

**POTENSI EKONOMI PEMANFAATAN DAN PENGELOLAAN
SEKAM PADI SEBAGAI BIOENERGI
(STUDI KASUS AGRO-ENERGI KABUPATEN CIANJUR)**

PANCA SANDIKA



**EKONOMI SUMBERDAYA DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS EKONOMI DAN MANAJEMEN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Potensi Ekonomi Pemanfaatan Dan Pengelolaan Sekam Padi Sebagai Bioenergi (Studi Kasus Agro-Energi Kabupaten Cianjur)” 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, Juli 2026

Panca Sandika
H4501221002

- 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

PANCA SANDIKA. Potensi Ekonomi Pemanfaatan Dan Pengelolaan Sekam Padi Sebagai Bioenergi (Studi Kasus Agro-Energi Kabupaten Cianjur). Dibimbing oleh **AKHMAD FAUZI** dan **MEILANIE BUITENZORGY**.

Indonesia saat ini tengah menghadapi tantangan ganda yang bersifat paradoksikal berupa ancaman krisis ketahanan energi di satu sisi, dan urgensi pengelolaan limbah sektor pertanian yang masif di sisi lain. Permintaan energi listrik per kapita telah melonjak tajam dari 14,3 kWh pada tahun 1971 menjadi 1.173 kWh pada tahun 2022, memaksa pemerintah untuk mempercepat transisi dari bahan bakar fosil menuju energi baru dan terbarukan (EBT). Berdasarkan data makro, Indonesia memiliki potensi EBT sebesar 3.692 GW, dengan potensi khusus dari biomassa mencapai 43,3 GW. Namun, realisasi kapasitas terpasang biomassa baru menyentuh angka 1,9 GW. Kesenjangan ini mencerminkan adanya hambatan struktural yang signifikan. Kabupaten Cianjur, sebagai lumbung padi terbesar keempat di Provinsi Jawa Barat, memproduksi ratusan ribu ton sekam padi setiap tahunnya yang sebagian besar tidak dimanfaatkan dan justru memicu pencemaran lingkungan akibat pembakaran terbuka. Ironisnya, di tengah potensi energi hayati yang melimpah tersebut, Kabupaten Cianjur masih mencatat 5.592 rumah tangga yang belum teraliri listrik, menjadikannya wilayah dengan defisit elektrifikasi tertinggi di Jawa Barat.

Sebagai bentuk respon kesenjangan tersebut, analisis ini membedah kelayakan investasi, dinamika pemangku kepentingan, dan probabilitas kebijakan dalam pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi melalui teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm). Desain infrastruktur yang diusulkan adalah sistem desentralisasi yang terdiri dari lima unit PLTBm skala kecil berkapasitas masing-masing 3 MW (total 15 MW), yang ditempatkan berdampingan (*co-located*) dengan fasilitas Pabrik Penggilingan Beras (PPB) guna meminimalkan biaya logistik. Evaluasi kelayakan ekonomi dilakukan menggunakan metode *Extended Cost-Benefit Analysis* (eCBA) yang tidak hanya menghitung arus kas komersial, tetapi juga menginternalisasi nilai eksternalitas sosial dan lingkungan. Dari perspektif komersial murni (*Private CBA*), proyek ini terbukti tidak layak dengan *Net Present Value* (NPV) negatif sebesar Rp640,4 Miliar dan rasio Manfaat-Biaya (B/C Ratio) 0,79. Namun, ketika eksternalitas positif diinternalisasi ke dalam Social CBA, fundamental ekonomi proyek berubah drastis. Proyek ini dinyatakan sangat layak secara sosio-ekonomi dengan NPV positif sebesar Rp936,4 Miliar dan B/C Ratio menyentuh 2,02 pada akhir tahun ke-20. Kelayakan ini didorong oleh penghematan dari substitusi energi konvensional berbasis batubara (Rp1,85 Triliun secara kumulatif), monetisasi penurunan emisi Gas Rumah Kaca dan partikulat PM_{2.5} sebesar 358,8 ton setara CO₂ (Rp249 Juta per tahun), serta pemanfaatan sisa abu pembakaran (*Rice Husk Ash*) sebagai substitusi pupuk organik bernilai Rp62,1 Miliar per tahun.

