

Development of Biomass Energy Usage in the Household Sector and its Impact on LPG Subsidy Expenses and Poor Family Health

Arif Haryana¹

Ministry of National Development Planning/Bappenas - Indonesia

Abstract

To overcome the problem of fuel dependence from imports and reduce the burden of fuel subsidies in the APBN, starting in 2007 the Government has implemented a conversion program for fuel use in the household sector from kerosene to LPG. The program has been running successfully. However, the same problem as before reappeared. The higher LPG needs depend on imports, reaching 70 percent of total consumption. Likewise, the burden of LPG subsidies in the state budget is even higher. Indonesia has the potential to produce abundant biomass energy, and has been used as household fuel, especially in rural areas. However, the utilization is still by burning firewood using traditional inefficient combustion stoves that produce air pollutant that causing negative impact on family health. Changes in the way biomass energy is used through the transformation of biomass into pellets and the use of technology biomass stoves can overcome the problems. This paper aims to analyze and provide policy recommendations to develop biomass energy utilization in households in a healthy manner and can improve combustion efficiency. The widespread use of biomass energy by households will reduce the dependence on LPG imports and reduce the burden of subsidies in the state budget.

Keywords: biomass energy, renewable energy, biomass stoves

¹ Arif Haryana is a Principal Planner at the Deputy for Development Monitoring, Evaluation and Control, Ministry of National Development Planning/Bappenas RI. Email: haryana@bappenas.go.id

Pengembangan Penggunaan Energi Biomassa pada Sektor Rumah Tangga dan Dampaknya pada Beban Subsidi Elpiji dan Kesehatan Keluarga Miskin

Arif Haryana

I. Pendahuluan

Pertumbuhan ekonomi yang pesat dapat dicapai dengan meningkatkan produktivitas melalui investasi dan ketersediaan energi yang cukup untuk mendorong pertumbuhan. Keadaan ini menyebabkan meningkatnya permintaan akan energi. Sementara energi sangat penting untuk mendorong pembangunan, pada saat bersamaan Indonesia juga membutuhkan dana untuk membiayai investasi pembangunan, yang juga diperoleh dari ekspor komoditas energi. Hingga saat ini, pertumbuhan dan perkembangan Indonesia telah dihasilkan dari investasi pembangunan yang didukung terutama oleh energi berbasis fosil seperti minyak bumi dan batubara.

Saat ini Indonesia mengalami kesenjangan antara produksi dan permintaan energi minyak bumi. Kebutuhan dan permintaan energi terus meningkat untuk mendukung pembangunan dan pertumbuhan ekonomi. Sementara itu, dalam waktu yang sama kapasitas produksi minyak Indonesia cenderung turun. Kesenjangan antara permintaan dan produksi tersebut cenderung semakin melebar. Thacker (2014) memperkirakan bahwa Indonesia pada tahun 2025 mungkin harus mengimpor lebih dari 70% kebutuhan minyak nasionalnya karena berkurangnya produksi minyak di dalam negeri dan meningkatnya permintaan energi. Oleh karena itu, perlu adanya upaya serius untuk mencari sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil, di samping upaya konservasi energi dengan meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Bioenergi atau energi biomassa merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang dapat menunjang pertumbuhan ekonomi yang sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan.

Bioenergi memiliki peran dan makna strategis bagi Indonesia. Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) mencakup wilayah yang sangat luas dan terdiri atas beberapa pulau besar dan ribuan pulau-pulau kecil yang tersebar. Kondisi ini mempersulit transmisi & distribusi listrik maupun BBM. Interkoneksi jaringan listrik yang efisien secara ekonomi hanya mungkin untuk pulau-pulau besar dan sejumlah pulau-pulau relatif kecil di dekatnya. Oleh karena itu, lebih dari 10 ribu pulau harus bisa menghasilkan dan memenuhi kebutuhannya sendiri (*self-sufficient*). Namun demikian, banyak wilayah dan pulau tidak memiliki cadangan bahan bakar fosil yang memadai (atau bahkan nihil). Kondisi ini menjadikan biomassa memiliki peran dan makna yang strategis dalam penyediaan energi, karena biomassa (sumber daya hayati) tersedia di semua pulau.

Dengan posisi geografis wilayah tropis yang terbentang luas di sepanjang garis khatulistiwa, Indonesia memiliki salah satu peluang terbaik di dunia untuk menghasilkan biomassa yang melimpah. Sumber energi terbarukan ini belum berkembang, namun memiliki prospek bagus untuk menjadi sumber energi penting untuk mendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia.

Pelet kayu, salah satu produk pembawa energi biomassa memiliki keunggulan dibandingkan dengan bahan bakar fosil, antara lain dapat diperbarui (*renewable*), efisien karena biaya lebih rendah, bersih, lebih ekonomis, mudah

penggunaannya baik untuk penghasil energi termal untuk keperluan rumah tangga (misalnya memasak) maupun untuk pembangkit listrik dan ramah lingkungan karena kadar karbon yang dihasilkan lebih rendah.

Paper bertujuan untuk memberikan analisis dan rekomendasi kebijakan yang optimal untuk mengembangkan pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi terbarukan. Lebih khusus lagi, ruang lingkup paper kebijakan ini dibatasi hanya pada kebijakan untuk mengembangkan pemanfaatan biomassa pada sektor rumah tangga secara lebih efisien dan sehat.

II. Kebijakan Energi Nasional Menuju Bauran Energi Optimal

Visi kebijakan energi adalah menjamin pasokan energi yang berkelanjutan untuk mendukung pembangunan nasional. Menghadapi guncangan minyak global di awal tahun 1980an, Indonesia meluncurkan Inpres Nomor 9 Tahun 1982 sebagai prakarsa kebijakan untuk mengatasi tantangan terkait pasokan energi yang ada saat itu. Kebijakan energi nasional terutama difokuskan pada konservasi energi. Ruang lingkup kebijakan difokuskan untuk mengarahkan semua kementerian dan badan pemerintah dan badan usaha milik negara untuk melakukan tindakan konservasi energi.

