

## **Analisa Faktor Internal dan Manajemen Resiko PT ESP dalam Memanfaatkan Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Alternatif Bahan Bakar Terbarukan**

**Indah Nur Lestari<sup>1</sup>, Edi Hamdi<sup>2</sup>, Muhammad Dhafi Iskandar<sup>3</sup>, Dimas Angga Negoro<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Magister Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Esa Unggul, Jakarta

Email: <sup>1</sup>endahnurhayani011@gmail.com

### **Abstract**

*The purpose of this study is to identify the risk management process along with risk sources, assess the risks that may arise and analyze the strategies that will be carried out in the planning of Utilizing Empty Palm Oil Fruit Bunches as an Alternative Renewable Fuel to handle or manage risks that may occur. The method used in this activity is to collect data, observe, analyze and evaluate the results of this activity to be able to predict the possibility and impact of risks that occur during the business so that it can be used as a guideline in determining the next steps to evaluate obstacles and threats that are grouped according to their scale. This study explores the technical and economic feasibility of utilizing EFB waste from the palm oil industry for energy production. The use of EFB pellets has proven to be more cost efficient and provides significant environmental benefits, including reducing greenhouse gas emissions compared to the use of conventional coal. In addition, this project supports Indonesia's renewable energy targets and encourages sustainable waste management practices in the palm oil sector. This study also raises the potential for implementing circular economy principles by converting industrial waste into valuable energy sources. Recommendations include optimizing the supply chain and developing pellet production technology to increase efficiency and ensure the long-term sustainability of this project.*

**Keywords:** TKKS, Renewable Energy, Biomass, Pellet, Sustainability.

### **Abstrak**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi proses manajemen risiko beserta sumber risiko, melakukan penilaian terhadap risiko yang kemungkinan muncul dan melakukan analisa terhadap strategi yang akan dilakukan dalam perencanaan Memanfaatkan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Alternatif Bahan Bakar Terbarukan untuk menangani ataupun mengelola risiko yang mungkin terjadi. Metode yang dilakukan dalam kegiatan ini adalah mengumpulkan data, mengamati, menganalisa serta mengevaluasi hasil dari kegiatan ini untuk dapat memprediksi kemungkinan dan dampak risiko yang terjadi selama usaha berlangsung sehingga bisa dijadikan pedoman dalam menentukan langkah selanjutnya untuk mengevaluasi hambatan dan ancaman yang dikelompokkan sesuai skalanya. Penelitian ini mengeksplorasi kelayakan teknis dan ekonomis dari pemanfaatan limbah TKKS dari industri kelapa sawit untuk produksi energi. Penggunaan pellet TKKS terbukti lebih efisien dari segi biaya dan memberikan manfaat lingkungan yang signifikan, termasuk pengurangan emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan penggunaan batubara konvensional. Selain itu, proyek ini mendukung target energi terbarukan Indonesia dan mendorong praktik pengelolaan limbah yang berkelanjutan di sektor kelapa sawit. Penelitian ini juga mengangkat potensi penerapan prinsip ekonomi sirkular dengan mengubah limbah industri menjadi sumber energi yang bernilai. Rekomendasi meliputi optimalisasi rantai pasok serta pengembangan teknologi produksi pellet untuk meningkatkan efisiensi dan menjamin keberlanjutan jangka panjang proyek ini.

**Kata Kunci:** TKKS, Energi Terbarukan, Biomassa, Pellet, Keberlanjutan.

## PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan energi di Indonesia sejalan dengan pertumbuhan populasi. Pemerintah mengelola sumber energi melalui (Peraturan Presiden (PERPRES) Nomor 22 Tahun 2017 Tentang Rencana Umum Energi Nasional, 2017). yang disusun oleh Pemerintah Pusat dan disetujui oleh Dewan Energi Nasional (DEN) untuk periode hingga 2050. RUEN mengarahkan pengelolaan energi nasional untuk mencapai kemandirian dan ketahanan energi serta mendukung pembangunan berkelanjutan. Prinsipnya mencakup manfaat, efisiensi, keadilan, keberlanjutan, pelestarian lingkungan, dan ketahanan nasional, sesuai UU No. 30 Tahun 2007 tentang Energi. Komitmen Indonesia untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, sesuai Paris Agreement, menetapkan target pengurangan sebesar 29% pada 2030. Target ini diintegrasikan dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dengan peningkatan kontribusi Energi Baru dan Terbarukan sebesar 23% pada 2025 (Tillman, 2000).

Di Indonesia, terdapat beragam jenis limbah biomassa yang dapat dioptimalkan sebagai sumber energi, termasuk limbah dari industri kelapa sawit (Budiarto & Surjosatyo, 2021). Kelapa sawit adalah komoditas perkebunan penting bagi perekonomian Indonesia, karena kemampuannya menghasilkan minyak nabati yang sangat dibutuhkan oleh sektor industri (Diana et al., 2023). Indonesia, sebagai pemain utama dalam industri kelapa sawit global, telah berperan penting dalam memenuhi permintaan dunia akan minyak kelapa sawit (Primadita et al., 2020). Namun, pertumbuhan industri ini membawa tantangan dalam pengelolaan limbah padat, khususnya Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). TKKS menjadi perhatian utama dalam upaya mencapai keberlanjutan industri yang berdampak positif pada ekonomi dan lingkungan (Malau & Rambe, 2022).

Menurut data terbaru dari Kementerian Pertanian, produksi kelapa sawit Indonesia mencapai 48 juta ton pada 2023, dengan TKKS sebagai limbah yang menyumbang 21%. Saat ini, TKKS sering tidak dimanfaatkan sepenuhnya dan dianggap sebagai beban lingkungan. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) adalah limbah padat dari industri kelapa sawit di Indonesia yang masih kurang dimanfaatkan dan kurang ramah lingkungan. Solusi seperti konversi menjadi pupuk, biochar, atau energi terbarukan melalui *pelletizing* dapat mengatasi ini, namun diperlukan metode yang lebih berkelanjutan.

Pohon kelapa sawit dapat tumbuh hingga 20 - 24 meter dan menghasilkan sekitar 20 tandan buah segar per tahun, masing-masing dengan bobot rata-rata 20 kg. Proses pengolahan kelapa sawit di pabrik menghasilkan limbah biomassa, baik padat maupun cair, termasuk serat mesokarp, cangkang biji kelapa sawit, tandan kosong, dan limbah pabrik minyak kelapa sawit (Praevia & Widayat, 2022). TKKS adalah sumber energi biomassa yang signifikan karena kandungan lignoselulosa, yang meliputi selulosa, hemiselulosa, dan lignin. TKKS dapat diolah menjadi biopellet untuk menggantikan batubara dalam co-firing pembangkit uap di industri (Rusdianasari et al., 2023).

