

PENGEMBANGAN MODEL BIOEKONOMI Sirkular PADA EKOSISTEM PRODUKSI BIOMASSA KERAKYATAN

RISTA FITRIA



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN DAN BISNIS
SEKOLAH BISNIS
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 :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- 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

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengembangan Model Bioekonomi Sirkular pada Ekosistem Produksi Biomassa Kerakyatan” 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 tesis ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Rista Fitria
K1501232135



RINGKASAN

RISTA FITRIA. Pengembangan Model Bioekonomi Sirkular pada Ekosistem Produksi Biomassa Kerakyatan. Dibimbing oleh SITI JAHROH dan MEIKA SYAHBANA RUSLI.

Indonesia memiliki potensi biomassa sekitar 146,7 juta ton per tahun dengan potensi energi setara 56,97 GW, sehingga berpeluang menjadi sumber energi terbarukan yang strategis untuk mendukung ketahanan energi dan pencapaian target penurunan emisi. Namun, hingga tahun 2024 bauran energi baru terbarukan (EBT) baru mencapai 14,1%, masih di bawah target 23% pada tahun 2025, sementara kontribusi biomassa terhadap pasokan energi nasional masih rendah akibat keterbatasan rantai pasok, lemahnya kelembagaan, belum berkembangnya kebijakan insentif, dan rendahnya nilai tambah di tingkat masyarakat. Salah satu upaya transisi energi yang telah diterapkan adalah teknologi co-firing pada PLTU melalui substitusi sebagian batu bara dengan biomassa. Untuk mengatasi berbagai tantangan tersebut, diperlukan pendekatan bioekonomi sirkular yang mengoptimalkan pemanfaatan biomassa melalui efisiensi sumber daya, minimisasi limbah, dan peningkatan nilai tambah. Pendekatan ini menempatkan masyarakat sebagai pelaku utama dalam budidaya, pengolahan, dan pemanfaatan biomassa sehingga mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat, memperkuat ketahanan energi lokal, dan memberikan manfaat lingkungan secara berkelanjutan.

Studi ini menganalisis daya saing biomassa sebagai sumber bioenergi di Indonesia dibandingkan dengan beberapa negara sebanding, mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan ekosistem produksi biomassa berbasis komunitas, dan mengembangkan model bioekonomi biomassa yang sesuai untuk sistem produksi biomassa berbasis komunitas. Model bioekonomi dievaluasi menggunakan pendekatan *triple bottom line* (ekonomi, sosial, dan lingkungan) untuk mengidentifikasi model yang paling berkelanjutan. Manfaat sosial dinilai melalui penciptaan lapangan kerja dan peningkatan kesejahteraan masyarakat, manfaat ekonomi dievaluasi menggunakan pendekatan nilai ekonomi total, dan manfaat lingkungan diukur melalui potensi penyerapan karbon. Indikator dari setiap dimensi dinormalisasi menggunakan metode *Min-Max* dan diagregasikan menjadi indeks komposit untuk mengidentifikasi model bioekonomi yang paling berkelanjutan. Jumlah responden pada penelitian ini sebanyak 7 orang yang terdiri dari kementerian, badan usaha milik negara, pemerintah desa, universitas dan masyarakat. Penelitian ini dilaksanakan sejak Mei 2025 sampai Mei 2026.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Indonesia memiliki keunggulan komparatif yang kuat dalam hal ketersediaan biomassa dan keragaman bahan baku. Potensi biomassa yang dimiliki Indonesia sebesar 301 juta ton dengan dominasi biomassa berasal dari limbah kelapa sawit, limbah padi dan limbah kehutanan. Besarnya potensi ini belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal sehingga menyebabkan kontribusi biomassa terhadap total pasokan energi masih relatif rendah dan dukungan kebijakan serta mekanisme insentif kurang berkembang dibandingkan dengan negara pembanding lainnya yaitu Thailand dan India.