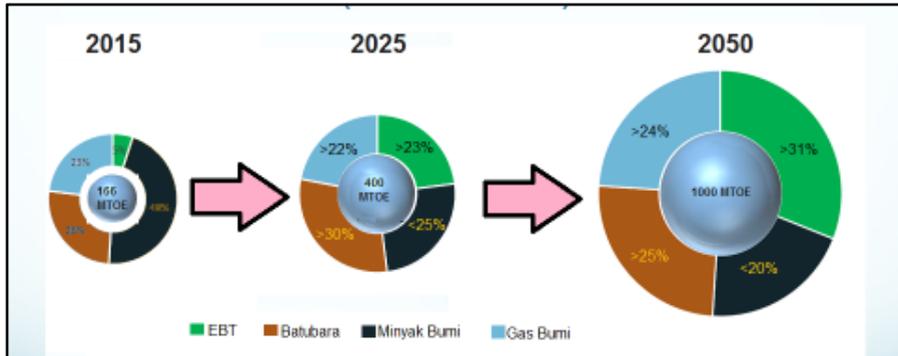
Kebijakan konservasi energi terus berlanjut selama tahun 1990an, namun aspek lingkungannya memasuki proses perumusan kebijakan. Kebijakan tersebut ditetapkan melalui Keputusan Presiden No. 43/1991 tentang Konservasi Energi. Konservasi energi diterapkan pada semua penggunaan energi. Kebijakan tersebut memberi perhatian lebih besar pada efisiensi energi dan kelestarian lingkungan. Sumber energi terbarukan seperti biomassa sudah mulai mendapat perhatian lebih pada kebijakan energi.

Setelah tahun 2000an, kebijakan energi di Indonesia berfokus pada sisi penawaran dan permintaan dengan empat tujuan kebijakan, yaitu: (i) Diversifikasi energi, (ii) penetapan harga energi secara rasional, (iii) Reformasi sektor energi, dan (iv) listrik pedesaan. Pada sisi penawaran, kebijakan tersebut berfokus pada konservasi energi dan intensifikasi, mengurangi ketergantungan minyak, meningkatkan pasokan energi dari sumber daya tak terbarukan (batubara dan gas) dan sumber terbarukan, elektrifikasi daerah pedesaan. Kebijakan sisi permintaan adalah pada mekanisme penetapan harga yang lebih baik, dan lebih terfokus pada pengurangan subsidi, merangsang daya saing di antara sumber energi yang berbeda berdasarkan prinsip diversifikasi dan efisiensi energi. (Singh dan Setiawan, 2013)

Dalam kaitan dengan upaya diversifikasi pasokan energi dan mengurangi ketergantungan dan subsidi BBM, pemerintah mendorong penggunaan gas sebagai sumber energi dalam sektor transportasi, industri, dan rumah tangga. Upaya tersebut kurang berhasil pada sektor transportasi karena tidak didukung dengan pengembangan SPBG yang luas jangkauannya. Program yang berhasil adalah pelaksanaan konversi minyak tanah ke LPG untuk sektor rumah tangga, yang mulai tahun 2007. Konsumsi LPG meningkat dari 1 juta ton pada 2007 menjadi lebih dari 6,5 juta ton pada 2016. Sedangkan minyak tanah yang ditarik mencapai sekitar 9 juta kilo liter per tahun.

Keberhasilan konversi minyak tanah ke LPG terjadi karena adanya komitmen kuat dari pemerintah, pemasaran dan kampanye kesadaran publik yang efektif, pengawasan dan evaluasi yang efektif. Hal penting yang berpengaruh dalam penerimaan konversi oleh masyarakat adalah adanya penghematan pengeluaran

rumah tangga untuk energi dan sifatnya yang lebih praktis, bersih dan jauh lebih cepat pemanasannya jika dibandingkan dengan bahan bakar lainnya.



Gambar 1. Sasaran Nasional Bauran Energi Tahun 2025 dan 2050

Posisi EBT, termasuk biomassa, sebagai sumber energi alternatif menjadi lebih jelas dengan adanya Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 79/2014. Peraturan ini memberikan paradigma baru bahwa sumber energi merupakan modal pembangunan nasional, dan memberikan dasar hukum dan arah bagi pengembangan energi terbarukan di Indonesia dengan adanya sasaran nasional menuju campuran energi yang optimal pada tahun 2050 (Gambar 1).

KEN yang ditindaklanjuti dengan RUEN, sudah memberikan arah bauran energi nasional pada 2025, bahkan 2050, namun sampai saat ini belum ada kebijakan yang jelas memberikan dukungan pada pengembangan dan pemanfaatan biomassa padat untuk memenuhi kebutuhan energi nasional. Meskipun demikian, sudah ada beberapa inisiatif untuk mengembangkan produksi energi biomassa padat dalam bentuk pelet kayu karena adanya permintaan untuk pasar ekspor. Inisiatif pengembangan biomassa ini merupakan modal dasar dalam menjamin ketersediaan suplai dan pengembangan pasar dalam negeri energi biomassa pada masa depan. Namun, jika hal ini tidak ditangani dengan baik, ada kemungkinan pengembangannya akan menjadikan biomassa sebagai komoditas ekspor saja, yang berperan sekedar untuk memperoleh devisa; perannya sebagai sumber energi penggerak roda perekonomian dalam negeri yang memberikan efek pengganda dalam pembangunan nasional menjadi sangat terbatas. Lebih dari itu, ekspor biomassa dalam jangka panjang akan berakibat malapetaka berupa lahan pertanian/hutan menjadi kurus/tandus karena kandungan 'abu' (mineral lahan pertanian/perkebunan) dalam biomassa terangkut keluar dari ekosistem secara masif seiring dengan volume niaga sektor energi yang masif. Jika biomassa dimanfaatkan secara lokal, maka mineral sisa pembakaran dapat dikembalikan ke lahan untuk mempertahankan kesuburannya.

Sampai saat ini, belum terdapat kebijakan yang sinkron antara pengelolaan bidang energi secara keseluruhan dan masalah kesehatan rumah tangga. Kebijakan energi lebih terfokus pada pengelolaan bahan bakar komersial, terutama minyak bumi dan gas, meskipun pada akhir-akhir ini sudah ada perhatian pada biodiesel yang berbahan baku minyak kelapa sawit.

III. Masalah Terkait Pengembangan Pemanfaatan Biomassa Sebagai Sumber Energi Pada Rumah Tangga

Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) mengamanatkan peningkatan kontribusi EBT dan biomassa dalam bauran pasokan energi nasional yang lebih cepat dibanding sasaran dalam Inpres 6/2006. Berdasarkan KEN tersebut telah dibuat rencana umum energi nasional (RUEN) yang dituangkan dalam Peraturan Presiden Nomor 22 tahun 2017. Sesuai KEN/RUEN, kebutuhan energi nasional pada 2025 diperkirakan sebesar 400 MTOE dengan arahan kontribusi EBT dalam bauran energi lebih dari 23 persen. Pada 2050 total kebutuhan energi meningkat menjadi 1.000 MTOE dan diharapkan EBT menyumbang lebih dari 31 persennya.