TKKS dan batubara merupakan dua sumber energi yang memiliki perbedaan signifikan dalam asal, komposisi, dan pemanfaatannya. Perbedaan utama antara TKKS dan batubara adalah pada kandungan kalorinya, yang sangat memengaruhi penggunaannya sebagai sumber energi (Kaniapan et al., 2021). TKKS memiliki nilai kalori antara 3.000 hingga 4.000 kilokalori per kilogram, sementara batubara bisa mencapai lebih dari 7.000 kilokalori per kilogram (Chiew & Shimada, 2013).

TKKS tersedia di daerah industri kelapa sawit dan memerlukan proses tambahan, sementara batubara lebih mudah diakses dan langsung digunakan (Chang, 2014). Batubara tersedia luas, tetapi ekstraksi dan penggunaannya dapat menimbulkan biaya lingkungan dan kesehatan yang signifikan (Chiew & Shimada, 2013). TKKS dianggap terbarukan karena limbah industri, sedangkan batubara memiliki dampak lingkungan yang lebih besar (Olabi & Abdelkareem, 2022).

Namun, pemrosesan TKKS yang tidak memadai dapat menyebabkan masalah lingkungan (Chang, 2014). Penggunaan batubara sering dikaitkan dengan dampak lingkungan serius, seperti emisi gas rumah kaca dan polusi udara (Arent et al., 2011). Meskipun TKKS dianggap lebih ramah lingkungan daripada batubara, keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing (Klugmann-Radziemska, 2014). Penting bagi kita untuk mempertimbangkan faktor-faktor ini dalam upaya kita untuk memilih sumber energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan (Arent et al., 2011).

PT ESP memanfaatkan limbah TKKS dari pabrik kelapa sawit PT. SMART Tbk di Provinsi Lampung dengan mengolahnya menjadi pellet bahan bakar. Pellet ini menggantikan batubara di pembangkit uap pabrik refinery PT. SMART Tbk, mendukung upaya pengurangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Selain kontribusi lingkungan yang signifikan, pellet TKKS menawarkan harga energi yang jauh lebih murah dibandingkan batubara, menjadikannya solusi energi yang lebih ekonomis. Konsep bisnis ini menerapkan prinsip *circular*

*economy*, di mana PT. SMART Tbk menyediakan TKKS dan menggunakan pellet yang dihasilkan oleh PT ESP, mendukung keberlanjutan energi dan pengurangan dampak lingkungan.

Sebagian besar penelitian mengenai pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai bahan bakar terbarukan masih berfokus pada aspek teknis, seperti teknologi konversi energi melalui proses gasifikasi, pembuatan briket, maupun produksi bio-oil. Kajian-kajian tersebut umumnya menekankan pada efisiensi proses, potensi energi, serta kelayakan teknis dan ekonomis, tanpa menyoroti secara mendalam aspek manajerial di tingkat perusahaan. Padahal, keberhasilan implementasi pemanfaatan TKKS tidak hanya ditentukan oleh faktor teknologi, tetapi juga oleh kesiapan internal perusahaan meliputi sumber daya manusia, kondisi keuangan, strategi bisnis, serta efektivitas operasional dan kemampuan dalam mengelola risiko yang mungkin timbul selama proses pengembangan dan penerapan inovasi energi terbarukan tersebut. Dengan demikian, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait analisis faktor internal dan manajemen risiko dalam konteks pemanfaatan TKKS sebagai sumber energi alternatif di tingkat perusahaan.

Tujuan penelitian dalam menganalisis manajemen risiko pada pendirian suatu perusahaan dalam meningkatkan pemahaman dan pengetahuan tentang cara mengidentifikasi, mengevaluasi, mengelola dan memitigasi risiko dalam berbagai konteks dan memberikan wawasan atau metode yang lebih baik yang dapat membantu perusahaan mengelola risiko secara efektif. Selain itu juga bertujuan untuk memberikan pandangan dan strategi bagi perusahaan dalam menciptakan perubahan dan mengatasi permasalahan yang ada dalam mempertahankannya keberlangsungan bisnis.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Faktor Internal

Faktor internal perusahaan adalah seluruh elemen yang berasal dari dalam organisasi dan dapat memengaruhi kemampuan perusahaan dalam mencapai tujuan strategisnya. Faktor-faktor ini mencerminkan kondisi aktual dari kekuatan dan kelemahan yang dimiliki perusahaan dalam berbagai aspek fungsional, serta menjadi dasar penting dalam proses pengambilan keputusan strategis. Menurut (Mošková & Buganová, 2023), faktor internal mencakup sumber daya, kapabilitas, dan proses internal yang secara langsung menentukan efektivitas organisasi dalam bersaing dan beradaptasi terhadap perubahan lingkungan eksternal. Analisis terhadap faktor internal atau *internal environment analysis* membantu perusahaan untuk mengenali potensi keunggulan yang dapat dimaksimalkan, sekaligus mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki agar strategi yang disusun lebih realistis dan tepat sasaran.

Lebih lanjut, (Subaktilah et al., 2018) menjelaskan bahwa faktor internal merupakan bagian dari kerangka *Internal Factor Evaluation (IFE)* yang berfungsi untuk menilai kondisi internal organisasi secara sistematis. Evaluasi ini biasanya dilakukan dengan menilai sejumlah indikator fungsional utama seperti manajemen, pemasaran, keuangan, operasional, sumber daya manusia, dan sistem informasi. Melalui pendekatan tersebut, perusahaan dapat mengukur sejauh mana efektivitas setiap fungsi organisasi dalam mendukung pencapaian tujuan strategisnya. Misalnya, kekuatan di bidang keuangan dapat mendukung ekspansi usaha, sedangkan kelemahan di bidang SDM atau operasional dapat menjadi hambatan bagi pertumbuhan dan inovasi. Dengan demikian, pemahaman yang komprehensif terhadap faktor internal memungkinkan perusahaan untuk mengembangkan strategi yang berorientasi pada pemanfaatan kekuatan (*strengths*) serta perbaikan kelemahan (*weaknesses*), sehingga tercipta keselarasan antara kapasitas internal dan peluang yang ada di lingkungan eksternal.

### Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan proses sistematis yang dirancang untuk mengidentifikasi, menganalisis, menilai, serta mengendalikan berbagai risiko yang dapat memengaruhi pencapaian tujuan organisasi. Menurut ISO 31000:2018, manajemen risiko dipahami sebagai aktivitas yang terkoordinasi untuk mengarahkan dan mengendalikan organisasi dalam menghadapi ketidakpastian. Pendekatan ini tidak hanya menitikberatkan pada upaya menghindari kerugian, tetapi juga menekankan pentingnya memanfaatkan peluang yang muncul dari setiap situasi risiko agar organisasi dapat beroperasi secara efektif, efisien, dan berkelanjutan. Dengan demikian, manajemen risiko berfungsi sebagai alat strategis untuk menjaga stabilitas organisasi sekaligus mendorong peningkatan nilai tambah melalui pengambilan keputusan yang lebih cermat dan berbasis analisis.