Keberhasilan pengembangan ekosistem biomassa berbasis masyarakat terutama dipengaruhi oleh kebijakan insentif, ketersediaan bahan baku yang berkelanjutan, dinamika pasar, keterlibatan masyarakat, dan tata kelola

@Hak cipta milik IPB University



kelembagaan yang efektif. Hasil wawancara dengan berbagai narasumber menunjukkan pada tingkat pembuat kebijakan dan industri secara umum menunjukkan kebijakan insentif dan ketersediaan bahan baku yang berkelanjutan merupakan faktor utama. Sedangkan bagi pemilik biomassa dinamika pasar merupakan faktor kunci dari berjalannya suatu ekosistem. Dalam implementasinya, tata kelola biomassa juga membutuhkan model kolaborasi lintas pemangku kepentingan atau pendekatan pentahelix yang melibatkan pemerintah pusat, BUMN energi, akademisi, swasta, lembaga pendamping, dan masyarakat desa

Berdasarkan agregasi manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan, model bioekonomi sirkular yang mengintegrasikan tanaman energi, tanaman pangan, dan ternak muncul sebagai model yang paling berkelanjutan. Model bioekonomi sirkular yang diusulkan dirancang untuk memperkuat sistem penyediaan biomassa secara berkelanjutan melalui budidaya tanaman energi secara tumpang sari, penguatan peran kelembagaan serta peningkatan nilai tambah produk yang dihasilkan. Integrasi ini menghasilkan nilai ekonomi tertinggi, meningkatkan penyerapan karbon, memperluas kesempatan kerja, dan mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap satu sumber pendapatan. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi biomassa, pangan, dan peternakan dalam kerangka bioekonomi sirkular dapat menjadi strategi transisi energi yang tidak hanya mendukung dekarbonisasi, tetapi juga memperkuat pembangunan ekonomi pedesaan yang inklusif dan berkelanjutan.

Penelitian ini membawa implikasi bahwa pengembangan biomassa sebagai sumber bioenergi perlu dilakukan melalui pendekatan bioekonomi sirkular yang tidak hanya berorientasi pada peningkatan pasokan biomassa, tetapi juga pada pembentukan ekosistem yang mampu menciptakan nilai tambah secara berkelanjutan. Model yang dikembangkan dapat menjadi acuan bagi pemerintah, pelaku usaha, dan masyarakat dalam merancang strategi pengelolaan biomassa berbasis masyarakat melalui penguatan kelembagaan, pengembangan model bisnis, integrasi rantai nilai, dan kebijakan insentif yang mendukung terciptanya sistem biomassa yang berdaya saing, berkelanjutan, dan adaptif terhadap kebutuhan transisi energi nasional.

Kata kunci: bioenergi, co-firing, keberlanjutan, transisi energi, *triple bottom line*.



SUMMARY

RISTA FITRIA. Development of a Circular Bioeconomy Model in a Community-Based Biomass Production Ecosystem. Supervised by SITI JAHROH and MEIKA SYAHBANA RUSLI.

@Hak cipta milik IPB University

Indonesia had an estimated biomass potential of approximately 146.7 million tons per year, with an energy potential equivalent to 56.97 GW, making biomass a strategic renewable energy source for supporting energy security and achieving greenhouse gas emission reduction targets. However, by 2024, the share of new and renewable energy in the national energy mix had reached only 14.1%, remaining below the 23% target for 2025. Meanwhile, the contribution of biomass to the national energy supply remained relatively low due to supply chain constraints, weak institutional arrangements, underdeveloped incentive policies, and limited value creation at the community level. One of the energy transition initiatives that had been implemented was biomass co-firing in coal-fired power plants through the partial substitution of coal with biomass. To address these challenges, a circular bioeconomy approach was required to optimize biomass utilization through resource efficiency, waste minimization, and value-added enhancement. This approach positioned local communities as the primary actors in biomass cultivation, processing, and utilization, thereby improving community welfare, strengthening local energy security, and generating sustainable environmental benefits.

