pelet kayu ke Korea sejak tahun 1988 berdasarkan laporan ITPC Busan (2014) dengan jumlah bervariasi. Jumlah terbesar dicapai

pada tahun 2007 (Gambar 8) dengan jumlah produk sebesar 100.832 ton dengan nilai USD 8.241.000.

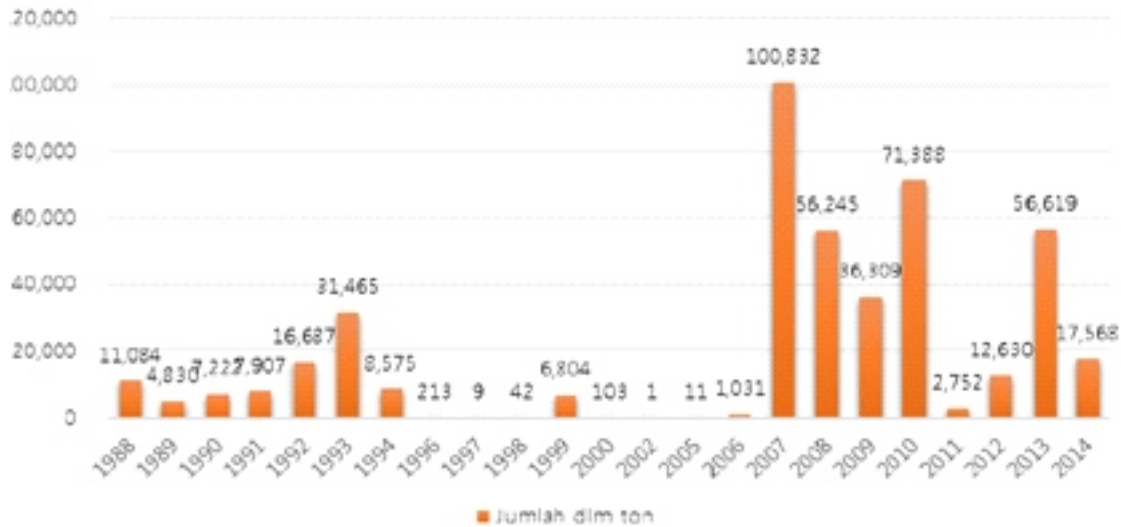
Ekspor Indonesia sempat berkurang drastis antara tahun 1996 hingga 2006 (Gambar 8). Hal ini disebabkan tidak mampunya Indonesia memenuhi kualitas kayu pelet yang cukup ketat yang diterapkan Korea Selatan. Berdasarkan laporan ITPC Busan (2014), selain hambatan standar mutu pelet kayu, hambatan lain untuk masuk ke pasar Korea Selatan adalah jarak antara Indonesia dan Korea Selatan terpaut cukup jauh (4.306 km, Trademap (2016)) sehingga biaya logistik yang dikeluarkan lebih mahal dibanding negara-negara pesaing seperti Tiongkok. Jika dilihat dari pasokan kayu, Indonesia, menurut Goh (2013), merupakan negara di Asia dengan sumber bahan baku melimpah untuk produksi pelet kayu terutama untuk pelet kayu yang menggunakan bahan baku dari residu minyak sawit dan tumbuhan lainnya (Tabel 8). Untuk pasokan kayu, jika dilihat dari luas lahan, luas lahan tanaman Indonesia lebih luas dibandingkan Vietnam (Gambar 9 dan 10), seharusnya pasokan untuk produksi pelet kayu di Indonesia dapat lebih besar dibandingkan Vietnam.

