

# **PENGEMBANGAN MODEL BISNIS PRODUK BIOMASSA BERBASIS HUTAN TANAMAN ENERGI PERUM PERHUTANI**

**CITASARI HENDRASETIAFITRI**



**PROGRAM STUDI PASCASARJANA ILMU PENGELOLAAN HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**

*@Hak cipta milik IPB University*

**IPB University**



**IPB University**  
Bogor Indonesia

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



### *@Hak cipta milik IPB University*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PERNYATAAN MENGENAI FRUGTVCUKDAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Pengembangan Model Bisnis Produk Biomassa Berbasis Hutan Tanaman Energi Perum Perhutani” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Citasari Hendrasetiafitri  
E1601211009

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## RINGKASAN

CITASARI HENDRASAFITRI. Pengembangan Model Bisnis Produk Biomassa Berbasis Hutan Tanaman Energi Perum Perhutani. Dibimbing oleh BRAMASTO NUGROHO, TATANG TIRYANA, dan DEDE HERMAWAN.

Perubahan paradigma ekonomi global menuju ekonomi hijau dan dekarbonisasi menuntut setiap negara termasuk Indonesia, untuk melakukan transformasi dalam sektor energi dan pengelolaan sumber daya alam. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil akan menimbulkan tekanan terhadap lingkungan. Proses transisi energi di Indonesia membutuhkan sumber energi terbarukan yang tidak bersifat intermitten. Dalam menghadapi tantangan transisi energi global dan meningkatnya kebutuhan akan sumber energi rendah karbon, pengembangan bisnis biomassa yang terintegrasi hulu–hilir menjadi strategi kunci dalam memperkuat ketahanan energi dan pencapaian ekonomi hijau. Biomassa sebagai sumber energi terbarukan yang memiliki emisi rendah selama siklus hidupnya (*life cycle assessment*), memiliki potensi pasar, baik di pasar ekspor internasional (Jepang dan Korea Selatan) dan pasar domestik melalui program cofiring PLTU.

Perum Perhutani memiliki peran strategis sebagai Holding BUMN Kehutanan yang mengelola hutan negara di Indonesia. Perum Perhutani memiliki tanggung jawab strategis tidak hanya dalam menjaga kelestarian hutan, tetapi juga dalam mengembangkan bisnis yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Ide pengembangan bisnis biomassa merupakan salah satu langkah diversifikasi produk untuk peningkatan pendapatan. Tingginya konflik sosial dan dominasi produk jangka panjang mengakibatkan rendahnya nilai produktivitas lahan akibat periode pengembalian yang lama. Hutan negara yang dikelola Perum Perhutani dikategorikan sebagai *Common Pool Resources* (CPRs), yaitu sumber daya bersama yang memiliki karakter non-ekskludabel dan subtraktabel. Tanpa sistem kelembagaan yang kuat, CPRs rentan terhadap eksploitasi berlebih yang menyebabkan penurunan sumber daya alam. Melalui pengelolaan berbasis multi usaha kehutanan (MUK) dan kolaborasi dengan masyarakat desa hutan, Perum Perhutani berperan dalam menciptakan mekanisme distribusi manfaat yang adil, menjaga kelestarian ekologi, serta memastikan efisiensi ekonomi dan sosial dalam pemanfaatan sumber daya hutan. Peluang pasar biomassa yang luas, baik ekspor maupun pemenuhan pasar domestik untuk cofiring PLTU, serta ikut berpartisipasi dalam pengembangan energi terbarukan, mendorong pergeseran arah portofolio perusahaan, yang sebelumnya didominasi oleh tanaman jangka panjang seperti Jati, Pinus, dan Mahoni, bergeser ke portofolio jangka pendek-menengah seperti tanaman energi. Pengembangan bisnis biomassa dianggap sebagai bisnis yang ramah lingkungan yang memenuhi aspek pengelolaan hutan lestari, yaitu 3P (*Planet, Profit, dan People*).

Produk biomassa *wood pellet* Indonesia memiliki keunggulan komparatif kuat (DRC dan DRCR < 1), namun daya saing kompetitif di pasar internasional masih terbatas (RCA 2016–2023 bernilai < 1). Analisis EPD menunjukkan posisi Indonesia sebagai *rising star*, sejalan dengan pertumbuhan pangsa pasar ekspor meski masih di bawah Vietnam. Hal ini menandakan potensi besar untuk meningkatkan daya saing hingga setara dengan Malaysia dan Vietnam, terutama melalui pengembangan industri biomassa terintegrasi hulu–hilir (HTE–pabrik)