Kebijakan tersebut mengindikasikan bahwa pemerintah akan mendorong penggunaan EBT, termasuk biomassa di dalam negeri, sehingga permintaan energi biomassa akan meningkat cukup cepat. Peluang peningkatan penggunaan biomassa terutama pada sektor rumah tangga dan Usaha Mikro Kecil (UMK), sektor industri, dan sektor pembangkit tenaga listrik. Masing-masing sektor pengguna tersebut menghadapi masalahnya masing-masing. Khusus pada penggunaan biomassa pada sektor rumah tangga dan usaha mikro kecil, dapat diidentifikasi tiga masalah utama, yaitu masalah kompetisi harga dengan LPG yang saat ini masih memperoleh subsidi, rendahnya efisiensi pembakaran dan masalah kesehatan yang ditimbulkan, serta kemudahan akses dan jaminan pasokan biomassa secara kontinyu dan berkelanjutan.

3.1. Adanya LPG Bersubsidi sebagai pesaing

Pilihan penggunaan bahan bakar pada rumah tangga juga dipengaruhi oleh harga relatif antar bahan bakar, ketersediaan, persepsi atas kebersihan bahan bakar dan kemudahan untuk mengaksesnya. Masalah pokok dalam mendorong penggunaan bahan bakar biomassa adalah adanya kompetisi dengan LPG. Program konversi minyak tanah ke LPG telah sukses mengubah penggunaan bahan bakar untuk memasak dalam rumah tangga. Pada tahun 2007 konsumsi LPG hanya sekitar satu juta ton, meningkat menjadi 7 juta ton pada 2017. Hal utama yang mendasari keberhasilan Program Konversi Minyak Tanah ke LPG adalah harga bersubsidi yang murah, persepsi bahwa gas merupakan bahan bakar modern yang bersih, ketersediaan pasokan yang cukup dan kemudahan mengaksesnya. Keberhasilan ini berkat adanya komitmen pemerintah yang sangat kuat, pemasaran dan kampanye kesadaran publik yang efektif, serta pengawasan dan evaluasi yang efektif.

Sukses dalam mengonversi minyak tanah ke LPG ternyata menimbulkan masalah baru, walaupun merupakan masalah yang sama dengan yang dihadapi saat mengawali program konversi minyak, yaitu ketergantungan pada impor dan membengkaknya anggaran untuk subsidi. Impor telah mencapai 70 persen dari suplai LPG untuk memenuhi permintaan yang meningkat pesat. Akibat naiknya harga LPG di pasar dunia, subsidi LPG tahun 2017 meningkat menjadi Rp 40,5 Triliun dari alokasi semula sebesar Rp 22 Triliun. Dalam RAPBN 2018 subsidi LPG diusulkan melonjak lagi menjadi Rp 51,1 Triliun.² Jika tidak dikendalikan dengan baik maka subsidi LPG akan terus membesar sebagaimana terjadi pada subsidi BBM pada saat program konversi minyak tanah dimulai. Masalah sama yang berulang ini disebabkan karena kebijakan energi tidak didasarkan pada pemanfaatan potensi sumberdaya dalam negeri yang melimpah.

² Nota Keuangan RAPBN 2018.

Anggaran subsidi LPG yang sangat besar terjadi karena alokasi LPG bersubsidi berlebihan dan dalam pelaksanaannya tidak tepat sasaran. Sebagian besar rumah tangga di Indonesia telah menggunakan LPG bersubsidi, bahkan rumah tangga yang kaya menikmati subsidi yang lebih besar dibanding yang miskin (*inclusion error*). Sebaliknya, masih banyak rumah tangga termiskin yang lebih patut diberikan subsidi malah tidak menikmati LPG bersubsidi tersebut (*exclusion error*).

Volume LPG bersubsidi pada 2017 adalah 7,1 juta ton. Jika jatah LPG bersubsidi per RT adalah empat tabung @ 3 kg per bulan, maka LPG subsidi tersebut cukup untuk mencakup 49,3 juta RT, atau 75% dari keseluruhan rumah tangga di Indonesia (data BPS³) yang jumlahnya 66 juta RT. Cakupan alokasi ini jauh di atas jumlah RT yang termasuk dalam 40% penduduk dengan tingkat kesejahteraan terendah (Desil 1 – Desil 4) sebanyak 22,3 juta RT. Hal ini menunjukkan adanya alokasi subsidi yang berlebihan dan banyak RT kaya yang menikmati LPG bersubsidi (*inclusion error*). (Tabel 1)

Tabel 1. Cakupan Alokasi LPG Bersubsidi dan Jumlah Rumah Tangga

Alokasi LPG Bersubsidi	Volume LPG (Ton) ^{a)}	6,5 juta
	Cakupan RT	59,8 juta
Jumlah RT di Indonesia		66,0 juta
Jumlah RT Desil 1-4 ^{b)}		22,3 juta
Jumlah RT Desil 1-4 Pemakai Gas ^{b)}		10,1 juta

^{a)} Alokasi Volume LPG Bersubsidi dalam APBNP 2017, Cakupan RT dihitung berdasarkan jatah 9 kg per RT.

^{b)} Merupakan 40% penduduk dengan tingkat kesejahteraan terendah (Sumber: Basis data terpadu TNP2K).

Dengan alokasi subsidi bagi 49,3 juta RT, semestinya seluruh RT Miskin bisa menikmati program subsidi tersebut.⁴ Namun dalam kenyataannya, hanya 10,1 juta RT Miskin ini yang menggunakan gas (Data TNP2K).⁵ Lebih dari separuh dari RT Miskin (12,2 juta RT) justru tidak memperoleh manfaat langsung subsidi LPG karena mereka sama sekali tidak menggunakan gas untuk kegiatan masak dalam keluarga. Jelas sekali bahwa kebijakan subsidi LPG dalam pelaksanaannya juga tidak tepat sasaran dan tidak berkeadilan. Kemungkinan besar mereka ini adalah kelompok termiskin dari RT Miskin yang tetap tidak mampu mengakses LPG meskipun sudah bersubsidi.

Fakta bahwa lebih dari separuh RT-Miskin tidak menggunakan gas merupakan indikasi bahwa masih ada masalah keterbatasan dalam mengakses LPG. Perlu adanya perubahan kebijakan dalam distribusi LPG agar lebih tepat sasaran. Di samping itu, perlu pula adanya kebijakan dan upaya untuk memberikan akses bagi kelompok RT termiskin tersebut untuk memanfaatkan energi alternatif yang tersedia secara lebih efektif, sehat dan berkelanjutan.