This study analyzed the competitiveness of biomass as a bioenergy source in Indonesia compared with selected peer countries, identified the factors influencing the success of community-based biomass production ecosystems, and developed an appropriate biomass bioeconomy model for community-based production systems. The bioeconomy models were evaluated using the Triple Bottom Line approach, encompassing economic, social, and environmental dimensions, to identify the most sustainable model. Social benefits were assessed through employment generation and improvements in community welfare, economic benefits were evaluated using the Total Economic Value approach, and environmental benefits were measured based on carbon sequestration potential. Indicators from each dimension were normalized using the Min–Max method and aggregated into a composite index to determine the most sustainable bioeconomy model. The study involved seven respondents representing government ministries, state-owned enterprises, village governments, universities, and local communities. The research was conducted from May 2025 to May 2026.

The results showed that Indonesia possessed a strong comparative advantage in terms of biomass availability and feedstock diversity. Indonesia's biomass potential was estimated at 301 million tons, predominantly derived from oil palm residues, rice residues, and forestry residues. However, this substantial potential had not been fully utilized, resulting in the relatively low contribution of biomass to the national energy supply. Furthermore, policy support and incentive mechanisms remained less developed than those in the comparison countries, namely Thailand and India.

The successful development of community-based biomass ecosystems was primarily influenced by incentive policies, sustainable feedstock availability, market dynamics, community participation, and effective institutional governance.



Interviews with various stakeholders indicated that policymakers and industry representatives generally considered incentive policies and sustainable feedstock availability to be the most influential factors. In contrast, biomass producers considered market dynamics to be the key factor determining the sustainability of the ecosystem. In practice, biomass governance also required a collaborative multi-stakeholder model, or the Pentahelix approach, involving the central government, state-owned energy enterprises, academic institutions, the private sector, facilitating organizations, and local communities.

Based on the aggregated economic, social, and environmental benefits, the circular bioeconomy model integrating energy crops, food crops, and livestock emerged as the most sustainable alternative. The proposed circular bioeconomy model was designed to strengthen the sustainable biomass supply system through intercropping-based energy crop cultivation, strengthened institutional roles, and increased value addition of biomass-derived products. This integrated model generated the highest economic value, enhanced carbon sequestration, expanded employment opportunities, and reduced community dependence on a single source of income. These findings indicated that integrating biomass, food crops, and livestock within a circular bioeconomy framework could serve as an effective energy transition strategy that not only supported decarbonization but also promoted inclusive and sustainable rural economic development.

This study provided implications for the development of biomass as a bioenergy source by demonstrating that biomass development should be pursued through a circular bioeconomy approach that was not solely oriented toward increasing biomass supply, but also toward establishing an ecosystem capable of creating sustainable value. The proposed model could serve as a reference for policymakers, business actors, and local communities in designing community-based biomass management strategies through strengthened institutional arrangements, business model development, integrated value chains, and supportive incentive policies to foster a competitive, sustainable, and resilient biomass system capable of meeting the demands of the national energy transition.

Keywords: bioenergy, co-firing, energy transition, sustainability, triple bottom line.

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 BIOEKONOMI SIRKULAR PADA EKOSISTEM PRODUKSI BIOMASSA KERAKYATAN

RISTA FITRIA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Manajemen
pada
Program Studi Manajemen dan Bisnis

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN DAN BISNIS
SEKOLAH BISNIS
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

- 1 Prof. Dr. Ir. Harianto, M.S.
- 2 Dr. Linda Karlina Sari, S. Stat., M.Si.

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 Tesis : Pengembangan Model Bioekonomi Sirkular pada Ekosistem
Produksi Biomassa Kerakyatan
Nama : Rista Fitria
NIM : K1501232135

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Siti Jahroh, B.Sc., M.Sc.