guna meningkatkan pasokan, kualitas, efisiensi, dan skala ekonomi. Perhitungan emisi gas rumah kaca terutama emisi CO<sub>2</sub> berdasarkan hasil *life cycle assessment* (LCA) memperlihatkan bahwa emisi karbon yang dihasilkan biomassa *feedstock* berupa serbuk kayu adalah 228 g CO<sub>2</sub>/kWh, empat kali lebih rendah dibanding batu bara. Emisi karbon yang dihasilkan 70%-nya berasal dari proses industri pengolahan akibat penggunaan sumber listrik dari PLTU. Secara ekonomi, harga keekonomian biomassa sekitar Rp 995 ribu/ton lebih tinggi dari harga patokan tertinggi PT. PLN yaitu Rp 775.000/ton, sehingga diperlukan kebijakan fiskal antara lain peningkatan pajak karbon dari Rp 30.000/ ton CO<sub>2</sub> eq menjadi minimal USD 10/ton CO<sub>2</sub>eq, pajak karbon tersebut salah satunya dapat digunakan sebagai insentif hijau.

Pada sisi kebijakan, kebijakan energi di Indonesia belum mencerminkan sinkronisasi target ambisius transisi energi dengan instrumen implementatif di lapangan, di mana insentif fiskal, kebijakan harga, dan regulasi lintas sektor belum sepenuhnya mendukung percepatan pemanfaatan energi baru terbarukan, khususnya biomassa berbasis hutan tanaman energi (HTE). Salah satu penyebab ketimpangan adalah subsidi batu bara melalui kebijakan DMO, keterbatasan nilai ekonomi karbon, serta tumpang tindih regulasi antara sektor energi dan kehutanan yang menghambat investasi hijau. Oleh karena itu, dibutuhkan harmonisasi kebijakan lintas kementerian yang menekankan pada prinsip efisiensi, keberlanjutan, dan keadilan ekonomi, melalui penyesuaian harga energi berbasis karbon, dan penguatan mekanisme pasar karbon,

Proses pengembangan biomassa di Perum Perhutani sebagai bisnis baru (*new product development*) menggunakan pendekatan teori pengembangan produk baru menurut Burrow (2008), keputusan *go or not go* terhadap bisnis biomassa berbasis Hutan Tanaman Energi (HTE) di Perum Perhutani ditentukan melalui tiga tahapan utama, yaitu *creating product idea*, *designing new product* dan *producing new product*. Setiap tahapan dievaluasi berdasarkan kelayakan teknis, pasar, ekonomi dan kelembagaan untuk memastikan/ memutuskan apakah proyek biomassa layak dikomersialisasi/lanjutkan (*go*) atau dihentikan (*not go*). Hasil Penelitian menunjukkan bahwa secara garis besar, pengembangan bisnis ini masuk ke dalam kategori *go* karena telah memenuhi kriteria antara lain: (a) kelayakan teknis meliputi ketersediaan pasokan bahan baku dari HTE yang berkelanjutan, aspek lingkungan berupa penurunan emisi hingga empat kali lebih rendah dibandingkan batu bara; (b) potensi pasar domestik dan ekspor, khususnya ke Jepang dan Korea Selatan meningkatkan prospek komersialisasi biomassa Perum Perhutani. Namun dari sisi keekonomian harga untuk *cofiring* dan kebijakan biomassa, memiliki status *conditionally go* karena harga pembelian tertinggi (HPT) yang ditetapkan oleh PLN masih lebih rendah dari harga keekonomian biomassa *cofiring* selain itu juga masih terdapat gap kebijakan energi yang menghambat daya saing terutama energi terbarukan yang berasal dari biomassa. Dengan demikian, integrasi vertikal bisnis biomassa, penerapan MUK, dan tata kelola CPRs yang efektif menjadi fondasi utama untuk mewujudkan sistem kehutanan berkelanjutan, peningkatan nilai lahan, penerapan ekonomi sirkular yang dapat menciptakan nilai tambah ekonomi bagi Perusahaan dan masyarakat sekitar hutan serta mendukung target net zero emission 2060.

Kata kunci: biomassa, *cofiring*, CPRs, HTE, multiusaha kehutanan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## SUMMARY

CITASARI HENDRASAFITRI. *Development of a Business Model for Biomass Products Based on Energy Plantation Forests at Perum Perhutani*. Supervised by BRAMASTO NUGROHO, TATANG TIRYANA, and DEDE HERMAWAN.

The global economic paradigm shift toward a green economy and decarbonization requires every country, including Indonesia, to transform its energy and natural resource management sectors. Dependence on fossil fuels creates severe environmental pressures. The energy transition process in Indonesia demands renewable energy sources that are non-intermittent. In the face of global energy transition challenges and the growing need for low-carbon energy sources, developing an integrated upstream–downstream biomass business becomes a key strategy to strengthen energy security and achieve a greener economy. Biomass, as a renewable energy source with low life-cycle emissions (as determined by Life Cycle Assessment), holds significant market potential—both in the international export market (Japan and South Korea) and in the domestic market through the coal co-firing program in power plants.