Pratama & Pratika, (2020) menjelaskan bahwa manajemen risiko mencakup proses pengakuan atas potensi terjadinya peristiwa yang dapat menghambat pencapaian tujuan organisasi serta penerapan berbagai strategi untuk meminimalkan dampak negatif yang mungkin timbul. Dalam praktiknya, hal ini mencakup identifikasi sumber risiko baik yang bersifat internal maupun eksternal, penilaian terhadap kemungkinan terjadinya, serta pengembangan rencana mitigasi yang sesuai dengan kapasitas organisasi. Sementara itu, Rustam, (2017)

menegaskan bahwa manajemen risiko yang efektif tidak hanya bersifat reaktif terhadap insiden yang merugikan, tetapi juga bersifat proaktif dengan mengantisipasi potensi risiko sebelum terjadi. Pendekatan proaktif ini melibatkan perencanaan yang matang, pengawasan yang berkelanjutan, serta pembentukan budaya kesadaran risiko (*risk awareness culture*) di seluruh tingkatan organisasi. Dengan adanya sistem manajemen risiko yang terstruktur dan berkesinambungan, organisasi tidak hanya mampu mengurangi ketidakpastian, tetapi juga memperkuat kemampuan adaptasi dalam menghadapi perubahan lingkungan bisnis yang dinamis.

## **METODE PELAKSANAAN**

### **Jenis dan Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk memahami secara mendalam kondisi internal perusahaan serta strategi manajemen risiko yang diterapkan dalam pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai bahan bakar terbarukan. Metode deskriptif digunakan untuk menggambarkan secara sistematis dan faktual mengenai fenomena yang terjadi di PT ESP tanpa melakukan manipulasi terhadap variabel yang diteliti.

### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di PT ESP, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang energi dan sedang mengembangkan proyek pemanfaatan limbah padat kelapa sawit berupa tandan kosong (TKKS) menjadi sumber energi alternatif. Lokasi penelitian berada di wilayah operasional utama perusahaan (Provinsi Riau).

### **Jenis dan Sumber Data**

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu:

1. Data Primer: Diperoleh secara langsung dari sumber pertama melalui wawancara mendalam, observasi lapangan, dan dokumentasi internal perusahaan. Data ini mencakup informasi mengenai struktur organisasi, sumber daya, proses produksi TKKS, serta strategi pengelolaan risiko yang diterapkan PT ESP.
2. Data Sekunder: Diperoleh dari sumber tidak langsung seperti laporan tahunan perusahaan, literatur akademik, jurnal penelitian, peraturan pemerintah tentang energi terbarukan, serta dokumen pendukung lainnya yang relevan.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Untuk memperoleh data yang akurat dan komprehensif, digunakan beberapa teknik berikut:

1. Wawancara Mendalam (In-depth Interview): Dilakukan dengan pihak-pihak yang berkompeten seperti manajer operasional, manajer keuangan, kepala produksi, dan staf bagian manajemen risiko PT ESP. Wawancara bertujuan menggali informasi mengenai kondisi internal perusahaan, strategi manajemen risiko, serta tantangan yang dihadapi dalam pemanfaatan TKKS.
2. Observasi Langsung: Pengamatan dilakukan terhadap proses pengumpulan, pengolahan, dan pemanfaatan TKKS di lapangan untuk memperoleh gambaran nyata tentang efisiensi operasional dan kesiapan infrastruktur perusahaan.
3. Studi Dokumentasi: Meliputi pengumpulan data sekunder berupa laporan keuangan, laporan kegiatan CSR, kebijakan energi terbarukan, serta dokumen terkait penerapan manajemen risiko perusahaan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam menghadapi dinamika pasar, PT ESP perlu memahami faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan terhadap produknya. Beberapa aspek analisis permintaan meliputi:

### **Kualitas Produk**

Hasil evaluasi kualitas bahan bakar pellet PT ESP menunjukkan bahwa produk kami secara signifikan memenuhi dan melampaui standar internasional DIN ENplus dan EN-B. Parameter uji utama, seperti kadar air, densitas, kadar abu, zat terbang, karbon terikat, dan nilai kalor, mengindikasikan kualitas unggul pellet kami. Kadar air pellet terukur pada 10,0%, tepat pada batas maksimum yang diizinkan, sedangkan densitasnya 0,6 m<sup>3</sup>/kg, sesuai dengan standar minimum. Kadar abu sebesar 3,0% jauh di bawah batas maksimum 5%, menunjukkan residu pembakaran yang rendah. Persentase zat terbang mencapai 70,0%, berada dalam batas maksimum 75%, menandakan efisiensi volatil yang baik. Karbon terikat tercatat pada 27,0%, melebihi standar minimum 25%, menandakan potensi energi yang tinggi. Selain itu, nilai kalor pellet sebesar 16.500 kJ/kg secara signifikan melebihi batas minimum 16.000 kJ/kg, mengindikasikan kandungan energi yang sangat

tinggi. Hasil uji ini menegaskan bahwa bahan bakar pellet kami tidak hanya efisien dan berkualitas tinggi tetapi juga berkontribusi positif terhadap lingkungan dengan emisi yang rendah. Dengan kualitas yang melebihi standar, pellet PT ESP adalah solusi energi terbarukan yang efektif dan berkelanjutan.

### **Harga Terjangkau**

PT ESP menawarkan harga bahan bakar pellet dari limbah TKKS yang sangat kompetitif dibandingkan produk sejenis dan bahan bakar fosil lainnya. Harga yang terjangkau merupakan keunggulan yang didorong oleh beberapa faktor strategis, termasuk lokasi pabrik yang dekat dengan perkebunan kelapa sawit, sehingga menekan biaya transportasi bahan baku. Ketersediaan bahan baku yang melimpah di Indonesia juga memastikan pasokan yang stabil dan berkelanjutan. PT ESP menjaga hubungan erat dengan pemasok lokal untuk menjamin negosiasi harga yang menguntungkan dan kontinuitas pasokan. Melalui penggunaan mesin produksi berteknologi tinggi dan skala produksi yang besar, PT ESP mampu mengurangi biaya produksi melalui ekonomi skala. Selain itu, pengelolaan yang efisien dan prinsip tata kelola perusahaan yang baik memastikan bahwa operasional berjalan optimal tanpa pemborosan. Dengan menawarkan harga yang jauh lebih rendah daripada batubara sekitar 37.5% lebih murah pelanggan dapat menghemat biaya operasional dan mendukung keberlanjutan lingkungan.