Hal ini terlihat dari perbandingan luas lahan tanaman permanen dan lahan pertanian yang dapat menjadi sumber bahan baku pelet kayu di Indonesia dengan Vietnam berdasarkan persentase luas

Tabel 7. Kinerja daya saing ekspor pelet kayu ke Korea Selatan di 2015
Table 7. Performance wood pellet export competitiveness to South Korea in 2015

Negara Pengekspor	Indikator Perdagangan								
	Nilai impor tahun 2015 (dalam ribu USD)	Neraca perdagangan 2015 (dalam ribu USD)	Bagian dalam impor Korea Selatan (%)	Kuantitas impor di 2015 (ton)	Nilai unit (USD/unit)	Pertumbuhan nilai impor antara 2011-2015 (% p.a.)	Pertumbuhan kuantitas impor antara 2011-2015 (% p.a.)	Pertumbuhan nilai impor antara 2014-2015 (% p.a.)	Total pertumbuhan nilai ekspor negara mitra antara 2011-2015 (% p.a.)
Total	176.963	-176.748	100	1.470.684	120	124	120	-45	15
Viet Nam	114.900	-114.685	64,9	1.022.809	112	139	133	-7	188
Malaysia	18.762	-18.762	10,6	153.959	122	111	110	-31	39
Kanada	16.019	-16.019	9,1	87.743	183	249	263	-76	0
Rusia	11.296	-11.296	6,4	84.070	134	103	97	97	4
Indonesia	7.766	-7.766	2,7	65.686	118	138	124	-30	13

Sumber/source : Trademap (2015b)



Gambar 8. Jumlah impor pelet kayu Indonesia ke Korea Selatan dari 1988 hingga 2014 (ITPC Busan 2014)
Figure 8. The number of imported wood pellets Indonesia to South Korea from 1988 to 2014 (ITPC Busan 2014)

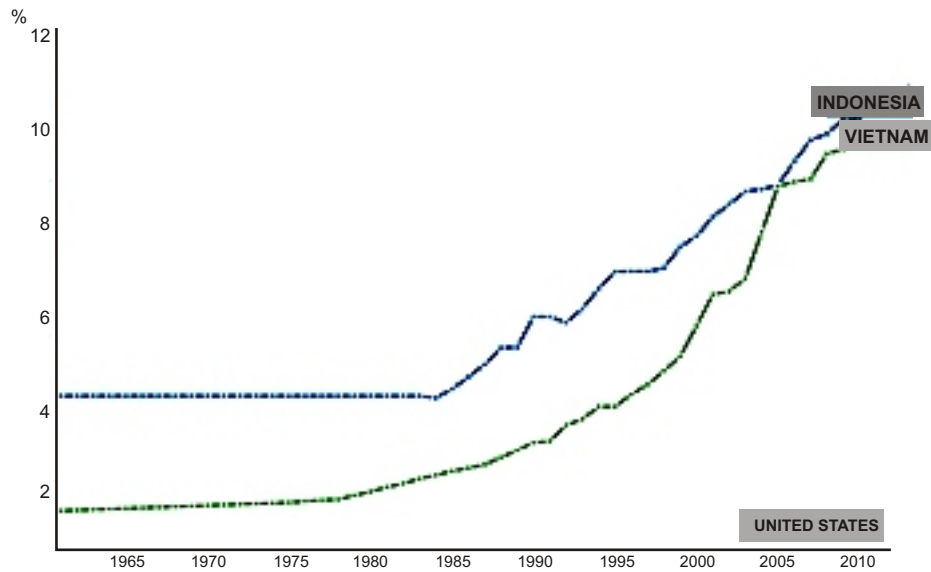
Tabel 8. Potensi bahan baku dari sisa tanaman di negara Asia
Table 8. Residual potential Asian countries

	Indonesia	Malaysia	Filipina	Thailand
Bahan bakar kayu dari tanah hutan	2.359	320	119	137
Bahan bakar kayu dari pertanian	1.272	336	558	467
Bahan bakar kayu dari kayu lainnya	61	-	-	284
Limbah kayu dari sisa pembukaan hutan	2.232	811	361	-
Total bahan bakar kayu	5.924	1.467	1.068	888
50% dari sisa tanaman	457	49	198	317
Total potensial	6.381	1.516	1.266	1.205

Sumber/source: Goh (2013)