Perhutani is a forest holding State-Owned Enterprise managing state forests in Indonesia, has a strategic responsibility not only to maintain forest sustainability but also to develop environmentally friendly and sustainable business ventures. The idea of developing a biomass business represents one of the diversification efforts aimed at enhancing revenue streams. High levels of social conflict and the dominance of long-rotation timber species have led to low land productivity due to long investment return periods.

The state forests managed by Perhutani are categorized as Common Pool Resources (CPRs)—shared resources characterized by non-excludability and subtractability. Without strong institutional frameworks, CPRs are prone to over-exploitation, leading to the depletion of natural resources. Through a multi-business forestry (MUK) approach and collaboration with local forest communities, Perhutani plays a vital role in creating fair benefit-sharing mechanisms, preserving ecological sustainability, and ensuring economic and social efficiency in forest resource utilization. The broad biomass market opportunity—both export and domestic (co-firing)—alongside participation in renewable energy development, has shifted the company’s portfolio from long-term crops such as teak, pine, and mahogany toward short- to medium-term energy crops. Biomass business development is thus regarded as an environmentally friendly venture aligned with sustainable forest management principles, emphasizing the 3Ps: Planet, Profit, and People.

Indonesia’s wood pellet biomass products exhibit strong comparative advantage ( $DRC$  and  $DRCR < 1$ ), yet their competitive advantage in international markets remains limited ( $RCA$  for 2016–2023 is generally  $< 1$ ). Export Product Dynamic (EPD) analysis places Indonesia in a ‘rising star’ position, reflecting export market share growth alongside increasing global demand, albeit still lagging behind Vietnam. This indicates significant potential to enhance competitiveness to a level comparable with Vietnam and Malaysia, particularly through the development of an integrated upstream–downstream biomass industry (HTE–plant) to improve supply continuity, product quality, supply chain

efficiency, and economies of scale. Greenhouse gas (GHG) emission analysis—particularly CO<sub>2</sub> emissions—based on Life Cycle Assessment (LCA) shows that biomass feedstock in the form of woodchips emits 228 g CO<sub>2</sub>/kWh, which is four times lower than coal (70% of emissions originate from industrial processing due to electricity sourced from coal-fired plants). Economically, the production cost of biomass—around IDR 995.000/ton—is higher than PLN’s maximum benchmark price (IDR 775.000/ton). Therefore, fiscal policy intervention is required, including increasing the carbon tax from IDR 30.000/ton CO<sub>2</sub>eq to at least USD 10/ton CO<sub>2</sub> eq, part of which can be allocated as green incentives.

From a policy perspective, Indonesia’s energy policy has yet to reflect synchronization between ambitious transition targets and practical implementation instruments. Fiscal incentives, pricing policies, and cross-sectoral regulations have not fully supported the acceleration of renewable energy utilization, particularly forest-based biomass from HTE. One key barrier lies in coal subsidies through the Domestic Market Obligation (DMO) policy, the limited economic value of carbon, and overlapping regulations between the energy and forestry sectors that hinder green investment. Therefore, harmonizing cross-ministerial policies emphasizing efficiency, sustainability, and economic equity—through carbon-based energy pricing and strengthened carbon-market mechanisms—is urgently needed.

The biomass development process in Perhutani, as a new business (new product development), adopts Burrow’s (2008) New Product Development Theory. The go or not go decision regarding biomass business based on HTE is determined through three main stages: creating product ideas, designing new products, and producing new products. Each stage is evaluated in terms of technical, market, economic, and institutional feasibility to determine whether the biomass project should proceed (go) or be discontinued (not go). Research findings show that overall, this business development falls under the go category, meeting criteria such as: (a) Technical feasibility, including sustainable HTE feedstock supply and environmental benefits (emission reduction up to four times lower than coal); (b) Strong domestic and export market potential—particularly to Japan and South Korea—enhancing Perhutani’s biomass commercialization prospects. However, from an economic standpoint, biomass co-firing prices and related policy frameworks remain conditionally since PLN’s highest purchase price (HPT) is still below the biomass economic price. Moreover, policy gaps in the energy sector continue to hinder competitiveness, especially for renewable energy derived from biomass.

In conclusion, vertical integration of the biomass business, the application of the MUK approach, and effective CPRs governance form the essential foundation for achieving sustainable forestry systems, enhancing land value, promoting a circular economy, generating economic value for both the company and forest communities, and supporting Indonesia’s Net Zero Emission 2060 target.