### **Distribusi Tepat Waktu**

PT ESP siap mengirimkan produk bahan bakar pellet dari TKKS dengan cepat. Kami mencapai efisiensi optimal dengan memilih jasa pihak ketiga dan tidak memilih untuk memiliki armada sendiri, kami mengurangi biaya investasi awal dan biaya operasional harian seperti gaji sopir dan pemeliharaan kendaraan. Jasa pihak ketiga menawarkan fleksibilitas tinggi, memungkinkan perusahaan menyesuaikan kapasitas pengiriman dengan permintaan pasar yang fluktuatif tanpa biaya tambahan selain itu packing produk yang berkualitas dengan pemilihan material yang baik juga memastikan pengiriman produk yang efektif dan efisien, meningkatkan kepuasan pelanggan. Selain itu, risiko operasional seperti kecelakaan dan kerusakan kendaraan ditanggung oleh penyedia jasa, sehingga mengurangi beban tanggung jawab perusahaan. Teknologi canggih dan sistem manajemen logistik dari penyedia jasa memastikan produk sampai ke pelanggan tepat waktu. Keseluruhan, strategi ini memungkinkan PT ESP untuk fokus pada kompetensi inti, mempercepat pertumbuhan, dan memastikan distribusi produk yang konsisten dan tepat waktu.

### **Ketersediaan Produk Yang Stabil**

Ketersediaan produk yang stabil di PT ESP dapat dipastikan melalui analisis bahan baku dan kapasitas produksi. Pada tahun 0-2, ketersediaan bahan baku limbah TKKS dari pemasok, yang mencapai 312,304 ton/tahun, jauh melebihi kapasitas produksi PT ESP sebesar 100,000 ton/tahun. Kelebihan ini memastikan seluruh kapasitas produksi terserap tanpa kekurangan bahan baku, memenuhi kebutuhan downstream sebesar 120,597 ton/tahun. Data pada Tabel 1.2 menunjukkan bahwa Sungai Buaya Palm Oil Mill dan Sungai Merah Palm Oil Mill masing-masing menyumbang 61,236 ton TKKS per tahun, menciptakan margin yang menjamin stabilitas pasokan (Laporan Keberlanjutan PT. Smart, Tbk 2023). Memasuki tahun 3-5, kapasitas produksi PT ESP akan meningkat menjadi 300,000 ton/tahun. Meskipun produksi meningkat, ketersediaan bahan baku TKKS tetap 312,304 ton/tahun, termasuk tambahan dari Sumatera Selatan.

### **Analisis Kompetisi (*Analysis of Competition*)**

Analisis kompetisi bertujuan untuk memahami posisi perusahaan di pasar dan faktor-faktor yang mempengaruhi daya saingnya. Pendekatan Resource Based View (RBV) juga krusial dalam menganalisis daya saing perusahaan. RBV menekankan evaluasi terhadap aset, keahlian, dan kapabilitas internal perusahaan untuk mengidentifikasi keunggulan strategisnya (Situmorang et al., 2023). Persaingan dalam industri energi terbarukan, khususnya dalam produksi bahan bakar pellet, memerlukan pemahaman yang mendalam terhadap faktor-faktor berikut:

### **Bahan Baku**

Berdasarkan data terbaru dari Kementerian Pertanian, produksi kelapa sawit di Indonesia mencapai 48 juta ton pada 2023, dengan 21% berupa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), yang umumnya tidak dimanfaatkan dan dianggap sebagai limbah. PT ESP mampu mengolah hingga 300.000 ton TKKS per tahun, memberikan keunggulan dalam pasar pellet bahan bakar. Pada dua tahun pertama, pasokan TKKS mencapai 312.304 ton per tahun, mencukupi untuk kapasitas produksi 100.000 ton per tahun serta kebutuhan downstream sebesar 120.597 ton per tahun. Pada tahun ketiga hingga kelima, kapasitas produksi meningkat menjadi 300.000 ton per tahun, didukung oleh tambahan pasokan dari Sumatera Selatan. Dengan fasilitas produksi besar dan logistik yang handal, PT ESP menjamin stabilitas pasokan pellet TKKS, mendukung bisnis

berkelanjutan dan pengurangan emisi karbon, memperkuat posisinya sebagai pemimpin dalam energi terbarukan di Indonesia, serta memberi nilai tambah bagi pelanggan industri yang peduli lingkungan.

### **Pendanaan**

PT ESP memiliki akses pendanaan untuk mendukung operasional dan ekspansi bisnisnya. Dengan modal dasar Rp.25.000.000.000,- dibagi antara para pendiri (55%) dan investor (45%), perusahaan ini memiliki aspek finansial penting untuk melaksanakan rencana strategisnya. Akses pendanaan memungkinkan PT ESP berinvestasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi, penting untuk inovasi dan peningkatan efisiensi produk. Dana ini juga digunakan untuk memperluas infrastruktur produksi, memastikan fasilitas dan peralatan terbaru mendukung kapasitas yang meningkat. Ekspansi pasar menjadi fokus utama, dengan pendanaan yang ada memungkinkan perusahaan menjangkau pasar baru dan memperkuat posisi di pasar yang sudah ada. Fleksibilitas finansial ini penting dalam menanggapi perubahan pasar dan tantangan operasional. Dengan dana yang memadai, PT ESP dapat menghadapi ketidakpastian ekonomi, merespons peluang dan ancaman baru, serta merencanakan dan melaksanakan strategi jangka panjang. Landasan finansial yang solid memastikan keberlanjutan operasional dan pertumbuhan jangka panjang, memperkuat posisi sebagai pemimpin industri dan memperluas pengaruh di pasar energi terbarukan.

### **Kolaborasi dan Kemitraan Strategis**

PT ESP berencana membangun hubungan kolaboratif dan kemitraan strategis dengan PT. SMART, Tbk sebagai investor, serta berbagai pihak seperti pemasok, pelanggan, dan institusi penelitian. Melalui kolaborasi ini, PT ESP akan memastikan pasokan bahan baku yang stabil, mengembangkan produk inovatif, dan memperluas jangkauan pasar. Perusahaan akan menjalin kemitraan dengan lebih dari 20 perkebunan kelapa sawit di Sumatera dan Kalimantan untuk memastikan pasokan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang konsisten. Selain itu, PT ESP akan bekerja sama dengan universitas dan lembaga penelitian untuk mengembangkan teknologi baru dan meningkatkan efisiensi produksi.