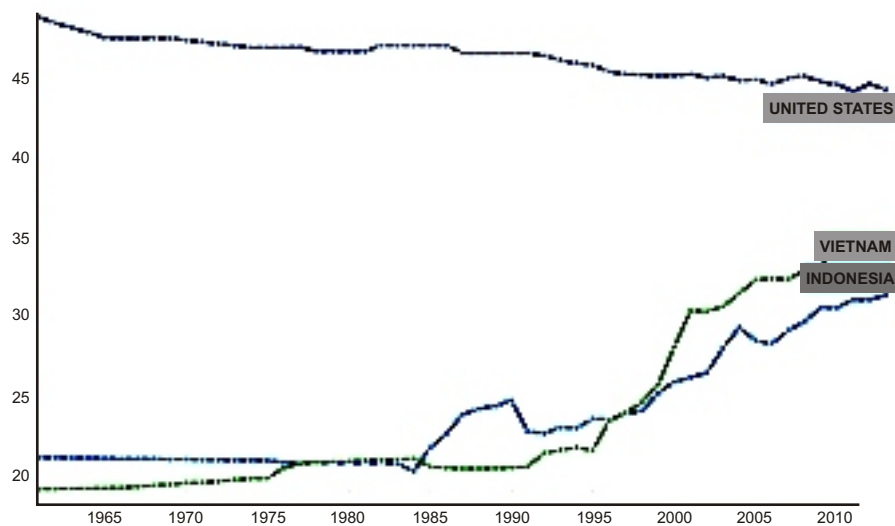
daerahnya yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Kayu yang berasal dari lahan tanaman atau lahan pertanian yang telah dipanen atau kayu yang berasal dari pembukaan lahan yang selama ini dianggap limbah dapat digunakan sebagai bahan baku sehingga dapat menghasilkan nilai tambah dibandingkan kayu tersebut dibakar atau dibuang. Untuk sumber bahan baku yang berasal dari hutan, sumber utama bahan baku pelet kayu Amerika Serikat berasal dari hutan (Goetzl 2015). Jika kita lihat perbandingan hutan di Indonesia dengan Vietnam dan Amerika Serikat (Gambar 11), terlihat Amerika Serikat dapat menguasai pasar pelet kayu dunia dikarenakan dukungan luas hutannya yang lebih besar dibandingkan Indonesia dan Vietnam. Hutan

Indonesia dibandingkan Vietnam, berdasarkan data Worldbank, lebih besar (berdasarkan data tahun 2015 (dalam km², Indonesia = 910.100; Vietnam = 147.730; AS = 3.100.950). Harusnya dengan kondisi alam Indonesia yang lebih luas dan kaya akan sumber bahan baku dapat meningkatkan posisi saing Indonesia dalam ekspor pelet kayu, terutama dalam persaingan di harga dan ketersediaan produk. Dengan semakin meningkatnya jumlah bahan baku maka permasalahan dalam menentukan harga hanyalah dari biaya logistik dan Indonesia bisa menjamin negara pengimpor terutama mereka yang menggunakan pelet kayu untuk bahan bakar pembangkit listrik untuk mengambil produk dari



Gambar 9. Perbandingan luas lahan tanaman (persen luas area) Indonesia dibandingkan Vietnam dan Amerika Serikat (Worldbank 2016).

Figure 9. Comparison of plant area (percent area) of Indonesia compared to Vietnam and USA (Worldbank 2016).