*Keywords:* biomass, cofiring, CPRs, energy plantation forest, multi-forestry enterprise



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



# **PENGEMBANGAN MODEL BISNIS PRODUK BIOMASSA BERBASIS HUTAN TANAMAN ENERGI PERUM PERHUTANI**

**CITASARI HENDRASETIAFITRI**

Disertasi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Doktor pada  
Program Ilmu Pengelolaan Hutan

**PROGRAM STUDI PASCASARJANA ILMU PENGELOLAAN HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.Ftrop
2. Ir. Satya Widya Yudha, M.Sc, PhD

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

1. Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.Ftrop
2. Ir. Satya Widya Yudha, M.Sc, PhD

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





Judul Disertasi : Pengembangan Model Bisnis Produk Biomassa Berbasis Hutan  
Tanaman Energi Perum Perhutani

Nama : Citasari Hendrasafitri  
NIM : E1601211009

Disetujui oleh

Pembimbing 1 :  
Prof. Dr. Ir. Bramasto Nugroho, M.S

Pembimbing 2 :  
Dr. Tatang Tiryana, S.Hut., M.Sc

Pembimbing 3 :  
Prof.Dr.Ir. Dede Hermawan, M.Sc.Ftrop

Diketahui oleh

Ketua Program Studi :  
  
Prof. Dr.Ir. Hendrayanto, M.Agr  
NIP.196111261986011001  
  
Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan:

Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.Ftrop  
NIP. 197003291996081001

  

Tanggal Ujian:  
10 Juni 2026

Tanggal Lulus: 09 JUL 2026

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan disertasi ini dengan judul Pengembangan Model Bisnis Produk Biomassa Berbasis Hutan Tanaman Energi Perum Perhutani. Disertasi disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan disertasi ini baik secara moral maupun material. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Perum Perhutani tempat saya berkarya dan mengabdikan yang telah memberikan kesempatan dan dukungan tak terhingga dalam penyelesaian studi ini.
2. Orang tua dan Mertua tercinta Ibu Sri Mulyani Setyowati, Bapak Ibnu Hendratmoko, Ibu Sri Hastuti dan Almarhum Bapak Soeharto Tjipto.
3. Suami tercinta Arrya Yudhisthira dan kedua putri saya Raden Roro Karina Fitrianie Putri dan Raden Roro Belva Aurelya Putri atas cinta, kesabaran dan dukungan tiada henti yang menjadi sumber kekuatan dalam setiap langkah perjuangan ini. Kalian adalah alasan dan semangat dibalik setiap upaya, doa dan keberhasilan yang terwujud.
4. Prof. Dr. Ir. Bramasto Nugroho, M.S; Dr. Tatang Tiryan, S.Hut., M.Sc dan Prof.Dr.Ir. Dede Hermawan, M.Sc.F selaku komisi pembimbing atas segala bimbingan, nasehat, dan ilmu bermanfaat yang telah diberikan.
5. Dosen-dosen Fakultas Kehutanan dan Lingkungan IPB yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Rekan-rekan kerja di Perum Perhutani khususnya Divisi Pengendalian Kinerja, Divisi Pengembangan Bisnis, Perhutani Forest Intitute (PeFI).

Semua bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis merupakan hal yang sangat berharga dalam perjalanan studi penulis, semoga Allah memberikan balasan atas semuanya. Pada akhirnya, penulis berharap semoga karya ini dapat berguna dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang ekonomi kehutanan, bioenergi, dan kebijakan transisi energi berkelanjutan.