3.2. Masalah Efisiensi Pembakaran dan Kesehatan Rumah Tangga

Meskipun program konversi minyak tanah ke LPG berjalan sukses, namun rumah tangga yang menggunakan biomassa kayu bakar untuk memasak masih cukup besar. BPS mencatat bahwa dari 82,2 ribu desa/kelurahan yang ada, terdapat

³ BPS, Banyaknya Rumah Tangga menurut Provinsi, 2000-2015. (<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/851>, diakses Agustus 2017).

⁴ Untuk memudahkan analisis, RT yang termasuk 40% penduduk dengan tingkat kesejahteraan terendah (Desil 1 – Desil 4) dalam paper ini sebagai RT Miskin, meskipun sebenarnya selain mencakup RT Miskin dan Hampir Miskin (sedikit di atas garis kemiskinan)

⁵ Berdasarkan Kepmenos Nomor 57/HUK/2017. Tidak termasuk keluarga PKH yang belum memiliki status kesejahteraan.

35,8 ribu desa (43%) yang bahan bakar utama yang digunakan masyarakat adalah biomassa tradisional. Masyarakat di desa-desa yang sudah menggunakan LPG sebagai bahan bakar utama pun masih menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar komplemen. Diperkirakan jumlah masyarakat yang tergantung pada penggunaan biomassa tradisional masih akan meningkat dari 171 juta jiwa pada 2015 menjadi 180 juta jiwa pada 2030.

Tabel 2. Banyaknya Desa/Kelurahan menurut Jenis Bahan Bakar yang Digunakan oleh Sebagian Besar Keluarga, 2014

	Gas Kota	LPG	Minyak Tanah	Kayu Bakar	Lainnya	Jumlah
Jumlah Desa/ Kelurahan	88	41.747	4.278	35.831	246	82.190
Persentase	0,1%	50,8%	5,2%	43,6%	0,3%	100,0%

Sumber: BPS (<https://www.bps.go.id/index.php/linkTabelStatis/1760>, diakses 22 Agustus 2017)

Perlu ada perhatian yang memadai mengingat begitu besar jumlah rumah tangga yang masih bergantung pada biomassa kayu bakar sebagai bahan bakar. Dalam kaitan ini, jika tidak adaantisipasi penanganan yang baik atas pengelolaan sumberdaya biomassa dan teknologi pembakaran untuk konversi energi, maka akan dapat menimbulkan konsekuensi buruk yang serius bagi kesehatan, lingkungan dan pembangunan ekonomi.

Pada umumnya kayu bakar untuk kegiatan memasak masyarakat perdesaan masih digunakan dengan tungku tradisional yang efisiensi pembakarannya masih sangat rendah dan proses pembakaran tidak sempurna. Kalor atau panas yang dihasilkan dari pembakaran sebagian besar terbuang, dan hanya sekitar 10 persen⁶ yang efektif untuk memasak. Efisiensi yang rendah ini berdampak pada tingkat konsumsi bahan bakar biomassa yang tinggi. Dampak lain dari pembakaran yang tidak sempurna adalah terjadinya polusi udara dalam ruangan (PUDR) berupa asap sisa pembakaran yang mengandung zat-zat berbahaya seperti partikel debu, karbon monoksida (CO) dan nitrogen oksida (NOx). PUDR menimbulkan dampak kesehatan jauh lebih besar daripada polusi di luar ruangan.⁷ Asap yang timbul dari penggunaan kayu bakar untuk memasak menjadi kontributor utama penyebab terancamnya kesehatan masyarakat, terutama perempuan dan kanak-kanak. Hal ini memiliki kaitan dengan meningkatnya risiko penyakit asma, TBC paru-paru, dan Infeksi Pernapasan Akut (ISPA) pada anak di bawah lima tahun.

RT-Miskin sudah terbiasa memakai kayu bakar atau biomassa padat lainnya untuk memasak dengan menggunakan tungku tradisional dengan pertimbangan utama harga yang murah. Mereka tidak menyadari efek berbahaya dari polusi udara ruangan rumah pada kesehatan keluarga. Oleh karena itu dalam pengembangan penggunaan biomassa padat pada sektor rumah tangga perlu dilengkapi pula dengan kebijakan dan program untuk meningkatkan efisiensi bakar dan menjamin agar kesehatan masyarakat terjaga. Teknologi tungku atau kompor biomassa yang lebih efisien dan sehat sudah tersedia dalam tataran yang dapat dikembangkan pemanfaatannya secara luas. Namun demikian, teknologi tungku ini masih belum tersebar luas pemanfaatannya oleh masyarakat. Masyarakat pengguna biomassa belum mengenal keberadaan tungku semacam ini dan harganya pun jauh

⁶ Arif Budiarto, M. Nurhuda, Ahmad Nadhir. Uji Efisiensi Tungku Tanah Liat Berdaya Sedang. Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya, Malang.

⁷ Kesimpulan hasil penelitian "Pengaruh Polusi Udara dalam Ruangan terhadap Paru", Departemen Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia - RS Persahabatan, Jakarta

lebih mahal dibandingkan dengan harga tungku tradisional yang sudah dikenal masyarakat.

3.3. Kemudahan kemampuan akses dan Jaminan pasokan Biomassa

Pilihan mengonsumsi barang apapun, termasuk jenis bahan bakar yang akan digunakan, akan sangat dipengaruhi oleh harga dan tingkat kemampuan konsumen untuk mengakses serta ketersediaan pasokan barang. Dengan alasan tersebut, separuh RT-Miskin tidak menggunakan LPG tetapi menggunakan bahan bakar biomassa kayu bakar. Pengguna LPG pun, baik tergolong RT-Miskin maupun bukan, masih banyak yang menggunakan biomassa sebagai bahan bakar komplementer untuk memenuhi keperluan energinya. Biomassa yang digunakan bisa berupa kayu bakar, sekam padi, atau limbah pertanian lainnya. Kayu bakar dan sekam padi tersedia sangat melimpah di banyak daerah dan dapat diakses oleh rumah tangga di pedesaan dengan mudah dan murah.

Selain ketersediaan yang relatif melimpah, alasan penting lain yang menyebabkan banyaknya pengguna biomassa kayu bakar adalah faktor keterbatasan daya beli untuk mengakses LPG sebagai energi modern secara penuh. Meskipun sudah disubsidi, RT tetap harus mengeluarkan uang untuk membelinya, sementara mereka, terutama yang berada di pedesaan, dapat memperoleh biomassa berupa kayu bakar atau jenis lainnya dengan mudah dan sangat murah, bahkan gratis secara finansial. Penggunaan biomassa menjadi salah satu solusi untuk melakukan penghematan finansial dalam rumah tangga.