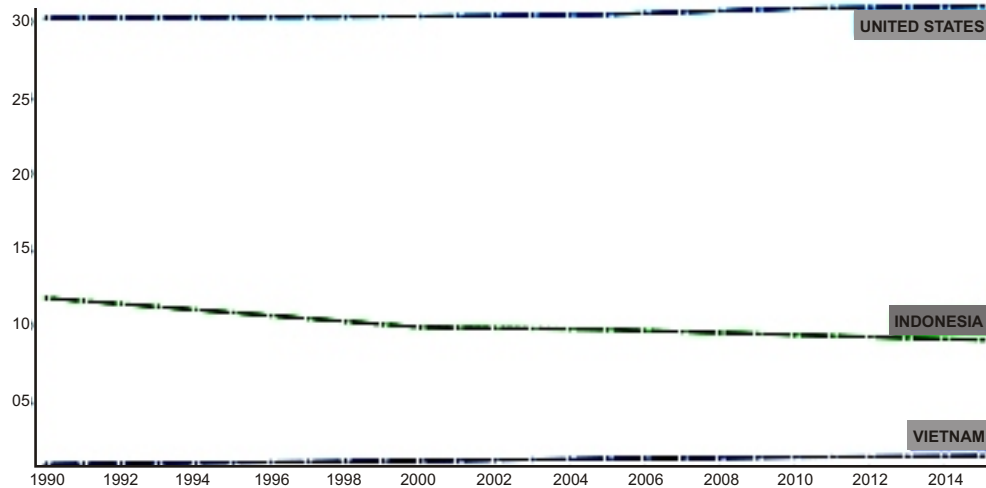
Gambar 10. Perbandingan luas lahan pertanian (persen luas area) Indonesia dibandingkan Vietnam dan Amerika Serikat (Worldbank 2016).

Figure 10. Comparison of area of agriculture (percent area) of Indonesia compared to Vietnam and USA (Worldbank 2016).

Indonesia karena ada jaminan ketersediaan bahan baku terus menerus.

Terkait sertifikasi keberlangsungan bahan baku, pemerintah Indonesia memberi dukungan untuk pengelolaan hutan oleh masyarakat dengan memberikan kemudahan dalam legalitas bahan baku kayu dengan dikeluarkannya Permen LHK No. P.83/MENHLK/SETJEN/ KUM.10/2016 tentang

Perhutanan Sosial. Program Perhutanan Sosial sendiri bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui pola pemberdayaan dan dengan tetap berpedoman pada aspek kelestarian. Program Perhutanan Sosial akan membuka kesempatan bagi masyarakat di sekitar hutan untuk mengajukan hak pengelolaan area hutan kepada pemerintah. Setelah disetujui maka masyarakat dapat mengolah dan



Gambar 11. Perbandingan luas wilayah hutan (km persegi) Indonesia dibandingkan Vietnam dan Amerika Serikat
Figure 11. Comparison of area of forest (km square) Indonesia compared to Vietnam and United States

mengambil manfaat dari hutan dengan cara-cara yang ramah lingkungan.

Indonesia memiliki varian tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pelet kayu. Bahan baku pelet kayu dari daerah Amerika Selatan dan Kanada kebanyakan berasal dari kayu keras, seperti pinus, baik yang berupa kayu utuh, sisa potongan, debu sisa gergaji hingga berbentuk serpihan kecil sisa dari pengolahan kayu (Gammell 2015). Menurut hasil analisa Gravalos (2010), biomassa yang berasal dari tanaman dan hasil pertanian serta tanaman hijau memiliki nilai kalori yang tinggi saat diuji sebagai bahan bakar dengan menggunakan *Oxygen Bomb Calorimeter* dengan model C5000 Adiabatic

Calorimeter, IKA®-Werke, Staufen, buatan Jerman (Tabel 9). Tanaman yang diuji adalah:

- Batang dari tanaman perkebunan yaitu kapas dan *cardoon*;
- Tumbuhan untuk pakan ternak yaitu *Typha Angustifolia* (lembang atau embet, sejenis tumbuhan serupa rumput besar yang menghuni rawa-rawa, terutama dekat pantai namun juga di pegunungan) dan *Phragmites australis* (prumpung atau perumpung, sejenis rumput besar dan menahun yang sering ditemukan tumbuh di tepi air, tanah-tanah yang becek atau di tempat lembab ini menyebar di seluruh wilayah tropis); dan
- residu hutan yaitu tumbuhan poplar, pinus, cemara, dan beech.