### **Mesin Tepat Guna (R4)**

PT ESP menggunakan mesin-mesin tepat guna untuk proses pretreatment dan pelletizing Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), dirancang khusus untuk mengolah TKKS dengan efisiensi tinggi dan menghasilkan pelet biomassa berkualitas dengan nilai kalor optimal. Teknologi canggih yang diterapkan mencakup shredder tahap pertama dan kedua, 3 Pass Rotary Dryer, Hammer Mill, Pellet Mill, serta mesin pendingin dan pengemasan, yang semuanya dipilih untuk meminimalisir kegagalan produksi baik dari segi volume maupun kualitas. Penggunaan mesin ini memastikan proses produksi berjalan lancar dan efisien, menjaga biaya operasional tetap rendah sambil memastikan kualitas produk yang tinggi. Investasi pada teknologi ini mencerminkan komitmen PT ESP terhadap inovasi dan efisiensi, mendukung tujuan bisnis yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, serta memberikan kepastian kepada pelanggan tentang ketersediaan produk yang konsisten dan andal.

### **Penilaian *Resource* dan *Capability***

Setelah menentukan sumber daya (*resources*) dan kemampuan (*capabilities*), langkah selanjutnya adalah menilai kedua aspek ini berdasarkan dua kriteria. Pertama, kita menilai tingkat kepentingan sumber daya dan kemampuan tersebut untuk menentukan mana yang memberikan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan. Kedua, kita membandingkan kekuatan dan kelemahan perusahaan dengan pesaing. Hasil penilaian *resources* dan *capabilities* PT ESP Berikut adalah tabel *Key Success* yang mencakup faktor internal, kepentingan, kekuatan relatif, dan komentar .

Penilaian terhadap sumber daya dan kapabilitas PT ESP menunjukkan bahwa perusahaan memiliki kekuatan signifikan di sektor biomassa berbasis TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit). Infrastruktur produksi yang canggih, investasi berkelanjutan dalam teknologi dan inovasi, serta komitmen terhadap keberlanjutan dan tanggung jawab lingkungan merupakan faktor utama yang memberikan keunggulan kompetitif bagi PT ESP. Kemitraan strategis dan kemampuan adaptabilitas juga mendukung stabilitas dan fleksibilitas operasional perusahaan.

Namun, beberapa kelebihan seperti diversifikasi sumber bahan baku, kebutuhan akan tenaga kerja terampil, pendanaan, pengelolaan risiko, dan keunggulan biaya memerlukan perhatian khusus dan strategi pengelolaan yang efektif. Mengatasi kelemahan ini dengan baik akan membantu PT ESP mengoptimalkan kinerjanya dan mempertahankan daya saing di pasar yang kompetitif.

Secara keseluruhan, dengan memahami dan mengelola kekuatan serta kelemahan ini, PT ESP dapat merumuskan strategi bisnis yang efektif dan berkelanjutan, mencapai kinerja optimal, dan menciptakan nilai tambah bagi seluruh pemangku kepentingan. Penilaian komprehensif ini memberikan dasar kuat bagi perusahaan untuk terus berinovasi dan berkembang dalam industri biomassa berbasis TKKS.

Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai bahan bakar terbarukan menawarkan potensi besar dalam substitusi bahan bakar fosil, pengurangan limbah pertanian, dan penciptaan nilai tambah bagi industri kelapa sawit. Namun, keberhasilan proyek bergantung kuat pada kondisi internal perusahaan (ketersediaan sumber daya, kapabilitas teknis, manajemen) dan kemampuan untuk mengelola risiko teknis, operasional, ekonomi, lingkungan, dan regulatori. Analisis ilmiah berikut menggabungkan kerangka *Internal Factor Evaluation (IFE)* dan prinsip manajemen risiko ISO 31000 untuk menilai kesiapan PT ESP dan menyusun strategi manajemen risiko yang aplikatif.

### **Keuntungan Kompetitif (*Competitive Advantage*)**

Setelah melakukan penilaian terhadap faktor-faktor kunci keberhasilan yang terkait dengan sumber daya dan kemampuan yang diperlukan oleh PT ESP, perusahaan selanjutnya melakukan analisis menggunakan kerangka kerja VRIO (*Valuable, Rare, Inimitable, Organized*). Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengidentifikasi sumber daya dan kemampuan internal yang memiliki potensi untuk menjadi sumber keunggulan kompetitif yang mendukung kelangsungan bisnis perusahaan.

Berdasarkan analisis VRIO, PT ESP memiliki keunggulan kompetitif dalam distribusi tepat waktu, bahan baku melimpah, dan kemitraan strategis. Produk berkualitas tinggi dan harga terjangkau juga menambah daya saing perusahaan. Namun, ketergantungan pada Pendanaan eksternal dan tantangan dalam implementasi keberlanjutan adalah kelemahan yang perlu diatasi. Organisasi yang efektif dalam memanfaatkan sumber daya ini penting untuk mempertahankan keunggulan kompetitif. Dengan meningkatkan kemandirian finansial dan efektivitas dalam praktik keberlanjutan, ESP dapat memperkuat posisinya di pasar energi terbarukan dan mencapai pertumbuhan berkelanjutan.

Berdasarkan analisis, kekuatan utama PT ESP meliputi beberapa faktor penting. Pertama, ketersediaan bahan baku TKKS yang melimpah, sebesar 312.304 ton per tahun, jauh melebihi kapasitas produksi awal perusahaan sebesar 100.000 ton. Pasokan ini memberikan stabilitas yang sangat penting untuk operasi jangka panjang perusahaan. Kedua, harga pellet TKKS yang sangat kompetitif karena lokasi pabrik yang strategis dan teknologi efisien. Penggunaan sumber bahan baku lokal dan kerja sama dengan pemasok juga memungkinkan PT ESP mengurangi biaya transportasi dan operasional, sehingga menawarkan harga yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil. Ketiga, kestabilan pasokan didukung oleh armada logistik yang handal dan pemasok di daerah Lampung serta Sumatera Selatan.

### **Analisis Faktor Internal PT ESP**

#### **1. Sumber Daya Manusia (SDM)**

SDM merupakan faktor kunci dalam pemanfaatan TKKS sebagai bahan bakar terbarukan. Kapabilitas teknis operator dan insinyur menentukan keberhasilan proses pra-penanganan biomassa (dewatering, drying, densification) dan konversi energi (briquetting, gasification, boiler). Kapasitas manajerial juga penting untuk mengelola proyek, rantai pasok, dan kontrak offtake. Kelemahan dalam keterampilan teknis dan koordinasi proyek berisiko menurunkan efisiensi dan kualitas produksi.

#### **2. Keuangan**

Keuangan menjadi faktor krusial karena proyek TKKS membutuhkan investasi besar (capex dan opex) untuk peralatan, logistik, dan pengolahan. Ketersediaan modal dan likuiditas menentukan keberlanjutan proyek.