Di wilayah pedesaan, masih banyak RT pengguna LPG yang juga menggunakan kayu bakar. Di samping persoalan harga dan daya beli, ketersediaan pasokan yang kontinyu juga berpengaruh pada pilihan penggunaan bahan bakar. Pada wilayah dengan infrastruktur maupun jaringan distribusi yang tidak baik, pasokan LPG yang didatangkan dari tempat lain seringkali mengalami gangguan. Untuk mengatasi masalah jaminan ketersediaan pasokan, rumah tangga melakukannya dengan menggunakan alternatif energi yang tersedia. Oleh karena itu, rumah tangga yang sudah menjadi pengguna LPG pun tetap memanfaatkan biomassa kayu bakar untuk memenuhi kebutuhan energi memasak.

IV. Alternatif Kebijakan dalam Pengembangan Penggunaan Energi Biomassa

4.1. Perbaikan Kebijakan Pemberian Subsidi pada LPG

Pengguna biomassa dalam bentuk kayu bakar masih cukup banyak, meskipun dengan cara tradisional yang tidak sehat. Penggunaan energi biomassa terolah dalam bentuk pelet bisa menjadi solusi atas masalah kesehatan. Namun demikian, penggunaan pelet biomassa untuk keperluan rumah tangga belum berkembang karena tidak bisa bersaing dengan harga LPG yang murah karena disubsidi. Besarnya subsidi LPG lebih dari 50% dari harga keekonomiannya. Kebijakan subsidi secara luas semacam ini menjadi penghambat upaya pengembangan sumberdaya biomassa dan energi terbarukan lainnya. Perlu perubahan dalam kebijakan subsidi bahan bakar untuk bisa memberikan insentif bagi pengembangan sumber energi terbarukan.

Kebijakan konversi minyak tanah ke LPG sudah berlangsung sepuluh tahun secara umum dinilai berhasil. Namun tujuan utama untuk mengurangi ketergantungan bahan bakar impor dan mengurangi subsidi yang membebani APBN hanya berhasil secara temporer saja. Saat ini sekitar 70 persen pasokan LPG yang digunakan masyarakat ternyata diperoleh dari impor.

Beban subsidi BBM yang semula telah berkurang dengan adanya program konversi ke LPG kini telah berbalik arah. Subsidi kembali meningkat secara terus menerus seiring dengan meningkatnya penggunaan LPG yang semakin masif. Saat ini total subsidi LPG mencapai lebih dari Rp 36 Triliun. Peningkatan subsidi LPG terjadi akibat pengalokasian subsidi yang berlebihan, tidak didasarkan pada jumlah rumah tangga atau masyarakat sasaran yang memang layak mendapat subsidi. Hal ini karena kebijakan bidang energi masih terpaku pada bahan bakar komersial yang ada di pasar dunia, yaitu minyak bumi dan gas. Belum ada dukungan kebijakan yang signifikan untuk pengembangan penggunaan sumberdaya biomassa yang potensi ketersediaannya di dalam negeri sangat besar, dan jumlah rumah tangga pemakainya pun besar.

Perubahan kebijakan distribusi LPG yang terarah kepada kelompok sasaran tertentu akan meningkatkan efektivitas dan efisiensi subsidi. Tabel 3 memberikan perkiraan penghematan volume LPG bersubsidi sebesar 4 juta ton dan penghematan anggaran subsidi LPG sebesar Rp 22,8 Triliun jika alokasi dan distribusi LPG bersubsidi dilakukan berdasarkan target sasaran yang jelas, yaitu hanya bagi RT-Miskin dan usaha mikro. Sebagian dari penghematan anggaran ini selanjutnya dapat dialokasikan untuk pengembangan produk dan pemanfaatan energi biomassa dan energi terbarukan lainnya.

Tabel 3. Penghematan subsidi LPG dengan distribusi bertarget-sasaran

A. Kondisi Sekarang		
Volume Alokasi LPG Bersubsidi ^{a)}	Juta Ton	6,5
Subsidi per kg LPG ^{b)}	Rupiah	5.700,0
Anggaran Subsidi LPG ^{a)}	Rp Triliun	36,8
B. Distribusi LPG Bertarget Sasaran		
a. RT Miskin (Desil 1-4):	Juta RT	22,1
- Alokasi LPG 3 kg/ bulan/RT	kg	9,0
- Volume LPG Bersubsidi RT Miskin/tahun	Juta Ton	2,4
b. Usaha mikro:	juta	2,3
- Alokasi LPG usaha mikro/bulan	kg	30,0
- Volume LPG Bersubsidi Usaha mikro/tahun	Juta Ton	0,8
Volume LPG Bersubsidi [a + b]	Juta Ton	3,2
Anggaran Subsidi LPG	Rp Triliun	18,5
C. Penghematan subsidi LPG (A – B)		
Volume LPG Bersubsidi	Juta Ton	3,3
Anggaran Subsidi	Rp Triliun	18,4

^{a)} APBN Perubahan Tahun Anggaran 2017.

^{b)} Dihitung dari selisih harga per kg antara LPG non subsidi (rata-rata harga LPG kemasan tabung 12 kg dan 50 kg) dan harga LPG bersubsidi (kemasan tabung 3 kg).

Pengembangan pemanfaatan energi biomassa yang sehat menjadi semakin penting dan perlu mendapat dukungan karena jumlah pemakainya akan meningkat sebagai akibat penerapan kebijakan distribusi LPG bersubsidi bertarget sasaran. Kebijakan ini berarti pengurangan alokasi LPG bersubsidi, yang menyebabkan banyak RT Bukan Miskin namun belum cukup kaya (Desil 5 – Desil 6) yang semula mendapatkan LPG bersubsidi harus membayar LPG tak bersubsidi yang lebih mahal. Kenaikan harga ini akan mendorong mereka menghemat pemakaian LPG dan mencari bahan bakar alternatif yang murah, yaitu biomassa kayu bakar, sebagai komplemen. Sementara itu, 12,2 juta RT Termiskin yang selama ini tidak menggunakan gas juga akan tetap menggunakan kayu bakar.

Intensitas penggunaan kayu bakar dengan tungku sederhana akan meningkat, sehingga risiko berkembangnya masalah kesehatan keluarga menjadi lebih besar. Hal ini perlu diantisipasi dengan program pengembangan penggunaan tungku/kompur yang lebih efisien dalam pembakaran dan sehat, disertai upaya penyadaran masyarakat atas kesehatan lingkungan terkait polusi udara ruangan rumah.

4.2. Peningkatan Efisiensi Pembakaran dan Kualitas Kesehatan Rumah Tangga

Pemakaian biomassa sebagai bahan bakar rumah tangga akan meningkat sebagai akibat penerapan kebijakan distribusi LPG bersubsidi bertarget sasaran. Jika tidak ada perbaikan dalam penggunaan biomassa, hal ini akan berdampak buruk pada kesehatan keluarga karena semakin tingginya tingkat keterpaparan terhadap polusi udara di dalam ruang akibat pembakaran yang inefisiensi dan tidak sempurna.