Meskipun secara ekonomi sangat prospektif, analisis sensitivitas menemukan bahwa proyek ini memiliki kerentanan absolut terhadap ketersediaan bahan baku. Penurunan pasokan sekam padi yang melampaui 40% akibat penyusutan lahan



sawah berkelanjutan atau gagal panen akan langsung menurunkan tingkat kelayakan proyek hingga NPV kembali negatif. Hal ini mengonfirmasi bahwa kelayakan infrastruktur energi terbarukan di sektor hulu tidak dapat dipisahkan dari kebijakan proteksi lahan pertanian.

Kelayakan teknis dan ekonomi ini dihadapkan pada realitas pandangan lokal berdasarkan analisis *Matrix of Alliances and Conflicts* (MACTOR) terhadap 12 pemangku kepentingan utama mengungkap bahwa seluruh aktor memiliki konsensus yang sejalan terkait pentingnya ketahanan energi dan peningkatan pendapatan petani. Namun, terdapat konflik laten yang berpusat pada Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (DPMPTSP) Provinsi Jawa Barat. DPMPTSP, yang berorientasi pada masuknya investasi korporasi besar, berbenturan tajam dengan Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) dan Pabrik Penggilingan Beras (PPB) lokal yang menolak dominasi modal eksternal. Analisis juga memperlihatkan "Veto Lahan" dari Dinas Tanaman Pangan (DTPJ) yang akan menolak keras setiap proyek bioenergi jika implementasinya mengorbankan lahan sawah produktif. Oleh karena itu, terbentuk aliansi strategis baru antara Kementerian ESDM, DTPJ, dan PPB yang sepakat bahwa proyek ini harus dikelola dengan pelibatan modal lokal dan menjamin *zero land conversion*.

Pada tahap akhir, proyeksi keberhasilan implementasi dinilai menggunakan perangkat probabilitas lintas-dampak (SMIC-PROB). Dari lima hipotesis kebijakan utama, pembangunan Infrastruktur dan Logistik (INF) teridentifikasi sebagai "penggerak utama" (*prime mover*) dengan nilai elastisitas tertinggi (1,246). Keberhasilan pembangunan jalan dan interkoneksi listrik menjadi prasyarat mutlak yang menentukan keberhasilan inovasi teknologi (RND). Skenario kebijakan yang paling mungkin terjadi di masa depan adalah Skenario Keberhasilan Total (probabilitas 7%), di mana teknologi, kapasitas SDM, kelembagaan, infrastruktur, dan intensifikasi pertanian berjalan secara simultan. Sinergi yang ekstrem dalam sistem ini menegaskan bahwa pendekatan parsial akan berujung pada kegagalan.

Hasil dari penelitian ini berkesimpulan jika pemanfaatan sekam padi sebagai bioenergi di Kabupaten Cianjur adalah investasi yang sangat layak secara sosial dan lingkungan. Keberhasilannya bergantung pada tiga pilar rekomendasi strategis: (1) penerapan model PLTBm desentralisasi yang terintegrasi dengan pabrik penggilingan lokal untuk menekan biaya logistik, (2) resolusi konflik investasi dengan memastikan partisipasi ekuitas lokal (BUMDes/Gapoktan) guna mencegah eksploitasi oleh pemodal eksternal, dan (3) prioritas mutlak dari pemerintah untuk mendanai infrastruktur fisik pedesaan sebagai katalisator yang akan membuka jalan bagi adopsi teknologi dan investasi lanjutan.

Kata Kunci: *eCBA*, *MACTOR*, Sekam Padi, *SMIC-PROB*

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

PANCA SANDIKA. Economic Potential of Utilization and Management of Rice Husk as Bioenergy (Case Study of Agro-Energy in Cianjur Regency).. Supervised by **AKHMAD FAUZI** and **MEILANIE BUITENZORGY**.

Indonesia is currently facing a dual, paradoxical challenge, the threat of an energy security crisis on the one hand, and the urgency of managing massive agricultural waste on the other. Per capita electricity demand has surged from 14.3 kWh in 1971 to 1,173 kWh in 2022, forcing the government to accelerate the transition from fossil fuels to new and renewable energy (NRE). Based on macroeconomic data, Indonesia has an NRE potential of 3,692 GW, with specific biomass potential reaching 43.3 GW. However, the realized installed capacity of biomass has only touched 1.9 GW. This gap reflects significant structural barriers. Cianjur Regency, as the fourth-largest rice granary in West Java Province, produces hundreds of thousands of tons of rice husks annually, most of which remain unutilized and instead trigger environmental pollution due to open burning. Ironically, amidst this abundant bioenergy potential, Cianjur Regency still records 5,592 households without electricity access, making it the region with the highest electrification deficit in West Java.