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Meika Syahbana Rusli, M.Sc. Agr.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Pascasarjana
Manajemen dan Bisnis:
Prof. Dr. Ir. Ujang Sumarwan, M.Sc.
NIP 196009161986011001



Dekan Sekolah Bisnis:
Prof. Dr. Ir. Noer Azam Achsani, M.S.
NIP 196812291992031016



Tanggal Ujian: 14 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan. Penelitian ini berjudul “Pengembangan Model Bioekonomi Sirkular pada Ekosistem Produksi Biomassa Kerakyatan”.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Dr. Siti Jahroh, B.Sc., M.Sc. dan Dr. Ir. Meika Syahbana Rusli, M.Sc. Agr, selaku komisi pembimbing, atas segala arahan, bimbingan, masukan, dan koreksi yang sangat berharga selama proses penyusunan tesis ini, Prof. Dr. Ir. Harianto, M.S. dan Dr. Linda Karlina Sari, S. Stat., M.Si., selaku tim penguji, atas saran dan masukan yang memperkaya kualitas penelitian ini, seluruh dosen dan staf pengajar di Sekolah Bisnis IPB yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan motivasi selama masa studi, serta teman-teman peneliti lain di SBRC IPB atas kesempatan dan bantuan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini, serta kepada para narasumber yang telah bersedia meluangkan waktu untuk diwawancarai.

Terima kasih penulis ucapkan kepada kedua orang tua tercinta dan seluruh anggota keluarga yang senantiasa memberikan dukungan moral, semangat, dan doa terbaiknya. Tidak lupa, kepada teman-teman kelas E90 yang telah menjadi sahabat diskusi, bertukar pikiran, dan saling mendukung dalam proses pembelajaran selama menempuh pendidikan, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan dan berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang strategi bisnis.

Bogor, Agustus 2026

Rista Fitria

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	5
1.5 Ruang Lingkup	5
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Bioekonomi	6
2.2 Ekonomi Sirkular	7
2.3 Bioekonomi Sirkular	8
2.4 Ekonomi Kerakyatan	10
2.5 Model Bisnis Biomassa dalam Bioekonomi Sirkular	10
2.6 Kerangka Pemikiran	11
III METODE	13
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	13
3.2 Jenis dan Sumber Data	13
3.3 Teknik Pengumpulan Data dan Informasi	14
3.4 Teknik Penentuan Responden	15
3.5 Teknik Pengolahan dan Analisis Data	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Analisis Daya Saing Biomassa sebagai Bioenergi di Indonesia	23
4.2 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Keberhasilan Ekosistem Produksi Biomassa Kerakyatan Berdasarkan Aspek Ekonomi, Lingkungan dan Sosial	38
4.3 Model Bioekonomi Sirkular Biomassa pada Ekosistem Produksi Biomassa Kerakyatan Melalui Perhitungan Nilai Manfaat yang Dihasilkan dari Aspek Sosial, Ekonomi dan Lingkungan	57
V SIMPULAN DAN SARAN	85
5.1 Simpulan	85
5.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN	95
RIWAYAT HIDUP	99