Ada dua hal pokok yang dapat dilakukan untuk memperbaiki pemanfaatan biomassa agar lebih sehat. Pertama, dengan memperbaiki cara biomassa dipasok dan digunakan untuk memasak. Ini bisa dicapai melalui transformasi biomassa menjadi bentuk yang kurang berpolusi. Biomassa yang sudah ditransformasi menjadi bentuk pelet memiliki kandungan energi lebih tinggi dari kayu bakar sehingga mengurangi jumlah bahan bakar yang dibutuhkan. Transformasi ini meningkatkan efisiensi penggunaan biomassa. Di samping itu juga dapat mendorong terciptanya kegiatan usaha baru yang dapat meningkatkan penyerapan tenaga kerja dan peningkatan pendapatan masyarakat. Kebijakan yang memberikan dorongan meningkatnya permintaan pelet biomassa oleh rumah tangga memiliki keterkaitan erat dengan meningkatnya peluang usaha dalam penyediaan bahan baku biomassa dari sektor pertanian dan kehutanan, usaha transformasi biomassa menjadi pelet, pengangkutan dan distribusi. Kebijakan mendorong penggunaan pelet perlu juga dibarengi dengan dukungan dalam aspek pasokannya. Pemerintah perlu memberikan insentif bagi berkembangnya usaha untuk memproduksi pelet biomassa.

Kedua, meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembakaran biomassa melalui penggunaan kompor yang lebih baik dan ventilasi yang lebih baik. Penggunaan kompor biomassa yang baik dapat menghemat penggunaan biomassa untuk kegiatan memasak yang sama dan dapat mengurangi polusi udara dalam ruangan secara signifikan.⁸ Saat ini sudah ada kompor biomassa dengan teknologi gasifikasi yang bersih dengan tingkat polusi yang sangat rendah. Pengembangan penggunaan kompor biomassa yang sehat pada RT-Miskin perlu mendapat dukungan dari pemerintah, selain untuk menjaga tingkat kesehatan juga sebagai bentuk jaminan akses terhadap energi.

Pengembangan penggunaan kompor biomassa sehat dalam RT sangat dipengaruhi oleh kesadaran akan kesehatan, persepsi akan kompor/tungku dan kemampuan untuk memperolehnya. Perlu penyadaran bagi masyarakat luas, terutama RT-Miskin akan pentingnya kebersihan udara dalam ruangan dapur bagi kesehatannya. Oleh karena itu, harus ada investasi publik berupa penyuluhan dan pelatihan penggunaan kompor sehat untuk mencapai perubahan perilaku secara menyeluruh untuk mengonversi pengguna tungku tradisional ke teknologi kompor yang baru. Karena tingkat pendapatannya yang rendah, perlu ada insentif finansial bagi RT-Miskin untuk memperoleh kompor sehat. Insentif diberikan dengan

⁸ M. Nurhuda dari Universitas Brawijaya mengklaim bahwa penggunaan bahan bakar biomassa dengan Kompor UB-03 mampu menghemat sampai 80 persen. (<http://www.fisikanet.lipi.go.id/utama.cgi?artikel&1276215041>).

prioritas kepada RT-Miskin yang selama ini merupakan pengguna kayu bakar dan tidak menggunakan LPG. Pemberian kompor biomassa bagi 12 juta RT-Miskin pengguna kayu bakar memerlukan dana sebesar Rp 3,9 Triliun.⁹

4.3. Pengembangan Pasokan Energi Biomassa dan Kemudahan Akses

Pasokan bahan baku lokal. Ketersediaan pasokan biomassa yang sudah ditransformasi menjadi pelet atau briket perlu dikembangkan untuk mendukung pemenuhan permintaan pada waktu ke depan. Pada dasarnya kompor biomassa dapat digunakan untuk berbagai jenis biomassa kering sebagaimana adanya, baik berupa kayu, sekam padi, tongkol jagung atau lainnya. Akan tetapi, bentuk biomassa yang sudah ditransformasi akan lebih mempermudah pemakaian dan meningkatkan efisiensinya. Ketersediaan pasokan pelet biomassa yang terjangkau dengan harga yang kompetitif menjadi suatu keharusan agar permintaan dapat berkembang.

Ketersediaan bahan baku energi biomassa Indonesia sangat melimpah dan sangat potensial dikembangkan sebagai sumber energi. Bahan baku untuk pengembangan pelet biomassa disesuaikan dengan ketersediaan sumberdaya lokal setempat. Jawa Timur, misalnya, adalah daerah penghasil jagung terbesar di Indonesia. Jawa timur menghasilkan limbah jagung rata-rata mendekati 5 juta ton per tahun, dengan kandungan energi neto (*Net Calorific*) cukup tinggi, yaitu sekitar sekitar 14,0 - 17,4 MJ/kg atau sekitar 3.500 - 4.000 Kkal/kg. Jika nilai kalor LPG adalah 11.200 Kkalori/kg, maka energi yang dapat dihasilkan dari limbah jagung di Jawa Timur setara dengan lebih dari 1,5 juta ton LPG dalam setahun. Oleh karena itu, pengolahan pelet limbah jagung dapat dilakukan di Jawa Timur karena didukung dengan ketersediaan bahan baku dan ketersediaan infrastruktur yang baik.

Sekam padi memiliki nilai kandungan kalori sekitar 3.300 Kkal/kg. Pulau Jawa, terutama kawasan pantai utara Jawa Barat menghasilkan sebagian besar padi di Indonesia dan memiliki limbah sekam padi yang sangat besar, sehingga cocok sebagai tempat membangun industri pengolahan sekam menjadi pelet.

Penciptaan permintaan. Industri pengolahan pelet biomassa perlu didorong dengan menciptakan permintaan di sektor rumah tangga dan jaminan pasokan. Melihat proses yang telah dilakukan pada program konversi ke LPG, pemerintah menciptakan permintaan masyarakat dengan memberikan sarana penggunaan LPG secara lengkap meliputi kompor gas, tabung gas dan perlengkapannya. Di samping itu, pasokan LPG juga disediakan secara luas dengan harga yang disubsidi. Kiranya cara yang sama dapat dilakukan pada upaya penciptaan permintaan masyarakat akan energi pelet biomassa. Pemerintah perlu memberikan sarana pemakaian berupa kompor biomassa kepada rumah tangga. Tanpa ada kompor biomassa maka rumah tangga tidak bisa mengambil manfaat dari pelet biomassa sehingga tidak akan terjadi peningkatan permintaan, yang berakibat tidak berkembangnya industri pengolahan pelet.