Responding to this gap, this analysis dissects the investment feasibility, stakeholder dynamics, and policy probabilities in utilizing rice husk as bioenergy through Biomass Power Plant (PLTBm) technology. The proposed infrastructure design is a decentralized system consisting of five small-scale PLTBm units with a capacity of 3 MW each (totaling 15 MW), co-located with local Rice Milling Plants (PPB) to minimize logistics costs. The economic feasibility evaluation was conducted using the Extended Cost-Benefit Analysis (eCBA) method, which not only calculates commercial cash flows but also internalizes the value of social and environmental externalities. From a purely commercial perspective (Private CBA), the project is proven unfeasible with a negative Net Present Value (NPV) of IDR 640.4 Billion and a Benefit-Cost (B/C) Ratio of 0.79. However, when positive externalities are internalized into the Social CBA, the project's economic fundamentals change drastically. The project is declared highly feasible socio-economically with a positive NPV of IDR 936.4 Billion and a B/C Ratio touching 2.02 at the end of the 20th year. This feasibility is driven by savings from substituting coal-based conventional energy (IDR 1.85 Trillion cumulatively), the monetization of Greenhouse Gas and particulate PM_{2.5} emission reductions amounting to 358.8 tons of CO₂ equivalent (IDR 249 Million per year), and the utilization of residual Rice Husk Ash (RHA) as an organic fertilizer substitute valued at IDR 62.1 Billion per year.

Although highly prospective economically, the sensitivity analysis found that this project has an absolute vulnerability to raw material availability. A decline in rice husk supply exceeding 40% due to continuous agricultural land conversion or crop failures will immediately collapse the project's feasibility, turning the NPV negative again. This confirms that the feasibility of renewable energy infrastructure in the upstream sector cannot be separated from agricultural land protection policies.

Furthermore, this technical and economic feasibility faces local geopolitical realities. The Matrix of Alliances and Conflicts (MACTOR) analysis of 12 key stakeholders reveals a consensus among all actors regarding the importance of energy security and increasing farmers' income. However, there is a latent conflict centered on the West Java Provincial Investment and One-Stop Integrated Services Service (DPMPTSP). The DPMPTSP, oriented towards attracting large corporate investments, clashes sharply with the local Farmers Group Association (Gapoktan) and Rice Milling Plants (PPB), which reject external capital domination. The analysis also shows a "Land Veto" from the Food Crops Service (DTPJ), which will strongly reject any bioenergy project if its implementation sacrifices productive paddy fields. Therefore, a new strategic alliance has formed between the Ministry of Energy and Mineral Resources (ESDM), DTPJ, and PPB, agreeing that this project must be managed with local capital involvement and guarantee zero land conversion.

In the final stage, the probability of successful implementation is assessed using the cross-impact probability tool (SMIC-PROB). Among the five main policy hypotheses, Infrastructure and Logistics development (INF) is identified as the "prime mover" with the highest elasticity value (1.246). The success of road and electricity interconnection development is an absolute prerequisite that determines the success of technological innovation (RND). The most likely future policy scenario is the Total Success Scenario (7% probability), where technology, human resource capacity, institutions, infrastructure, and agricultural intensification run simultaneously. The extreme synergy in this system emphasizes that a piecemeal approach will lead to failure.

As an conclusion, utilizing rice husk as bioenergy in Cianjur Regency is a highly feasible socio-economic and environmental investment. Its success depends on three strategic policy recommendations: (1) implementing a decentralized PLTBm model integrated with local milling plants to suppress logistics costs, (2) resolving investment conflicts by ensuring local equity participation (BUMDes/Gapoktan) to prevent exploitation by external investors, and (3) absolute priority from the government to fund rural physical infrastructure as a catalyst paving the way for technology adoption and further investments

Keywords: eCBA, MACTOR, Risk Husk, SMIC-PROB

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.



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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
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.

**POTENSI EKONOMI PEMANFAATAN DAN PENGELOLAAN
SEKAM PADI SEBAGAI BIOENERGI
(STUDI KASUS AGRO-ENERGI KABUPATEN CIANJUR)**

PANCA SANDIKA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan

**EKONOMI SUMBERDAYA DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS EKONOMI DAN MANAJEMEN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Dr. Meti Ekayani, S.Hut., M.Sc.
2. Dr. Novindra, S.P., M.Si.

Judul Tesis : Potensi Ekonomi Pemanfaatan Dan Pengelolaan Sekam Padi
Sebagai Bioenergi (Studi Kasus Agro-Energi Kabupaten
Cianjur)

Nama : Panca Sandika
NIM : H4501221002

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi M.Sc.