DAFTAR TABEL

3.1 Jenis dan sumber data	13
3.2 Data sekunder yang digunakan pada penelitian	14
3.3 Data primer yang digunakan pada penelitian	14
3.4 Daftar responden	15
3.5 Perhitungan bobot kriteria metode Eckenrode	19
3.6 Distribusi bahan kering pada seluruh tanaman jagung selama dan setelah kematangan fisiologis	21
4.1 Kondisi tiga negara berdasarkan klasifikasi Bank Dunia pada tahun 2022	27
4.2 Potensi biomassa di Indonesia, Thailand dan India	28
4.3 Porsi biomassa terhadap suplai energi total di tiga negara	31
4.4 Harga biomassa di Indonesia	32
4.5 Harga pelet kayu dan batu bara di tiga negara	33
4.6 Kebijakan pemerintah tentang penerapan biomassa sebagai bioenergi	34
4.7 Hasil penilaian daya saing biomassa sebagai bioenergi di tiga negara	38
4.8 Gambaran pandangan berbagai narasumber terhadap ekosistem produksi biomassa berdasarkan 10 faktor yang memengaruhi	47
4.9 Hasil pembobotan terhadap faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan ekosistem produksi biomassa menggunakan metode Eckenrode	49
4.10 Hasil wawancara pakar terkait faktor yang memengaruhi keberhasilan ekosistem produksi biomassa	49
4.11 Analisis biaya budidaya tanaman energi	66
4.12 Analisis biaya produksi <i>woodchip</i> pada kapasitas 40 ton/Ha	67
4.13 Jumlah produksi jagung, tanaman energi dan biomassa yang dihasilkan	67
4.14 Analisis biaya budidaya jagung per ha	68
4.15 Analisis biaya produksi <i>woodchip</i>	68
4.16 Analisis usaha penggemukan ternak untuk 4 ekor kambing	69
4.17 Analisis biaya produksi pada masing-masing produk	70
4.18 Potensi nilai ekonomi total tanaman energi menggunakan pola tanam monokultur sebagai bahan baku <i>co-firing</i>	70
4.19 Analisis biaya produksi pada masing-masing produk	71
4.20 Potensi nilai ekonomi tanaman energi per ha monokultur untuk <i>co-firing</i>	71
4.21 Analisis biaya produksi pada masing-masing produk	73
4.22 Potensi nilai ekonomi tanaman energi monokultur untuk <i>co-firing</i>	73
4.23 Hasil analisis kebutuhan tenaga kerja dalam hari orang kerja pada model pertama.	75
4.24 Hasil analisis kebutuhan tenaga kerja dalam hari orang kerja pada model kedua.	76
4.25 Hasil analisis kebutuhan tenaga kerja dalam hari orang kerja pada model ketiga.	77
4.26 Hasil analisis jumlah lapangan kerja dan pendapatan bersih per 100 ha	79
4.27 Hasil perhitungan agregasi indeks sosial terhadap 2 indikator sosial	80
4.28 Hasil perhitungan serapan karbon pada masing-masing jenis tanaman	80

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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL (LANJUTAN)

4.29 Hasil perhitungan serapan karbon pada ketiga model	82
4.30 Rekapitulasi analisis aspek ekonomi, sosial dan lingkungan pada ketiga model	82
4.31 Rekapitulasi hasil agregasi aspek ekonomi, sosial dan lingkungan pada ketiga model.	83

DAFTAR GAMBAR

2.1 Konsep bioekonomi	6
2.2 Konsep ekonomi sirkular secara komprehensif	7
2.3 Penggambaran konsep bioekonomi sirkular yang merupakan bagian dari bioekonomi dan ekonomi sirkular	8
2.4 Kerangka pemikiran	12
4.1 Energi listrik berbasis biomassa pada tahun 2020	26
4.2 Energi termal berbasis biomassa pada tahun 2020	26
4.3 Konsep ekosistem produksi biomassa berbasis kerakyatan	39
4.4 Skema sinergi dan kolaborasi pengembangan bioenergi di Indonesia	43
4.5 Skema kelembagaan ekosistem produksi biomassa di Banten berdasarkan institusi yang ada	58
4.6 Bioekonomi sirkular dari produksi biomassa sampai ke PLTU	62
4.7 Model ekosistem produksi biomassa melalui budidaya monokultur tanaman kaliandra	64
4.8 Model ekosistem produksi biomassa melalui budidaya tumpang sari tanaman kaliandra dengan jagung	64
4.9 Model ekosistem produksi biomassa melalui budidaya tumpang sari tanaman kaliandra dan jagung serta terintegrasi dengan ternak melalui implementasi bioekonomi sirkular.	65

DAFTAR LAMPIRAN

1 Kuesioner penelitian	96
------------------------	----