#### **3. Operasional dan Rantai Pasok**

Ketersediaan TKKS yang musiman dan berkadar air tinggi menjadi tantangan operasional utama. Inefisiensi logistik dapat menimbulkan pembusukan bahan baku dan kenaikan biaya.

#### **4. Teknologi dan Inovasi**

Pemilihan teknologi yang sesuai dengan skala operasi penting untuk menghindari risiko teknis dan biaya tinggi. Penggunaan teknologi yang belum matang dapat menurunkan efisiensi.

Pendekatan *Resource-Based View* (RBV) menekankan bahwa keunggulan kompetitif perusahaan berasal dari pengelolaan sumber daya internal yang *valuable*, *rare*, *inimitable*, dan *organized*. Berdasarkan analisis VRIO, sumber daya dan kapabilitas PT ESP dalam memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai bahan bakar terbarukan menunjukkan potensi *sustainable competitive advantage*.

#### 1. Sumber Daya Berwujud (TKKS dan Infrastruktur Teknis)

TKKS memiliki nilai ekonomi tinggi (*valuable*) karena berfungsi sebagai bahan bakar alternatif berbiaya rendah sekaligus mendukung agenda energi hijau nasional. Akses pasokan TKKS yang stabil dari mitra pabrik kelapa sawit menjadikannya sumber daya yang relatif langka (*rare*) dan sulit ditiru (*inimitable*) karena bergantung pada kontrak jangka panjang, jaringan lokal, serta investasi infrastruktur pengeringan dan penyimpanan. Mesin pengering dan sistem *gasifier/boiler* yang dimiliki PT ESP meningkatkan efisiensi energi dan menjadi *entry barrier* bagi pesaing. Namun, efektivitasnya bergantung pada organisasi dan pemeliharaan operasional yang baik (*organized*).

#### 2. Sumber Daya Tidak Berwujud (Pengetahuan Teknis, SDM, dan Reputasi)

Pengetahuan teknis dan pengalaman SDM dalam pengelolaan biomassa merupakan *tacit knowledge* yang sulit direplikasi pesaing. Kompetensi manajerial dalam proyek energi terbarukan serta reputasi PT ESP di kalangan mitra dan investor memperkuat keunggulan berbasis kepercayaan dan legitimasi sosial. Dengan sistem pembelajaran internal dan *transfer of knowledge*, pengetahuan ini dapat menjadi aset kolektif perusahaan yang berkelanjutan.

#### 3. Kapabilitas Utama (Distribusi, Kemitraan, dan Manajemen Proyek)

PT ESP memiliki kapabilitas distribusi yang efisien dalam pengumpulan dan pengiriman TKKS, sehingga menekan biaya logistik dan menjaga kualitas bahan baku. Kemitraan strategis dengan PKS dan lembaga riset memperkuat posisi perusahaan dalam rantai nilai dan menciptakan keunggulan sosial yang sulit ditiru. Pembentukan *Project Management Office* (PMO) memperkuat koordinasi lintas divisi dan meningkatkan efektivitas organisasi.

#### 4. Implikasi Strategis

Hasil analisis VRIO menunjukkan bahwa PT ESP memiliki kombinasi sumber daya dan kapabilitas yang bernilai, langka, sulit ditiru, dan terorganisasi dengan baik. Sinergi antara TKKS, teknologi, pengetahuan teknis, dan kemitraan membentuk *strategic bundle of resources* yang mendukung keunggulan kompetitif berkelanjutan. Untuk mempertahankannya, PT ESP perlu memperkuat *dynamic capabilities* — kemampuan beradaptasi, berinovasi, dan merespons perubahan pasar energi terbarukan secara berkelanjutan.

### Manajemen Risiko

PT ESP menghadapi tantangan dan risiko yang dapat mempengaruhi operasional dan keberlanjutan bisnisnya. Oleh karena itu, manajemen risiko berperan penting dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan merespons risiko untuk mencapai tujuan dan melindungi nilai perusahaan. Risiko dikelola secara efektif dalam berbagai aspek seperti pengambilan keputusan, operasi, dan aset, guna memastikan perusahaan tetap kompetitif (Bhuana et al., 2017). PT ESP berfokus pada pengelolaan risiko untuk meminimalkan dampak negatif dan memaksimalkan peluang, serta menetapkan sasaran risiko yang terintegrasi dalam rencana operasional untuk meningkatkan efisiensi, memastikan kepatuhan, dan melindungi aset perusahaan. Evaluasi berkala dilakukan untuk menciptakan bisnis yang efisien dan berkelanjutan.

Analisis faktor internal PT ESP menunjukkan bahwa perusahaan memiliki sejumlah kekuatan strategis yang menjadi fondasi utama dalam pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai bahan bakar terbarukan. Salah satu kekuatan utama adalah akses pasokan TKKS yang stabil, berkat kerja sama jangka panjang dengan beberapa pabrik kelapa sawit (PKS) di wilayah operasional. Kondisi ini menjamin kontinuitas bahan baku dan efisiensi logistik, sehingga menurunkan risiko kelangkaan sumber biomassa. Namun demikian, terdapat risiko potensial berupa ketergantungan pada pemasok tunggal dan variasi kualitas TKKS, terutama terkait kadar air dan abu. Untuk mengatasinya, strategi mitigasi jangka pendek yang diterapkan adalah diversifikasi kontrak pasokan dari berbagai PKS serta penerapan standar kualitas bahan baku. Dalam jangka menengah, PT ESP berencana mengembangkan *joint venture* dengan PKS strategis serta berinvestasi pada fasilitas pra-pengolahan di lokasi sumber bahan baku guna menjaga konsistensi kualitas.

Selain itu, infrastruktur teknologi dan fasilitas produksi yang canggih juga menjadi kekuatan signifikan. PT ESP telah mengoperasikan unit *gasifier* dan *boiler* modern yang meningkatkan efisiensi termal sekaligus menekan emisi karbon. Meskipun demikian, terdapat risiko gangguan teknis akibat kurang optimalnya

perawatan serta keterbatasan SDM dalam menguasai teknologi baru. Oleh karena itu, perusahaan menerapkan *preventive maintenance schedule* dan pelatihan teknis bagi operator sebagai langkah mitigasi jangka pendek, serta melaksanakan program *transfer teknologi* dan *training of trainers (ToT)* dengan vendor luar negeri sebagai strategi jangka menengah untuk memperkuat kompetensi teknis internal.