Bogor, Juli 2026

Citasari Hendrasetiafitri

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| DAFTAR TABEL                                      | xv   |
| DAFTAR GAMBAR                                     | xvii |
| I PENDAHULUAN                                     | 1    |
| 1.1. Latar Belakang                               | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah                               | 3    |
| 1.3 Tujuan  | 12   |
| 1.4 Manfaat                                       | 12   |
| 1.5 Ruang Lingkup                                 | 12   |
| 1.6 Sistematika Penulisan                         | 13   |
| 1.7 State of the Art ( <i>Novelty</i> )           | 13   |
| 1.7.1 Kebaruan Fokus                              | 15   |
| 1.7.2 Kebaruan <i>Advance</i>                     | 15   |
| 1.7.3 Kebaruan <i>Scholar</i>                     | 16   |
| II TINJAUAN PUSTAKA                               | 17   |
| 2.1 Teori <i>New Product Development (NPD)</i>    | 17   |
| 2.1.1 Model Bisnis Kanvas                         | 17   |
| 2.1.2 Analisis Industri dan Kompetitor Porter     | 18   |
| 2.1.3 <i>Brand Positioning</i>                    | 19   |
| 2.2 Pengelolaan Sumber Daya Hutan                 | 19   |
| 2.2.1 <i>Sustainable Business Model</i>           | 20   |
| 2.2.2 Manajemen Operasi dan Rantai Pasok          | 22   |
| 2.2.3 Kolaborasi dan Kelembagaan                  | 23   |
| 2.3 Pengembangan Tanaman Biomassa untuk Energi    | 25   |
| 2.3.1. Pengertian Biomassa                        | 25   |
| 2.3.2. Spesies Gamal ( <i>Gliricidia sepium</i> ) | 25   |
| 2.3.3. Biomassa untuk Energi                      | 26   |
| 2.3.4. <i>Life Cycle Assesment (LCA)</i>          | 29   |
| 2.4 Kerangka Pemikiran                            | 30   |
| III METODE  | 34   |
| 3.1 Waktu dan Tempat                              | 34   |
| 3.2 Jenis Data dan Instrumen Penelitian           | 34   |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.3    | Prosedur Pengumpulan dan analisis data  | 34 |
| 3.3.1  | <i>Creating Product Ideas</i>   | 34 |
| 3.3.2  | <i>Product Research</i>   | 37 |
| 3.3.3  | <i>Designing New Product</i>  | 38 |
| 3.3.4  | <i>Producing New Product</i>  | 38 |
| 3.3.5  | <i>Evaluation for improvement</i>   | 38 |
| IV     | ANALISIS KEBIJAKAN ENERGI TERBARUKAN DI INDONESIA:<br>PENGEMBANGAN BIOMASSA UNTUK <i>COFIRING</i><br>PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) | 39 |
|        | Abstrak   | 39 |
| 4.1    | Pendahuluan   | 39 |
| 4.2    | Metode Penelitian   | 41 |
| 4.3    | Hasil dan Pembahasan  | 41 |
| 4.3.1. | <i>Cofiring</i> sebagai Kebijakan Transisi Energi di Indonesia  | 41 |
| 4.3.2. | Analisa Kebijakan Energi Terbarukan di Indonesia  | 43 |
| 4.4.   | Kesimpulan  | 46 |
| V      | PELUANG DAN TANTANGAN BISNIS BIOMASSA HUTAN<br>TANAMAN ENERGI SEBAGAI UPAYA DEKARBONISASI   | 47 |
|        | Abstrak   | 47 |
| 5.1    | Pendahuluan   | 47 |
| 5.2    | Metode Penelitian   | 48 |
| 5.2.1  | <i>Life Cycle Assesment</i> Biomassa <i>Cofiring</i> dari HTE   | 48 |
| 5.2.2  | Pengolahan Data   | 50 |
| 5.2.3  | Asumsi  | 50 |
| 5.2.4  | Harga Keekonomian Biomassa <i>Cofiring</i> dari HTE   | 51 |
| 5.2.5  | Studi Banding Kebijakan Transisi Energi di Australia  | 52 |
| 5.3    | Hasil dan Pembahasan  | 52 |
| 5.3.1  | <i>Life Cycle Assesment (LCA)</i>   | 52 |
| 5.3.2  | Harga Keekonomian Serbuk Kayu <i>Cofiring</i> dari HTE  | 67 |
| 5.3.3  | Nilai Lahan Pengusahaan Hutan Multiusaha Kehutanan  | 76 |
| 5.3.4  | Studi Banding Pelaksanaan transisi Energi di Australia  | 84 |
| 5.4    | Kesimpulan  | 88 |
| VI     | DAYA SAING PRODUK BIOMASSA DARI HUTAN TANAMAN<br>ENERGI DI PERUM PERHUTANI  | 90 |
|        | Abstrak   | 90 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 6.1    | Pendahuluan  | 90  |
| 6.2    | Metode Penelitian  | 91  |
| 6.2.2  | RCA ( <i>revealed comparative advantage</i> )                                | 92  |
| 6.2.3  | EPD ( <i>export product dynamic</i> )  | 93  |
| 6.3    | Hasil dan Pembahasan   | 94  |
| 6.3.1  | <i>Domestic Resource Cost</i> (DRC)  | 94  |
| 6.3.2  | <i>Revealed Comparative Advantage</i> (RCA)                                  | 96  |
| 6.3.3  | <i>Export Product Dynamic</i> (EPD)  | 97  |
| 6.4    | Kesimpulan   | 101 |
| VII    | PENGEMBANGAN BISNIS BARU: BIOMASSA HUTAN TANAMAN ENERGI                      | 102 |
|        | Abstrak  | 102 |
| 7.1    | Pendahuluan  | 102 |
| 7.2    | Metode Penelitian  | 103 |
| 7.2.1  | <i>Creating Product Ideas</i>  | 103 |
| 7.2.2  | <i>Designing New Product</i>   | 104 |
| 7.2.3  | <i>Producing New Product</i>   | 105 |
| 7.3.   | Hasil dan Pembahasan   | 106 |
| 7.3.1. | <i>Creating Product Ideas</i>  | 106 |
| 7.3.2  | <i>Designing New Product</i>   | 118 |
| 7.3.3  | <i>Producing New Product</i>   | 128 |
| 7.4.   | Kesimpulan   | 154 |
| VIII.  | MODEL BISNIS PENGEMBANGAN BIOMASSA DARI HUTAN TANAMAN ENERGI SEBUAH SINTESIS | 155 |
| 8.1    | Pendahuluan  | 155 |
| 8.2    | Hasil dan Pembahasan   | 155 |
| 8.2.1  | Multi Usaha Kehutanan  | 155 |
| 8.2.2  | Kelembagaan  | 157 |
| 8.2.3  | <i>Collaboration Action</i> untuk Mengelola Interaksi                        | 160 |
| 8.2.4  | Pengembangan Model Bisnis Biomassa berbasis HTE                              | 161 |
| 8.2.5  | Tahapan Implementasi Model Bisnis Ekosistem HTE                              | 186 |
| 8.3    | Kesimpulan   | 188 |
| IX     | SIMPULAN DAN SARAN   | 167 |
| 9.1.   | Simpulan   | 167 |