Tabel 9. Hasil analisis pelet dari sumber tanaman pertanian, pakan ternak, dan residu hutan
Table 9. Results analysis of pellets from agricultural crop, forage, and forest residues

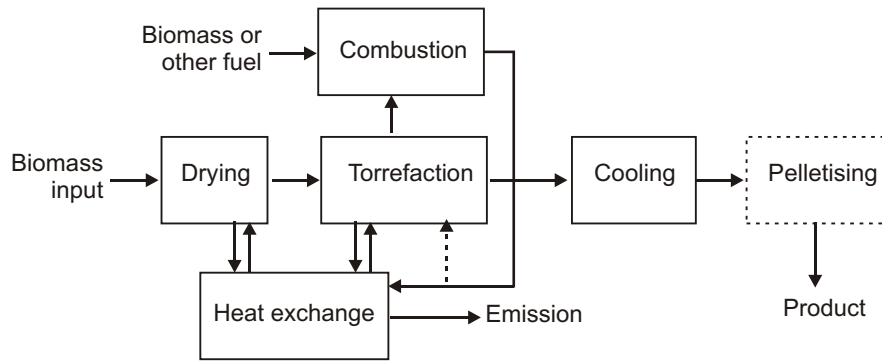
Pelet	Diameter	Panjang	Nilai kalori bersih	Kandungan debu
	mm	mm	kJ/g	%
Kapas	6,20	21,75	16,988	3,49
Cardoon	6,20	21,76	14,590	8,33
<i>Phragmites australis</i>	6,20	21,76	16,471	7,46
<i>Typha angustifolia</i>	6,20	21,75	16,584	6,78
Poplar	6,20	21,75	17,814	0,79
Beech	6,20	21,75	18,050	0,77
Pine	6,20	21,75	18,754	0,64
Fir+Pine (50%+50%)	6,20	21,75	18,367	0,71

Sumber/source : Gravalos (2010)

Permasalahan saat pengiriman adalah meningkatnya kadar air dari pelet kayu karena pelet kayu bersifat higroskopis dan rentan terhadap air (dikarenakan berasal dari kayu) serta rentan terdegradasi secara biologis menurut Nunes (2014). Untuk mengurangi kadar debu yang dihasilkan dari pelet kayu, Koppejan (2012) menemukan bahwa proses dikeringkan hingga kering (*torrefy*) dengan melakukan integrasi proses pemanasan (Gambar 12). Keuntungan dari proses ini adalah dihasilkan pelet dengan karakteristik bahan bakar lebih baik dibandingkan pelet kayu dan mendekati karakteristik arang dan batu bara (Tabel 10). Dengan melakukan *torrefaction* pada pelet kayu, diharapkan untuk adanya peningkatan ketahanan dan kemudahan pelet

saat dikirim. Dari segi perizinan, pelet yang telah di-*torrefy* dianggap bahan tidak berbahaya (*non-hazardous good*) tetapi untuk pengiriman masih diperlukan registrasi REACH (Registration, Evaluation, Authorization & restriction of Chemicals)(Goh 2013).

Terkait regulasi ekspor pelet kayu dari Indonesia, kemudahan telah diberikan dengan adanya dukungan pemerintah terkait legalitas dan dipermudahnya ketersediaan bahan baku dengan adanya aturan perhutanan sosial. Selain itu, mengenai tarif yang diterapkan negara pengimpor produk pelet kayu dari Indonesia, pasar impor utama pelet kayu seperti Korea Selatan, Jepang, dan Uni Eropa menerapkan



Gambar 12. Sekilas mengenai proses integrasi panas (Koppejan 2012)
 Figure 12. Overview of heat integration options (Koppejan 2012)

Tabel 10. Varian dalam bahan bakar biomasa yang cocok dalam pembakaran pembangkit
 Table 10. Variety in fuels suitable for biomass co-firing