Digitally signed by:
Akhmad Fauzi

Date: 3 Jun 2026 11:01:58 WIB
Verify at design.ipb.ac.id

Pembimbing 2:
Meilanie Buitenzorgy S.Si., M.Sc., Ph.D.



Digitally signed by:
Meilanie Buitenzorgy

Date: 6 Jul 2026 10:24:12 WIB
Verify at design.ipb.ac.id

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Pini Wijayanti, S.P, M.Si
NIP 198109192007012001



Digitally signed by:
Pini Wijayanti

Date: 14 Jul 2026 08:03:21 WIB
Verify at design.ipb.ac.id

Dekan Fakultas Ekonomi dan Manajemen:
Prof. Dr. Irfan Syauqi Beik, S.P., M.Sc.Ec
NIP. 197904222006041002



Tanggal Ujian Tesis:
(8 Mei 2026)

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam tesis yang dilaksanakan ini ialah Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan, dengan judul “Potensi Ekonomi Pemanfaatan Dan Pengelolaan Sekam Padi Sebagai Bioenergi (Studi Kasus Agro-Energi Kabupaten Cianjur)”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi M.Sc. dan Meilanie Buitenzorgy S.Si., M.Sc., Ph.D., yang telah memberi banyak bimbingan, saran arahan dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Dr. Meti Ekayani, S.Hut., M.Sc. selaku dosen penguji utama Dr. Novindra, S.P., M.Si. selaku dosen penguji wakil program studi yang telah memberi masukan untuk kesempurnaan tesis ini.
3. Almh. Iwan Mahfudin Sholeh Asy-Syarief yang merupakan ayah kandung penulis, karena beliau adalah falsafah hidup dan pelajaran hidup yang tercermin pada semangat belajar yang membantu penulis untuk terus berjuang dalam menyelesaikan tesis ini.
4. Ibunda tercinta Ai Djuariah yang memberikan kasih sayang, doa, dukungan, dan dorongan yang tidak pernah putus asa dalam setiap proses yang penulis jalani.
5. Shinta Annisa Galihpawati SE. selaku sebagai istri yang membantu dalam diskusi, penulisan dan memberikan semangat pada setiap proses yang penulis jalani.
6. Seluruh kerabat keluarga yang senantiasa memberikan dukungan moral dan motivasi selama penulis menempuh studi dan menyelesaikan tesis ini.
7. Teman dan sahabat yang telah memberikan kebersamaan, dukungan, serta bantuan yang menguatkan selama proses penelitian dan penyelesaian tesis ini.
8. Seluruh dosen dan tenaga pendidik Program Studi Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan IPB yang telah memberikan pengetahuan, wawasan, dan pengalaman selama masa studi.

Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Panca Sandika



@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

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.6 Batasan Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Potensi Bioenergi Sekam Padi	7
2.1.1 Kandungan Biomassa pada Sekam Padi	8
2.1.2 Konversi Sekam Padi Menjadi Energi Listrik	8
2.1.3 Implementasi Penggunaan Teknologi Konversi Sekam Padi Menjadi Energi Listrik Studi Kasus PT. Sari Husada Kabupaten Klaten	9
2.2 Strategi Pengembangan Bioenergi dalam Bioekonomi.	10
2.3 Keterkaitan Antara Energi dan Sektor Pertanian	13
2.4 Integrasi Strategis Bioenergi dan Ketahanan Pangan Dalam Pembangunan Berkelanjutan	14
2.5 Regulasi dan Kebijakan Energi dan Iklim di Indonesia Terhadap Implementasi Energi Baru dan Terbarukan	15
2.5.1 Revisi Kebijakan Energi Nasional (KEN)	15
2.5.2 Perpres No. 112 Tahun 2022: Insentif dan Harga Patokan	15
2.6 Penelitian Terdahulu: Potensi, Dampak Sosial, dan Analisis Ekonomi Bioenergi	16
III. METODE PENELITIAN	17
3.1 Kerangka Pikir Penelitian	17
3.2 Lokasi Penelitian	18
3.3 Pengumpulan Data	18
3.4 Metode Analisis	19
3.4.1 Perhitungan Potensi Ekonomi Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Bioenergi Dengan Menggunakan Extended Cost Benefit Analysis (eCBA)	19
3.4.2 Pemetaan Stakeholder dalam Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Bioenergi Menggunakan Matrix of Alliance, Conflicts, Tactics Objective and Recommendations (MACTOR)	27
3.4.3 Metode Analisis untuk Perumusan Alternatif Skenario Pengembangan Pemanfaatan Bioenergi Hasil Pertanian di Kabupaten Cianjur (SMIC-PROB)	32
IV. GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI	35
4.1 Perkembangan Lahan Sawah dan Produktivitasnya di Kabupaten Cianjur	35