|                |     |
|----------------|-----|
| 9.2. Saran     | 168 |
| DAFTAR PUSTAKA | 171 |
| LAMPIRAN       | 186 |
| RIWAYAT HIDUP  | 238 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Dimensi dari kriteria evaluasi  | 17 |
| Tabel 2.2 Parameter kualitas <i>wood pellet</i> berdasarkan segmentasi (Ideas Semesta Energi 2021)                      | 28 |
| Tabel 2.3 Contoh pasar <i>wood pellet</i> domestik  | 29 |
| Tabel 2.4 Konsep pengembangan produk baru   | 32 |
| Tabel 3.1 Teknik pengumpulan dan analisis data penelitian   | 37 |
| Tabel 5. 1 Deskripsi asumsi yang digunakan dalam penelitian ini 51  |    |
| Tabel 5. 2 Komponen biaya HPP   | 52 |
| Tabel 5. 3 Jadwal budidaya biomassa dalam siklus  | 54 |
| Tabel 5. 4 Inventarisasi siklus hidup perkebunan biomassa seluas 1 ha dalam satu siklus                                 | 55 |
| Tabel 5. 5 <i>Life cycle inventory</i> produksi 1 (satu) ha tanaman biomassa untuk 1 (satu) siklus tanam                | 56 |
| Tabel 5. 6. Rencana energi nasional   | 56 |
| Tabel 5. 7 Inventaris siklus hidup manajemen akhir masa pakai 1 (satu) ha perkebunan biomassa                           | 57 |
| Tabel 5.8 Hasil perhitungan LCA menggunakan Simapro <i>ecoinvent midpoint</i>   | 59 |
| Tabel 5. 9 <i>Global warming impact</i> pada 1 (satu) ha tanaman biomassa untuk 1 (satu) siklus (kg CO <sub>2</sub> eq) | 60 |
| Tabel 5. 10 <i>Global warming impact</i> pada tahapan kegiatan pengembangan HTE   | 61 |
| Tabel 5. 11 Perbandingan dampak pemanasan global per kg produk  | 62 |
| Tabel 5. 12 Perbandingan penghematan emisi gas rumah kaca   | 63 |
| Tabel 5. 13 Simulasi total biaya pengadaan bahan bakar PLTU Rembang   | 65 |
| Tabel 5. 14 Pengukuran biomassa akar  | 66 |
| Tabel 5. 15 Penentuan harga bahan baku <i>green biomass</i>   | 67 |
| Tabel 5. 16 Biaya investasi pabrik  | 68 |
| Tabel 5. 17 Biaya bahan baku biomassa   | 69 |
| Tabel 5. 18 Penentuan biaya pengolahan produk (OpEx)  | 69 |
| Tabel 5. 19 Penentuan biaya transportasi biomassa hijau   | 70 |
| Tabel 5. 20 Penentuan biaya pengangkutan serbuk kayu  | 70 |
| Tabel 5. 21 Asumsi finansial  | 71 |
| Tabel 5. 22 Pernyataan Pemasukan Proyek   | 73 |
| Tabel 5. 23 <i>Cash flow forecast</i>   | 74 |
| Tabel 5. 24 Biaya ekonomi HTE dari serbuk kayu  | 75 |
| Tabel 5. 25 Biaya ekonomi HTE dari serbuk kayu  | 75 |
| Tabel 5. 26 Komponen dinamika sub model budidaya Cabai Hijau  | 78 |
| Tabel 5. 27 Komponen dinamika sub model budidaya Jagung   | 79 |
| Tabel 5. 28 Komponen dinamika sub model budidaya buah Durian  | 80 |
| Tabel 5. 29 Asumsi <i>wood pellet</i>   | 80 |
| Tabel 5. 30 Perhitungan biaya produksi <i>wood pellet</i>   | 81 |
| Tabel 5. 31 Luas klaster dan rincian komoditas  | 82 |
| Tabel 5. 32 Kelayakan finansial   | 82 |
| Tabel 5. 33 Analisis sensitivitas kelayakan finansial   | 83 |
| Tabel 5. 34 Hasil simulasi nilai lahan per ha (dalam ribuan)  | 84 |