Parameter	Kayu	Pelet kayu	Pelet <i>torrefy</i>	Arang	Batu bara
Kadar air (% wt)	30 - 45	7 - 10	1 - 5	1 - 5	10 - 15
Nilai kalor terendah (MJ/kg)	9 - 12	15 - 18	20 - 24	30 - 32	23 - 28
Kandungan bahan yang mudah menguap (% db)	70 - 75	70 - 75	55 - 65	10 - 12	15 - 30
Karbon terikat (% db)	20 - 25	20 - 25	28 - 35	85 - 87	50 - 55
Kepadatan curah (kg/l)	0,2 - 0,25	0,55 - 0,75	0,75 - 0,85	~ 0,20	0,8 - 0,85
Kepadatan energy (curah) (GJ/m ³)	2,0 - 3,0	7,5 - 10,4	15,0 - 18,7	6 - 6,4	18,4 - 23,8
Debu	Sedang	Terbatas	Terbatas	Tinggi	Terbatas
Sifat hidroskopis	Hidrofilik	Hidrofilik	Hidrofobik	Hidrofobik	Hidrofobik
Degradasi biologis	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Tidak
Kemampuan digiling	Buruk	Buruk	Baik	Baik	Baik
Penanganan	Khusus	Khusus	Baik	Baik	Baik
Variabilitas kualitas	Tinggi	Terbatas	Terbatas	Terbatas	Terbatas

Sumber/source : Koppejan (2012)

tarif 0% *ad valorem* (pertambahan nilai masuk) (Trademap 2015c), sehingga diharapkan akan menambah pasokan pelet kayu ke negara-negara tersebut.

Kesimpulan dan Rekomendasi Kebijakan

Kesimpulan

Berdasarkan data-data yang diperoleh dan dijabarkan di atas, Indonesia dapat menjadi produsen utama produk pelet kayu di ASEAN untuk ekspor dan bersaing dengan negara pengekspor pelet kayu seperti Amerika Serikat dan Vietnam dikarenakan:

1. Sumber daya bahan baku untuk pelet kayu sangat banyak dan melimpah di Indonesia. Indonesia memiliki kelebihan dalam luas lahan tanaman yang lebih luas dibandingkan Vietnam.
2. Sertifikasi dan keberlangsungan bahan baku. Dengan adanya dukungan dari pemerintah Indonesia dengan dimudahkannya sertifikasi legalisasi kayu dan diberikannya program perhutanan sosial diharapkan produk pelet kayu dapat diterima oleh pasar Eropa yang mensyaratkan adanya jaminan keberlangsungan dari bahan baku.
3. Harga jual. Meskipun harga jual pelet kayu Indonesia lebih mahal dibandingkan Vietnam, tetapi jika dibandingkan dengan negara pesaing lainnya masih lebih rendah.
4. Alternatif bahan baku. Sisa tanaman padi, kapas dan tanaman lainnya dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan pelet kayu. Selain itu, tumbuhan dan semak liar yang banyak tumbuh di iklim Indonesia seperti embet (*Typha angustifolia*) dan perumpung (*Phragmites*) yang dapat dimanfaatkan menjadi alternatif bahan baku pembuatan pelet kayu karena memiliki energi lebih dari 16.000 kJ/g (Tabel 6) mendekati energi yang dihasilkan tumbuhan *poplar*, pinus, cemara dan *beech*.

Selain keuntungan di atas, terdapat beberapa hal yang perlu menjadi perhatian khusus oleh produsen pelet kayu, yaitu:

1. Kualitas produk.

Kualitas produk yang dihasilkan tidak dapat memenuhi standar kualitas di negara tujuan ekspor, oleh karenanya negara pengimpor produk pelet kayu beralih ke negara yang bisa memenuhi standar yang mereka inginkan.

2. Jarak pengiriman.

Salah satu sebab penurunan ekspor pelet kayu Indonesia ke Korea Selatan adalah karena jarak tempuh yang dianggap jauh. Sifat pelet kayu yang higroskopis menyebabkan perubahan kualitas produk saat sampai di tujuan tidak sesuai dengan standar yang dibutuhkan.