Kekuatan berikutnya terletak pada kompetensi SDM dan kapabilitas manajerial. PT ESP memiliki tim yang berpengalaman dalam proyek energi terbarukan, pengelolaan rantai pasok, dan negosiasi kontrak *off-take*. Namun, potensi risiko muncul dalam bentuk ketergantungan pada individu kunci dan kemungkinan kehilangan pengetahuan organisasi (*knowledge loss*). Untuk itu, mitigasi jangka pendek dilakukan melalui dokumentasi prosedur operasional standar (SOP), pembentukan tim pendamping (*shadow team*), dan rotasi tugas. Dalam jangka menengah, perusahaan mengembangkan sistem *knowledge management* dan membentuk *Project Management Office (PMO)* guna memperkuat koordinasi lintas divisi dan menjaga kesinambungan kompetensi. Selain itu, reputasi dan kemitraan strategis PT ESP dengan pemerintah daerah, lembaga riset, dan mitra bisnis turut memperkuat posisi perusahaan dalam mendukung transisi energi hijau. Namun, ketergantungan pada legitimasi eksternal menjadi potensi risiko yang diantisipasi melalui komunikasi aktif, publikasi keberhasilan proyek, dan keterlibatan dalam program tanggung jawab sosial (CSR) sebagai mitigasi jangka pendek, serta penerapan *Environmental, Social, and Governance (ESG) reporting* sebagai strategi jangka menengah untuk meningkatkan transparansi dan kepercayaan publik.

Di sisi lain, terdapat beberapa kelemahan internal yang perlu mendapat perhatian. Pertama, keterbatasan modal dan struktur pembiayaan, karena proyek biomassa memerlukan investasi awal besar dan arus kas perusahaan masih bergantung pada proyek jangka pendek. Risiko likuiditas ini diatasi melalui optimalisasi modal kerja dan pengajuan *bridging finance* sebagai langkah jangka pendek, serta pengembangan struktur pembiayaan campuran (ekuitas, pinjaman hijau, *carbon credit financing*) dalam jangka menengah. Kedua, efisiensi operasional masih dipengaruhi faktor musiman, di mana kadar air TKKS meningkat pada musim hujan sehingga menurunkan nilai kalor dan efisiensi konversi energi. Untuk mengatasinya, PT ESP melakukan pengeringan awal di lokasi sumber dan penggunaan sistem penyimpanan tertutup, sementara dalam jangka menengah berencana mengadopsi *biomass pre-treatment system* otomatis serta sistem pemantauan kelembapan berbasis Internet of Things (IoT).

Kelemahan lain adalah terbatasnya kegiatan penelitian dan pengembangan (R&D), di mana adaptasi teknologi biomassa masih bergantung pada vendor eksternal. Untuk memperkuat daya saing, PT ESP menjalin kerja sama riset dengan universitas lokal dalam bentuk proyek percontohan (pilot project) sebagai mitigasi jangka pendek, dan membentuk divisi R&D internal untuk mengembangkan inovasi efisiensi energi dan produk turunan TKKS seperti *briquette* dan *pellet* sebagai strategi jangka menengah. Selain itu, sistem manajemen risiko yang belum terintegrasi menjadi kendala struktural yang dapat memengaruhi deteksi dini risiko teknis, keuangan, dan lingkungan. Perusahaan mulai membangun *Risk Register* dan *Key Risk Indicators (KRI)* di setiap divisi sebagai mitigasi awal, serta mengembangkan *Enterprise Risk Management (ERM)* berbasis ISO 31000 dengan pelaporan berkala sebagai strategi jangka menengah.

Secara keseluruhan, analisis ini menunjukkan bahwa PT ESP memiliki keunggulan utama pada aspek bahan baku, teknologi, SDM, dan jaringan kemitraan, sementara tantangan terbesar terletak pada pendanaan, inovasi, dan integrasi sistem risiko. Dengan menerapkan strategi mitigasi jangka pendek yang bersifat taktis seperti efisiensi operasional, pelatihan teknis, dan diversifikasi pasokan serta strategi jangka menengah yang bersifat struktural seperti penguatan pembiayaan hijau, peningkatan R&D internal, dan penerapan ERM terintegrasi PT ESP dapat memperkuat daya saing dan meningkatkan ketahanan risiko secara berkelanjutan dalam mengembangkan energi biomassa berbasis TKKS.

## KESIMPULAN

PT ESP memiliki potensi besar dalam memanfaatkan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai bahan bakar terbarukan, yang didukung oleh kualitas produk tinggi, harga yang kompetitif, sistem distribusi yang efisien, serta ketersediaan bahan baku yang stabil. Berdasarkan analisis permintaan dan daya saing, pellet TKKS yang diproduksi PT ESP telah memenuhi standar internasional DIN Enplus dan EN-B dengan kadar air 10%, kadar abu 3%, serta nilai kalor mencapai 16.500 kJ/kg, menjadikannya bahan bakar yang efisien dan ramah lingkungan. Selain itu, harga pellet TKKS yang 37,5% lebih murah dibandingkan batubara memberikan keunggulan kompetitif di pasar energi alternatif. Sistem distribusi yang melibatkan pihak ketiga memungkinkan pengiriman yang tepat waktu dan fleksibilitas tinggi, sementara ketersediaan bahan baku yang bersumber dari beberapa pabrik kelapa sawit (PKS) menjamin kontinuitas pasokan. Dalam kerangka Resource-Based View (RBV) dan VRIO Framework, keunggulan PT ESP terletak pada sumber daya yang bernilai seperti ketersediaan TKKS melimpah dan mesin produksi canggih, sumber daya yang langka seperti kontrak jangka panjang dengan PKS, serta kapabilitas yang sulit ditiru berupa kemitraan strategis dan reputasi perusahaan

yang baik. Seluruh potensi ini terorganisasi dengan baik melalui penerapan manajemen proyek yang efisien dan pembentukan Project Management Office (PMO).

Dari sisi faktor internal, terdapat empat aspek utama yang menjadi penentu keberhasilan implementasi proyek TKKS. Pertama, aspek Sumber Daya Manusia (SDM), di mana kompetensi teknis dan manajerial menjadi kunci utama. Risiko rendahnya keterampilan teknis dapat diminimalkan melalui pelatihan teknis modular, rotasi kerja, serta pembentukan PMO khusus untuk proyek biomassa. Kedua, aspek Keuangan, di mana keterbatasan modal diatasi melalui optimalisasi modal kerja, pemanfaatan *bridging finance*, serta pengembangan skema pembiayaan hijau jangka menengah. Ketiga, aspek Operasional dan Rantai Pasok, yang menghadapi risiko musiman dan fluktuasi kualitas bahan baku, diatasi melalui penerapan proses pengeringan awal, sistem penyimpanan tertutup, serta diversifikasi pemasok untuk menjaga konsistensi pasokan dan mutu bahan baku. Keempat, aspek Teknologi dan Inovasi, di mana ketergantungan terhadap vendor eksternal diimbangi dengan penguatan kapasitas internal melalui kerja sama riset dengan perguruan tinggi dan pembentukan divisi penelitian dan pengembangan (R&D) untuk mendukung keberlanjutan teknologi.