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 5. 35 Perbandingan kondisi transisi energi di Australia dan Indonesia                | 86  |
| Tabel 6.1 Komponen biaya produksi <i>wood pellet</i>                                       | 94  |
| Tabel 6.2 Perhitungan DRCCR <i>wood pellet</i>   | 95  |
| Tabel 6.3 Hasil perhitungan RCA  | 97  |
| Tabel 6.4 Koordinat matriks EDP  | 98  |
| Tabel 6.5 Tujuan ekspor Vietnam dan Indonesia  | 100 |
| Tabel 7. 1 Konsep pengembangan produk baru   | 102 |
| Tabel 7. 2 Peran dan kepentingan masing-masing stakeholder                                 | 114 |
| Tabel 7. 3 Keberhasilan Tanaman Biomassa Tahun 2023  | 119 |
| Tabel 7. 4 Matrik Pengaruh Antar Variabel  | 122 |
| Tabel 7. 5 Parameter indikator pada 3 (tiga) skenario                                      | 124 |
| Tabel 7. 6 Karakteristik <i>wood pellet</i>  | 125 |
| Tabel 7. 7 Karakteristik <i>wood pellet</i> dengan perlakuan                               | 126 |
| Tabel 7. 8 Karakteristik <i>wood pellet</i> terbaik  | 127 |
| Tabel 7. 9 Faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi pabrik                                | 128 |
| Tabel 7. 10 Skoring kesesuaian lokasi pabrik   | 131 |
| Tabel 7. 11 Perbandingan total biaya pemanenan dan angkutan                                | 134 |
| Tabel 7. 12 Data produksi pemenuhan pembelian PT. RPI                                      | 136 |
| Tabel 7. 13 Aspek audit sertifikasi dalam tata usaha hasil hutan kayu energi               | 139 |
| Tabel 7. 14 Integrasi vertikal hulu dan integrasi vertikal hilir                           | 140 |
| Tabel 7. 15 Pro kontra integrasi vertikal pada pengelolaan hutan negara                    | 144 |
| Tabel 7. 16 Pro dan kontra integrasi vertikal bahan baku                                   | 145 |
| Tabel 7. 17 Pendekatan kolektif untuk pengelolaan hutan CPRs menurut                       | 146 |
| Tabel 7. 18 Penerapan prinsip common pool resources (CPRs) pada hutan tanaman energi (HTE) | 147 |
| Tabel 7. 19 Variabel pengelolaan CPRs di Indonesia   | 149 |
| Tabel 7. 20 Framework SES pada pengelolaan hutan tanaman energi                            | 151 |
| Tabel 7. 21 Parameter conditionally go dan go  | 153 |
| Tabel 8.1 Proses transformasi pengelolaan hutan bersama masyarakat (PHBM) Perum Perhutani  | 158 |
| Tabel 8. 2 Dorongan kerjasama (Schimid 2004)   | 161 |
| Tabel 8. 3 Perbedaan antara <i>pipeline</i> dan <i>platform</i>                            | 162 |
| Tabel 8. 4 <i>Model bisnis ecocanvas</i> (Stephan <i>et al.</i> (2019)                     | 166 |
| Tabel 8. 5 Potensi pasar dalam negeri  | 168 |
| Tabel 8. 6 Model bisnis <i>ecocanvas</i> pengembangan biomassa                             | 170 |
| Tabel 8. 7 Volume ekspor <i>wood pellet</i> Indonesia dan Vietnam ke Jepang dan Korea      | 171 |
| Tabel 8. 8 Perbandingan sruktur biaya <i>wood pellet</i>                                   | 177 |
| Tabel 8. 9 Pemangku kepentingan  | 178 |
| Tabel 8. 10 Kelayakan finansial  | 185 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |     |
|--|-----|
| Gambar 1.1 Kebijakan pengembangan energi baru dan terbarukan di Indonesia  | 2   |
| Gambar 1.2 Pangsa pasar <i>wood pellet</i> dunia (UN Trade, diolah)  | 5   |
| Gambar 1.3 Lokasi <i>Cofiring</i> PLTU   | 6   |
| Gambar 1.4 Proses bisnis biomassa hutan tanaman energi (data diolah)   | 7   |
| Gambar 1.5 Rincian luas tanaman setiap KPH   | 8   |