4.1.1	Determinan Penurunan Lahan dan Peningkatan Produktivitas	37
4.1.2	Kerentanan Eksternal dan Lingkungan	37
4.1.3	Kausalitas Produktivitas Lahan Sawah Terhadap Kepastian Pasokan Bioenergi Wilayah	38
4.2	Potensi Sekam Padi sebagai Sumber Bioenergi di Kabupaten Cianjur	39
V.	HASIL DAN PEMBAHASAN	42
5.1	Analisis Potensi Ekonomi Sekam Padi Sebagai Bioenergi di Kabupaten Cianjur	42
5.1.1	Spesifikasi PLTBm Sekam Padi	42
5.1.2	Potensi Energi Sekam padi di Kabupaten Cianjur Pada Alat Terpasang	44
5.1.3	Biaya Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa Sekam padi	46
5.1.4	Biaya Operasional dan Pemeliharaan Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa Sekam padi	48
5.1.5	Manfaat	51
5.1.6	Extended Cost-Benefit Analysis Potensi Ekonomi Pengolahan Sekam Padi Menjadi PLTBm	55
5.1.7	Dinamika Arus Kas Keluar (Outflow) dan Struktur Investasi	56
5.1.8	Diversifikasi Arus Masuk (Inflow) dan Internalisasi Eksternalitas	56
5.1.9	Indikator Kelayakan dan Akumulasi Nilai Tunai Neto (NPV)	56
5.1.10	Rasio Manfaat-Biaya (B/C Ratio) dan Simpulan Strategis	56
5.1.11	Matriks Indikator Keputusan Investasi (Private BCA vs Social BCA)	57
5.1.12	Analisis Sensitivitas dan Resiko Ketidakpastian (Sensitivity Analysis)	57
5.2	Analisis Pandangan Para Pemangku Kepentingan Dalam Melihat Potensi Pemanfaatan Bioenergi Sekam Padi di Kabupaten Cianjur	63
5.2.1	Pengaruh Langsung dan Tidak langsung	63
5.2.2	Hubungan antara Aktor dan Objektif	70
5.2.3	Konvergensi dan Divergensi antar Aktor	74
5.3	Analisis Probabilitas Kebijakan Dalam Implementasi Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Bioenergi Hasil Pertanian Di Kabupaten Cianjur	81
5.3.1	Raw Data Probabilitas Kebijakan Pemanfaatan Sekam Padi Menjadi Bioenergi di Kabupaten Cianjur	82
5.3.2	Net Data Probabilitas Kebijakan Pemanfaatan Sekam Padi Menjadi Bioenergi di Kabupaten Cianjur	84
5.3.3	Interpretasi Probabilitas Kebijakan Pemanfaatan Sekam Padi Menjadi Bioenergi di Kabupaten Cianjur	86
VI.	SIMPULAN DAN SARAN	93
6.1	Simpulan	93
6.2	Saran dan Rekomendasi	93
	DAFTAR PUSTAKA	96
	LAMPIRAN	101