Harga yang kompetitif. Kemampuan akses rumah tangga terhadap pelet biomassa ditentukan juga harganya. Perlu mengupayakan agar harga energi yang harus dibayar oleh rumah tangga tidak lebih mahal daripada LPG. Seperti diuraikan pada bagian terdahulu, perubahan kebijakan subsidi menjadi bertarget sasaran akan berdampak seperti kenaikan harga LPG. Analisis berikut menunjukkan bahwa kebijakan subsidi LPG bertarget sasaran menyebabkan harga energi biomassa menjadi lebih kompetitif terhadap harga LPG. (Tabel 3)

⁹ Asumsi harga kompor biomassa adalah Rp 325.000 per unit (sesuai harga di pasar *online* saat ini).

Perbandingan harga didasarkan pada asumsi kebutuhan LPG oleh RT adalah sebanyak 3 tabung LPG kemasan 3kg, atau 9 kg LPG, karena jumlah inilah yang digunakan untuk mengalokasikan LPG. Nilai kalor LPG adalah 11.200 Kkal/kg, artinya total kebutuhan energi dalam RT adalah 100.800 Kkal/bulan. Efisiensi pembakaran LPG adalah 85%. Pelet biomassa memiliki nilai kalor 4.100 Kkal/kg. Dengan efisiensi pembakaran 40% (menggunakan teknologi kompor biomassa) maka untuk memenuhi kebutuhan energi memasak sebesar 100.800 Kkal/bulan diperlukan 54 kg pelet biomassa. Artinya jumlah energi efektif yang bersumber dari 9 kg LPG setara dengan 54 kg pelet biomassa.

Harga pelet biomassa di pasar internasional adalah USD 155/ton, CIF (Rp 2.015.000/ton), atau sekitar Rp 1.750/kg, FOB. Dengan harga ini pengeluaran untuk penggunaan pelet adalah sebesar Rp 94.500/bulan. Pengeluaran ini lebih tinggi dibanding jika menggunakan LPG bersubsidi yang hanya sebesar Rp 54.000/bulan. Jelas bahwa pelet biomassa tidak kompetitif dibandingkan LPG bersubsidi. Namun, jika dengan harga keekonomian LPG tanpa subsidi, maka total pengeluaran untuk LPG dalam sebulan adalah Rp 105.300. Dalam hal ini penggunaan pelet biomassa menjadi sedikit lebih murah dibandingkan LPG. Informasi harga pelet kayu juga dapat diperoleh dari pasar *online* yang menawarkan harga pelet kayu sebesar Rp 1.600/kg, yang lebih murah dengan asumsi penggunaan harga FOB.

Tabel 4. Perbandingan pengeluaran antara penggunaan LPG dan Pelet Biomassa

-	Asumsi perhitungan			Kebutuhan per bulan ^{a)}	Pengeluaran RT per bulan (Rp)
LPG	Nilai Kalor	kkal/kg	11.200	9 kg	54.000 (Bersubsidi)
	Efisiensi pembakaran	%	85%		
	Harga LPG subsidi ^{b)}	Rp/kg	6.000		105.300 (Non Subsidi)
	Harga LPG non subsidi ^{c)}	Rp/kg	11.700		
Pelet Biomassa	Nilai Kalor Pelet Biomassa	kkal/kg	4.100	54 kg	94.500
	Efisiensi pembakaran	%	40%		
	Harga pelet	Rp/kg	1.750		

^{a)} Setara dengan energi sebesar 100.800 Kkal

^{b)} Harga LPG Bersubsidi (kemasan tabung 3 kg)

^{c)} Harga LPG Non Subsidi (Rata-rata harga LPG kemasan tabung 12 kg dan 50 kg).

Pengembangan usaha pembuatan pelet biomassa. Selain dengan penciptaan permintaan energi biomassa, perlu pula adanya dukungan untuk mengembangkan industri biomassa agar dapat menjamin adanya pasokan yang berkelanjutan. Industri produsen pelet biomassa perlu ditumbuh-kembangkan sehingga dapat menjamin pasokan untuk memenuhi permintaan. Proses produksi pelet biomassa relatif sederhana dan dapat dilakukan sebagai unit usaha dari kelompok tani atau koperasi, setelah mendapatkan pelatihan teknis. Insentif bagi investasi pengembangan industri pelet biomassa perlu diberikan dalam jangka waktu tertentu. Perlu ada skema pendanaan untuk mendukung tumbuhnya usaha pengolahan pelet biomassa, termasuk untuk dapat mengakses teknologi pengolahan biomassa.

Skema Dana Alokasi Khusus (DAK) Bidang Energi merupakan salah satu sumber dana yang dapat diarahkan untuk memicu berkembangnya usaha pelet biomassa. Dalam kebijakan sekarang, DAK ini dialokasikan untuk diversifikasi energi yaitu memanfaatkan sumber energi terbarukan setempat untuk meningkatkan akses masyarakat perdesaan, termasuk masyarakat di daerah tertinggal dan kawasan perbatasan, terhadap “energi modern”. Terminologi “energi

modern” dalam kebijakan DAK ini membatasi penggunaan DAK Bidang Energi hanya untuk pembangunan pembangkit listrik *off grid* (PLTS, PLTMH) dan instalasi biogas. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, perlu mengubah kebijakan agar dana DAK Bidang Energi tidak hanya digunakan untuk meningkatkan akses pada “energi modern”, tetapi dapat pula digunakan untuk mengakses “teknologi modern” dalam pemanfaatan sumber energi terbarukan, sehingga DAK dapat digunakan untuk pengembangan usaha energi biomassa.

Pengembangan usaha pembuatan pelet biomassa juga mungkin dilaksanakan melalui Badan Usaha Milik Desa (BUM Desa). Sesuai dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2014 tentang Desa, BUM Desa dapat dibentuk untuk menjalankan usaha ekonomi/pelayanan umum (Pasal 87). BUM Desa dapat diberikan hibah/akses permodalan, pendampingan teknis dan akses ke pasar, dan diprioritaskan dalam pengelolaan sumber daya alam di desa prioritas (Pasal 90). Selanjutnya, pendanaan untuk pengembangan usaha energi biomassa juga dimungkinkan dengan menggunakan dana desa. Hal ini didukung dengan kebijakan Kementerian dimana pengadaan, pembangunan, pengembangan sarana dasar untuk memenuhi kebutuhan energi dan usaha ekonomi skala produktif termasuk kegiatan prioritas yang dapat dibiayai dengan dana desa.¹⁰

Pengembangan produksi dengan skala yang lebih besar juga perlu mendapat perhatian, terutama untuk energi biomassa yang berbasis kayu. Usaha pelet kayu harus terintegrasi dengan kebun energi atau hutan tanaman agar terjamin pasokan bahan bakunya dalam jangka panjang. Kurangnya kepastian ketersediaan pasokan bahan baku dengan biaya yang dapat diterima dalam jangka panjang bisa menjadi hambatan signifikan dalam pengembangan penyebaran proyek energi biomassa. Tantangannya adalah meningkatkan kesadaran akan pentingnya keberlangsungan kerjasama dan membiasakan petani sebagai pemasok bahan baku kayu yang menghormati kontrak jangka panjang.