Rekomendasi Kebijakan

1. Terkait legalitas kayu, berdasarkan Permen LHK No. P.83/MENHLK/SETJEN/ KUM.10/2016 tentang Perhutanan Sosial, masyarakat dapat mengajukan insentif berupa dukungan teknis dari pemerintah dalam mengelola perkebunan tanaman dalam area yang mereka ajukan. Dukungan teknis dapat berupa sertifikasi khusus dari pemerintah yang menyatakan bahwa bahan baku kayu yang digunakan dalam produksi pelet kayu tetap menjaga kelestarian dan keberlangsungan lingkungan. Hal ini berguna untuk memenuhi persyaratan bahwa produk pelet kayu yang dihasilkan harus memperhatikan aspek lingkungan yang disyaratkan di negara tujuan ekspor.
2. Agar produk pelet kayu Indonesia dapat diterima oleh konsumen di negara tujuan ekspor, maka dipandang perlu diadakan kerjasama berupa investasi di bidang teknologi *torrefaction* antara Indonesia dengan negara konsumen. Diharapkan dengan dilakukannya kerjasama, maka produk pelet kayu Indonesia dapat diterima di negara investor karena produk yang dihasilkan sesuai dengan keinginan mereka. Hal ini penting untuk menambah pengalaman Indonesia sebelum melakukan ekspansi ke negara lainnya.
3. Pengembangan produk pelet kayu. Segmen pasar dari produk pelet hasil *torrefaction* adalah untuk industri pemanas, pemanasan rumah

tangga, dan untuk produksi pembangkit listrik skala besar (Koppejan 2012). Oleh karenanya, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait aplikasi teknologi ini dalam pengembangan pelet kayu.