Secara keseluruhan, keunggulan kompetitif PT ESP terletak pada kemampuan perusahaan dalam menjaga stabilitas pasokan bahan baku, efisiensi biaya produksi, kemitraan strategis dengan pabrik kelapa sawit, serta sistem distribusi yang tepat waktu. Keunggulan ini sulit ditiru oleh pesaing karena merupakan kombinasi dari sumber daya fisik (seperti TKKS dan mesin produksi) serta sumber daya tidak berwujud (seperti pengetahuan teknis, reputasi, dan jaringan kemitraan). Dalam konteks manajemen risiko, mengacu pada standar ISO 31000, PT ESP secara sistematis mengidentifikasi, menganalisis, dan mengendalikan risiko yang mencakup aspek operasional, teknis, keuangan, dan lingkungan. Strategi mitigasi risiko jangka pendek yang diterapkan meliputi diversifikasi pemasok, pelatihan teknis bagi karyawan, penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang ketat, serta pemanfaatan sistem logistik terintegrasi untuk efisiensi pengiriman.

Penelitian ini menyoroti analisis faktor internal dan strategi manajemen risiko PT ESP dalam pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai bahan bakar terbarukan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar ruang lingkup diperluas dengan melibatkan lebih banyak perusahaan di sektor energi biomassa atau industri kelapa sawit. Pendekatan *multiple case study* akan memberikan gambaran yang lebih beragam mengenai strategi dan efektivitas manajemen risiko di berbagai organisasi. Penelitian mendatang juga dapat menggunakan pendekatan kuantitatif seperti *Structural Equation Modeling (SEM)* atau *Analytic Hierarchy Process (AHP)* untuk mengukur pengaruh faktor internal—seperti SDM, keuangan, operasional, dan teknologi—terhadap kinerja pemanfaatan TKKS secara lebih empiris.

Selain itu, aspek eksternal seperti kebijakan pemerintah, insentif energi hijau, dan kondisi pasar energi perlu diintegrasikan agar hasil penelitian lebih relevan dengan dinamika industri. Penggunaan metode analisis risiko berbasis simulasi, seperti *Monte Carlo Simulation* atau *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, juga disarankan untuk menilai probabilitas dan dampak risiko secara lebih akurat. Dengan demikian, hasil penelitian dapat membantu perusahaan menyusun strategi mitigasi yang lebih efektif, memperkuat ketahanan operasional, dan meningkatkan daya saing di sektor energi terbarukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budiarto, A. W., & Surjosatyo, A. (2021). Indonesia's Road to Fulfill National Renewable Energy Plan Target in 2025 and 2050: Current Progress, Challenges, and Management Recommendations - A Small Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 940(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/940/1/012032>
- Chang, S. H. (2014). An overview of empty fruit bunch from oil palm as feedstock for bio-oil production. *Biomass and Bioenergy*, 62, 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.01.002>
- Chiew, Y. L., & Shimada, S. (2013). Current state and environmental impact assessment for utilizing oil palm empty fruit bunches for fuel, fiber and fertilizer - A case study of Malaysia. *Biomass and Bioenergy*, 51, 109–124. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.01.012>
- Diana, R., Rusdianasari, & Kalsum, L. (2023). The Effect of Palm Shell and Empty Fruit Bunch Composition Ratio on the Quality of Biopellets for Co-firing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1228(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1228/1/012006>
- KANIAPAN, S., Suhaimi, H., Hamdan, Y., & Pasupuleti, J. (2021). Experiment analysis on the characteristic of empty fruit bunch, palm kernel shell, coconut shell, and rice husk for biomass boiler fuel. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 15(3), 8300–8309. <https://doi.org/10.15282/jmes.15.3.2021.08.0652>
- Klugmann-Radziemska, E. (2014). Environmental impacts of renewable energy technologies. In *Int Conf Environ Sci Technol. IPCBEE, Singapore*, (pp. 104-1(9), 6. <https://doi.org/10.7763/IPCBEE>

- Malau, L. R. E., & Rambe, K. R. (2022). Efek sertifikasi RSPO dan determinan lainnya terhadap kinerja keuangan perusahaan perkebunan kelapa sawit di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Modernisasi*, 18(2), 184–198. <https://doi.org/10.21067/jem.v18i2.7270>
- Mošková, E., & Bugarová, K. (2023). Improving Business Sustainability by Connecting Business Continuity Management and Risk Management. *WSB Journal of Business and Finance*, 57(1), 38–45. <https://doi.org/10.2478/wsbjbf-2023-0005>
- Olabi & Abdelkareem. (2022). No Title158, הכי קשה לראות את מה שבאמת לנגד העיניים. דארץ, 8.5.2017), 2005–2003.
- Praevia, M. F., & Widayat, W. (2022). Analisis Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Cofiring pada PLTU Batubara. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 3(1), 28–37. <https://doi.org/10.14710/jebt.2022.13367>
- Pratama, I. P. A. E., & Pratika, M. T. S. (2020). Manajemen Risiko Teknologi Informasi Terkait Manipulasi dan Peretasan Sistem pada Bank XYZ Tahun 2020 Menggunakan ISO 31000:2018. *Jurnal Telematika*, 15(2), 63–70.
- Primadita, D. S., Kumara, I. N. S., & Ariastina, W. G. (2020). 57188-1537-152246-2-10-20200529 (1). 4(1).
- Rusdianasari, R., Arisetyadhi, I., Kalsum, L., Bow, Y., Syarif, A., & Arifin, F. (2023). Characterization of Empty Fruit Bunch of Palm Oil as Co-firing Biomass Feedstock. *AJARCDE (Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment)*, 7(1), 74–78. <https://doi.org/10.29165/ajarcde.v7i1.237>
- Rustam, B. R. (2017). *Manajemen Risiko : Prinsip, Penerapan, dan Penelitian*.
- Situmorang, J., Sembiring, R., & Sianturi, J. A. T. P. (2023). Jurnal Ilmu Manajemen METHONOMIX (Maret 2023 – Agustus 2023). *Jurnal Ilmu Manajemen METHONOMIX*, 6, 1–13.
- Subaktilah, Y., Kuswardani, N., Yuwanti, S., Magister, P., Agroindustri, T., Pertanian, F. T., & Jember, U. (2018). Analisis SWOT: Faktor Internal dan Eksternal pada Pengembangan... *Jurnal Agroteknologi*, Vol. 12 No. 02 (2018). 12(02).