Terkait dengan hal tersebut, perlu dikembangkan sistem usaha pengolahan biopelet yang juga melibatkan petani sebagai pemegang saham. Petani tidak hanya menyiapkan bahan baku di sisi hulu melainkan juga mempunyai saham di pabrik pengolahannya. Dengan demikian, pabrik pengolahannya tidak akan berhenti akibat tidak ada suplai dari petani karena mereka sudah punya rasa memiliki pabrik tersebut melalui saham.

V. Kesimpulan dan Rekomendasi Kebijakan

5.1. Kesimpulan

1. Penggunaan LPG dalam rumah tangga sudah semakin luas, namun berdampak pada semakin tingginya tingkat ketergantungan pada impor dan besarnya beban subsidi LPG dalam APBN.
2. Pengembangan pemanfaatan biomassa untuk kebutuhan dalam rumah tangga dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi masalah ketergantungan pada sumber energi impor dan dapat menurunkan beban subsidi energi dalam APBN.
3. Pengembangan pemanfaatan energi biomassa dengan menggunakan teknologi kompor biomassa dapat meningkatkan efisiensi pembakaran biomassa dan menurunkan emisi polusi secara signifikan, sehingga dapat mencegah dampak negatif penggunaan biomassa bagi kesehatan keluarga.

¹⁰ Peraturan Menteri Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2016 Tentang Penetapan Prioritas Penggunaan Dana Desa Tahun 2017 (Pasal 5).

4. Perubahan kebijakan subsidi LPG menjadi bertarget sasaran akan memiliki dampak positif bagi pengembangan pemanfaatan energi biomassa:
 - a. dapat menghemat subsidi sebesar Rp 18,4 Triliun setahun, sebagian dari penghematan tersebut dapat digunakan untuk pengembangan penggunaan energi biomassa secara sehat.
 - b. energi biomassa (pelet) menjadi lebih kompetitif di pasar apabila LPG dijual kepada masyarakat pada harga keekonomiannya.

5.2. Rekomendasi Kebijakan

Terkait dengan tantangan tersebut, direkomendasikan kebijakan jangka pendek dan jangka menengah/panjang sebagai berikut:

Jangka pendek:

1. Perbaiki kebijakan alokasi dan distribusi LPG bersubsidi menjadi berbasis target sasaran, hanya diberikan untuk RT-Miskin sesuai data TNP2K.
2. Mengalokasikan anggaran untuk penciptaan permintaan pelet biomassa melalui:
 - a. Distribusi kompor sehat (teknologi gasifikasi biomassa) untuk RT-Miskin yang selama ini menggunakan kayu bakar dan tidak menggunakan LPG,
 - b. Penyuluhan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat atas manfaat dan penggunaan teknologi kompor biomassa sehat,
 - c. Pelatihan teknis dan pemberian akses pasar kepada produsen kompor biomassa yang sehat.

Jangka menengah/panjang:

1. Mendorong penumbuhan industri pelet biomassa dengan menggunakan limbah/residu industri pertanian dan kehutanan, sesuai dengan sumber daya setempat.
2. Mendorong perkembangan industri pengolahan dan proses produksi pelet biomassa melalui kerjasama saling menguntungkan dengan petani/masyarakat budidaya hutan.
3. Menyusun *roadmap* pengembangan industri biomassa secara komprehensif.

VI. Daftar Pustaka

- Ministry of Agriculture of the Republic of Indonesia. Agriculture Database. Jakarta. (<http://www.deptan.go.id/>)
- Prastowo, B. 2013. Biobased-Economy: *Biomasa Pertanian dan Teknologi Biofuel Generasi Dua Serta Relevansi Riset Pertanian Ke Depan* (Agriculture Biomass, Second Generation Biofuel Technology and the Relevance of Future Agriculture Research). Presentation at Badan Litbang Pertanian, Medan.
- Prastowo, B. 2012. Biomass Availability and Identification of Feedstock Potential. International Workshop on Bio-energy, CCS and BECCS: Options for Indonesia. Jakarta 21-22 September 2012. UKP4 Republic of Indonesia.
- Singh, R. and A. D. Setiawan. 2013. Biomass energy policies and strategies: Harvesting potential in India and Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 22:332-345
- Dewan Energi Nasional. 2016. Outlook Energi Indonesia 2016. Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional. Jakarta

- Hartiningih, W. Hermawati, I. Maulana, dan I. Rosaria. 2014. Peran Jejaring dan Aktor dalam Mempertahankan Kestinambungan Energi di Perdesaan. *Laporan Hasil Penelitian Pappiptek-LIPI*. Katalog Perpustakaan Pappiptek-LIPI No. 333.7/Per/H, Seri Laporan Penelitian No. 2014-01-01-04.
- Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2016. Final Edition. Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia. (ISSN 2528-3464). (<https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-handbook-of-energy-economic-statistics-of-indonesia-2016-lvekpnc.pdf>)
- Hidayat, S., F. Yunus, dan A. D. Susanto. 2012. Pengaruh Polusi Udara dalam Ruangannya terhadap Paru”. *Continuing Medical Education CDK-189/* vol. 39 no. 1. IDI (http://www.kalbemed.com/Portals/6/05_189CME-Pengaruh%20Polusi%20Udara%20dalam%20Ruangannya%20terhadap%20Paru.pdf)
- Bank Dunia. 2013. Program Energi Alternatif dan Berkelanjutan di Asia: Indonesia Menuju Akses Universal Memasak Bersih Tanpa Polusi. USA. (<http://documents.worldbank.org/curated/en/613191468285612553/pdf/792790WP0INDON0Box0382113B00PUBLIC0.pdf>)
- Republik Indonesia. Nota Keuangan Beserta RAPBN Perubahan Tahun Anggaran 2017. Buku II. (<http://www.anggaran.depkeu.go.id/content/Publikasi/NK%20APBN/2017%20NK%20RAPBNP%202017.pdf>)