Daftar Pustaka

- Center for International Forestry Research (CIFOR). 2014. Verifikasi legalitas kayu di Indonesia dan usaha kehutanan skala kecil. <http://www.cifor.org/library/4558/verifikasi-legalitas-kayu-di-indonesia-dan-usaha-kehutanan-skala-kecil-pelajaran-dan-opsi-kebijakan/> (diakses November 2016).
- Departement of Energy & Climate Change. 2014. Timber standard for heat & electricity: Woodfuel used under the renewable heat incentive and renewables obligation, London.
- EU Emissions Trading System (EU ETS) Handbook. 2017. http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/revision_en.htm (diakses Januari 2017).
- International Trade Administration, Departement of Commerce United States of America. 2016. 2016 Top market reports renewable fuels, sector snapshot. biomass wood pellets. http://trade.gov/topmarkets/pdf/Renewable_Fuels_Biomass_Wood_Pellets.pdf (diakses Januari 2017).
- Gammell T. 2015. The U.S. South export pellet sector. Wood Pellet Association of Canada 2015 Conference, Halifax, Nova Scotia.
- Goetzl A. 2015. Developments in the global trade of wood pellets. Office of Industries, US International Trade Commission, Office of Industries Working Paper-US International Trade Commission, Januari 2015.
- Goh CS, Junginger M. 2013. Low cost, long distance biomass supply chains. IEA Bioenergy Task 40: Sustainable international bioenergy trade. August 2013.
- Gravalos I, Kateris D, Xyradakis P, Gialamas T, Loutridis S, Augousti A, Georgiades A, Tsiropoulos Z. 2010. A study on calorific energy values of biomass residue pellets for heating purposes. Forest engineering: Meeting the needs of the society and the environment, July 11 - 14, 2010, Padova - Italy. <http://emestlab.com/lab/Portals/0/Papers/formecoo1.pdf> (diakses Januari 2017).
- Indonesia Trade Promotion Center Busan. 2014. Market brief kayu pelet di Korea Selatan. Mei 2014. <http://itpc-busan.kr/wp-content/uploads/2014/12/2014-05-01-WoodPellet.pdf> (diakses Januari 2017).
- Koppejan J, Sokhansanj S, Melin S, Madrali S. 2012. Status overview of torrefaction technologies. IEA Bioenergy Task 32 Report. Enschede, December 2012.
- Krievina A. 2016. Comparison of the consumption of wood pellets between Latvia and Other EU Countries. Proceedings of the 2016 International Conference "Economic Science for Rural Development" No 41, Jelgava, LLU ESAF, 21-22 April 2016.
- Nunes LJR, Matias JCO, Catalão JPS. 2014. A review on torrefied biomass pellets as a sustainable alternative to coal in power generation. Renewable and Sustainable Energy Reviews 40(C):153-160.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2014. Infotek perkebunan, media bahan bakar nabati perkebunan. Volume 6, No.12, Desember 2014. http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2015/04/perkebunan_infotekVol6-12-14-hal11.pdf (diakses Januari 2017).
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2016. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.83/MENHLK/SETJEN/KUM.10/2016 tentang Perhutanan Sosial.
- Porter ME. 1990. Competitive advantage of nations: With a new introduction. The Free Press, New York.
- Qian Y. 2013. The wood pellet value chain: An economic analysis of the wood pellet supply chain from the Southeast United States to European Consumers. U.S. endowment for forestry and communities. http://www.usendowment.org/images/The_Wood_Pellet_Value_Chain_Revised_Final.pdf (diakses Januari 2017).
- Roos A. 2012. The Asian wood pellet markets, United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, General Technical Report PNW-GTR-861, May 2012.
- Schuman S. 2012. China's renewable energy law and its impact on renewable power in China: Progress, challenges and recommendations for improving implementation. Energy Policy 51: 89-109.
- Stephenson A. 2014. Life cycle impacts of biomass electricity in 2020. Scenarios for assessing the green house gas impacts and energy input requirements of using North American woody biomass for electricity generation in the UK. UK Department of Energy and Climate Change, July 2014. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/349024/BEAC_Report_290814.pdf (diakses Januari 2017).
- The Paris Protocol. 2015. A blue Print for tackling global climate change beyond 2020. Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, Brussels, March 2015. http://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/international/paris_protocol/docs/com_2015_81_en.pdf (diakses Januari 2017).
- Trademap. 2016. Perdagangan bilateral Indonesia - dunia dengan HS Code 270111, 270112, 270119 dan 440131. http://trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=1|360|||270111||6|1|1|2|2|1|1 (diakses November 2016).
- Trademap. 2015a. Daftar negara dunia pengimpor produk dengan HS Code 440131. http://trademap.org/Country_SelProduct.aspx?nvpm=1|||440131||6|1|1|1|1|2|1|1 (diakses April 2017).
- Trademap. 2015b. Daftar negara pengeksport pelet kayu ke Korea Selatan. http://trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx?nvpm=1|410||440131||6|1|1|1|1|2|1|1 (diakses April 2017).
- Trademap. 2015c. Tarif yang diterapkan oleh negara pengimpor pelet kayu dari Indonesia. <http://www.macmap.org/QuickSearch/CompareTariffs/CompareTariffsResultsMap.aspx?product=440131&country=360&isimporter=0> (diakses April 2017).

- United Nations Statistics Division. 2010. Environmental indicators: GHGs. http://unstats.un.org/unsd/ENVIRONMENT/air_greenhouse_emissions.htm (diakses Januari 2017).
- U.S. Energy Information Administration. 2014. U.S. Wood pellet export double in 2013 response to growing European demand. Today in Energy. <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=16391> (diakses Januari 2017).
- U.S. Energy Information Administration. 2016. New EIA survey collects data on production and sales of wood pellets. Today in Energy. <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=29152> (diakses Januari 2017).
- Worldbank. 2016. Perbandingan luas lahan tanaman, pertanian (persen luas area) dan luas wilayah (km persegi) indonesia dibandingkan Vietnam dan Amerika Serikat dari Worldbank. <http://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.CROP.ZS?gclid=CKDS8LKhw9ACFdCHaAodRWoD4g&locations=ID-US-VN> (diakses November 2016).