DAFTAR TABEL

1.	Potensi Sumber Daya Energi Terbarukan Di Indonesia	2
2.	Potensi Pencemaran Sekam Padi yang Belum diolah	22
3.	Potensi Pencemaran Sekam Padi Menggunakan Boiler	22
4.	Biaya Sosial 1 Ton Bahan Pencemar Udara (Dalam US Dolar)	23
5.	Extended Cost Benefit Analysis Potensi Pengembangan Bioenergi Sekam Padi Kabupaten Cianjur	25
6.	Strategi Aktor	28
7.	Matriks Pengaruh Langsung (MDA)	28
8.	Matriks Pengaruh Tidak Langsung (MIA)	29
9.	Isu Strategis dan Tujuan	30
10.	Tren Produksi, Produktivitas, dan Luas Lahan Sawah di Kabupaten Cianjur (2000–2024)	35
11.	Tantangan dan Peluang dalam Pengembangan Pertanian Padi di Kabupaten Cianjur	40
12.	Gambaran Umum Teknologi PLTBm	42
13.	Spesifikasi Sistem Boiler dan Turbin Utama	43
14.	Proyeksi Potensi Daya Terpasang Sekam Padi Kabupaten Cianjur	44
15.	Biaya Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa Sekam Padi	46
16.	Biaya Operasional Dan Pemeliharaan Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa Sekam Padi	49
17.	Asumsi Nilai Jual Sekam Padi di Kabupaten Cianjur	51
18.	Manfaat Pengganti Listrik Konvensional	52
19.	Nilai Manfaat Pengurangan Emisi GRK Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Bionergi	53
20.	Manfaat Pengolahan Limbah PLTBm Sekam Padi	54
21.	Estimasi Nilai Ekonomi pemanfaat Sekam Padi Sebagai Bioenergi di Kabupaten Cianjur	55
22.	Matriks Indikator Keputusan Investasi (Private BCA vs Social BCA)	57
23.	Sensitivitas Terhadap Penurunan Pasokan Sekam Padi	58
24.	Sensitivitas Terhadap Penurunan Efisiensi Alat	59
25.	Sensitivitas Terhadap Peningkatan Biaya Invetasi Awal	60
26.	Sensitivitas Terhadap Peningkatan Biaya Operasional	61
27.	Pengaruh Dan Ketergantungan Antar Aktor	64
28.	Skala Pengaruh Bersih (NS) dari setiap aktor Dalam Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik di Kabupaten Cianjur	67
29.	Matriks Pengaruh Pengaruh Langsung Dan Tidak Langsung Maksimum	69
30.	Posisi Aktor Terhadap Tujuan Dalam Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik Di Kabupaten Cianjur	70
31.	Posisi Bernilai Terhadap Tujuan Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik Di Kabupaten Cianjur	71
32.	Posisi Bernilai Terbobot Terhadap Tujuan Dalam Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik Di Kabupaten Cianjur	73
33.	Raw Data Peluang Sederhana Rata-Rata Pakar	82
34.	Raw Data Kondisional Jika Direalisasikan	83
35.	Raw Data Kondisional Jika Tidak Direalisasikan	84
36.	Net Data Peluang Sederhana Rata-Rata Pakar	85

37.	Net Data Kondisional Jika Direalisasikan	85
38.	Net Data Kondisional Jika Tidak Direalisasikan	86
39.	Dampak Realisasi Hipotesis	88
40.	Dampak Non Realisasi Hipotesis	89
41.	Elastisitas Skenario	89
42.	Rekapitulasi Peluang Untuk Setiap Skenario	90



DAFTAR GAMBAR

1.	Konsumsi Listrik Penduduk Indonesia Tahun 1971-2022	1
2.	Potensi Biomassa di Indonesia	3
3.	Potensi Biomassa Sekam Padi di Indonesia	4
4.	Pohon Industri Sekam Padi	7
5.	PLTBm Sekam Padi Kabupaten Klaten	10
6.	(1) Pasar Bioenergi dengan Mandate Tidak Mengikat, (2) Pasar Energi Dengan Penetapan Mandat Peraturan Yang Mengikat	13
7.	Kerangka Pikir Penelitian	17
8.	Metode eCBA	19
9.	Tahapan metode MACTOR	32
10.	Kerangka Analisis SMIC-Prob	33
11.	Pengaruh dan Ketergantungan Antar Aktor Dalam Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik di Kabupaten Cianjur	66
12.	Daya Saing MDII Dalam Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik di Kabupaten Cianjur	68
13.	Konvergensi Orde 1 Antar Aktor Dalam Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik Di Kabupaten Cianjur	75
14.	Divergensi Orde 1 Antar Aktor Dalam Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik Di Kabupaten Cianjur	76
15.	Konvergensi Orde 2 Antar Aktor Dalam Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik Di Kabupaten Cianjur	77
16.	Divergensi Orde 2 Antar Aktor Dalam Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik Di Kabupaten Cianjur	78
17.	Konvergensi Orde 3 Antar Aktor Dalam Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik Di Kabupaten Cianjur	79
18.	Divergensi Orde 3 Antar Aktor Dalam Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik Di Kabupaten Cianjur	80
19.	Ambivalensi Aktor Dalam Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik Di Kabupaten Cianjur	81
20.	Urutan Peluang dari Berbagai Kombinasi Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Listrik di Kabupaten Cianjur	87

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Kuesioner untuk Pemangku Kepentingan	100
2.	Penjelasan Peran Stakeholder	105
3.	Perhitungan Potensi	111
4.	Perhitungan MACTOR	119