| Gambar 2.1 Model bisnis kanvas <i>template</i>   | 18  |
| Gambar 2.2 <i>Porter's Five Forces</i> (Porter 1980)   | 19  |
| Gambar 2.3 <i>Sustainable business model key features</i> (Goni <i>et al.</i> 2021)  | 21  |
| Gambar 2.4 Hubungan interaksi antara produsen dan konsumen   | 24  |
| Gambar 2.5 Pasar <i>wood pellet</i> (segmentasi geografis)   | 26  |
| Gambar 2.6 Volume kebutuhan <i>wood pellet</i> dunia   | 27  |
| Gambar 2.7 Daur hidup produk   | 31  |
| Gambar 2.8 Kerangka pemikiran  | 32  |
| Gambar 4.1 Kontribusi setiap kategori dalam eemisi GRK 2019  | 40  |
| Gambar 4.2 Emisi GRK pada kategori produsen energi.  | 40  |
| Gambar 4.3 <i>Levelized cost of electricity</i> (LCOE) energi terbarukan dan energi fosil di Indonesia   | 43  |
| Gambar 5.1 Model LCA ISO 14040 (2006)  | 49  |
| Gambar 5.2 Penilaian siklus hidup (LCA) serbuk gergaji biomassa dari Gamal ( <i>Gliricidia sepium</i> ) di Indonesia (Hendrasetiafitri <i>et al.</i> 2025) | 49  |
| Gambar 5.3 Skema metode perhitungan harga keekonomian  | 52  |
| Gambar 5.4 Sistem batas produksi serbuk kayu   | 53  |
| Gambar 5.5. Proses produksi serbuk kayu  | 56  |
| Gambar 5.6. Komposisi <i>impact assesment</i> menggunakan Simapro <i>ecoinvent midpoint</i>  | 58  |
| Gambar 5.7 Perbandingan emisi CO <sub>2</sub> biomassa dan batubara (gr CO <sub>2</sub> /kg)   | 61  |
| Gambar 5.8 Pengukuran biomassa di KPH Purwakarta   | 66  |
| Gambar 5.9 Pengolahan serbuk kayu  | 68  |
| Gambar 5.10 Klausa loop MUK pada <i>cluster</i> hutan tanaman energi   | 77  |
| Gambar 6.1 Matriks daya tarik pasar dan kekuatan bisnis pada EPD   | 93  |
| Gambar 6.2 Importir <i>wood pellet</i> dunia   | 98  |
| Gambar 6.3 Matriks EPD   | 99  |
| Gambar 7.1 'Five Forces' Porter  | 104 |
| Gambar 7.2 Contoh modeling <i>mental modeler</i>   | 105 |
| Gambar 7.3 Analisis porter's   | 108 |
| Gambar 7.4 Negara inportir <i>wood pellet</i>  | 109 |
| Gambar 7.5 Hubungan antar <i>stakeholder</i> dan isu utama   | 113 |
| Gambar 7.6 <i>Mental modeler model</i>   | 120 |
| Gambar 7.7 <i>Chain flow</i> pengaruh komponen   | 120 |
| Gambar 7.8 Pengaruh antar komponen   | 121 |
| Gambar 7.9 Karakteristik kadar abu <i>wood pellet</i> gamal dan kaliandra merah <i>pre-treatment</i> (pengulitan dan perendaman)                           | 127 |
| Gambar 7.10 Lokasi rencana pabrik serbuk kayu  | 130 |

|   |     |
|---|-----|
| Gambar 7. 11 Proses pemanenan <i>cut to length</i> (CTL)                    | 134 |
| Gambar 7. 12 Angkutan kayu sistem <i>full tree</i> tanpa pencacahan         | 135 |
| Gambar 7. 13 Sertifikasi FSC untuk <i>fuel wood</i> Perhutani               | 138 |
| Gambar 7. 14 Integrasi vertikal rantai pasok pengembangan bisnis biomas     | 142 |
| Gambar 7. 15 <i>Framework social ecological systems</i> - SES (Ostrom 2009) | 149 |
| Gambar 7. 16 Frame SES integrasi vertikal bisnis biomassa                   | 150 |
| Gambar 8. 1 Mengukur ketahanan kelembagaan (Ostrom 2000)                    | 162 |
| Gambar 8. 2 Perkembangan model bisnis                                       | 163 |
| Gambar 8. 3 Kompor wood pellet milik PT EMI                                 | 169 |
| Gambar 8. 4 Matriks pengaruh <i>stakeholder</i>                             | 179 |
| Gambar 8. 5 <i>Biomass circular economy</i>                                 | 184 |
| Gambar 8. 6 <i>Roadmap</i> Implementasi                                     | 187 |