

Analisis tingkat kesesuaian lahan dan finansial pembangunan tanaman energi kaliandra (*Calliandra callothyrsus*) di lokasi bekas tambang batubara PT Padangsubur Biomasa Kaltim

Ahlang Edi¹, Rujehan¹, Ibrahim¹, Ndan Imang², Mustofa Agung Sardjono¹, Rochadi Kristiningrum^{1*}

¹Program Studi Magister Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Penajam, Samarinda 75123

²Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Jalan Pasir Balengkong, Gn. Kelua, Samarinda 75123

*E-Mail: rkristiningrum@fahatan.unmul.ac.id

Artikel diterima : 27 Juli 2023 Revisi diterima : 11 Desember 2023

ABSTRACT

Calliandra is one of the renewable energy source plants because apart from being a promising alternative energy source, it also grows quickly. This research aims to analyze the level of land suitability and analyze the financial feasibility of calliandra energy plants (*Calliandra callothyrsus*) at the former coal mine location of PT Padangsubur Biomass, East Kalimantan. The research method involves conducting interviews with the company and taking soil samples for laboratory testing, while financial feasibility is calculated using the NPV, Net B/C and IRR methods. Research shows that air humidity is 74.00%. Meanwhile, land suitability is at land suitability status S2 (Quite Suitable). This is supported by a rooting medium with an effective depth of <60 cm and a C-Organic parameter of 1.57% and no limiting factors found. This condition causes the suitability of the land to be S1 (Very Suitable). The financial feasibility of developing a calliandra energy plant is respectively the Net Present Value (NPV), Benefit Cost Ratio (B/C) at a 10% discount factor level of IDR 6,164,016 and 1.32. Meanwhile, the Internal Rate of Return (IRR) was 23.88%. This shows that the development of energy plants with a monoculture planting pattern of the calliandra type in the former coal mining area of PT. Padangsubur Biomass Kaltim is profitable and potential to be developed as a source of renewable energy.

Keyword: *Calliandra*, PT Padangsubur Biomass, renewable energy

ABSTRAK

Kaliandra merupakan salah satu tanaman sumber energi terbarukan karena selain sebagai sumber energi alternatif yang cukup menjanjikan dan sifatnya yang cepat tumbuh. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat kesesuaian lahan dan menganalisis kelayakan finansial tanaman energi kaliandra (*Calliandra callothyrsus*) pada lokasi bekas tambang batubara PT. Padangsubur Biomasa Kaltim. Metode penelitian dengan melakukan wawancara kepada pihak perusahaan dan melakukan pengambilan sampel tanah sebanyak 1 kg yang diambil secara purposive sampling untuk dilakukan pengujian secara laboratorium, sedangkan kelayakan finansial dihitung dengan metode NPV, Net B/C dan IRR. Penelitian menunjukkan bahwa kelembapan udara bernilai 74,00%. Sedangkan kesesuaian lahan berada pada status kesesuaian lahan S2 (Cukup Sesuai). Hal tersebut didukung dengan media perakaran dengan kedalaman efektif <60 cm dan parameter C-Organik bernilai 1,57% serta tidak dijumpai faktor pembatas. Kondisi ini menyebabkan kesesuaian lahannya berada menjadi S1 (Sangat Sesuai). Kelayakan finansial pembangunan tanaman energi kaliandra berturut-turut nilai *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (B/C) pada tingkat diskon faktor 10% sebesar Rp.6.164.016 dan 1,32. Sedangkan *Internal Rate of Return* (IRR) dengan sebesar 23,88%. Hal ini menunjukkan bahwa pembangunan tanaman energi dengan pola tanam monokultur jenis kaliandra di areal bekas tambang batubara PT Padangsubur Biomasa Kaltim adalah menguntungkan dan layak diusahakan sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai salah satu sumber energi terbarukan.

Kata kunci: Kaliandra, energi terbarukan, PT Padangsubur Biomasa Kaltim

PENDAHULUAN

Sebagai salah satu produsen batu bara terbesar di dunia, aktivitas pertambangan di Indonesia jelas menimbulkan permasalahan lingkungan. Kegiatan pertambangan batubara memberikan dampak yang signifikan terhadap penurunan kualitas lingkungan, terutama tanah, air dan udara (Fitriyanti, 2016; Listiyani, 2017; Behum, 2-18). Selain itu sektor pertambangan sering diduga menjadi salah satu

faktor utama penyebab kerusakan lingkungan hidup dan menurunkan tingkat kesuburan tanah baik secara fisik dan struktur tanahnya (Albertus dan Zalukhu, 2019 & Hardjana dkk., 2019). Untuk memperbaiki kondisi tersebut maka perlu dilakukan kegiatan reklamasi pasca tambang (Zhenqi, 2018). Hal tersebut sejalan dengan Wyoming State Rules & Regulation (2017) dan Aipassa dkk (2020) yang menyatakan bahwa tanah yang sudah direklamasi

harus sesuai dengan penggunaan sebelumnya dan bernilai ekonomis.

Sumber utama energi dunia adalah energi fosil yang jumlahnya semakin berkurang dan diperlukan energi alternatif untuk menggantikannya (Kasmaniar dkk., 2023). Selain itu populasi penduduk yang semakin meningkat menyebabkan semakin banyaknya energi yang diperlukan sehingga hal tersebut mendorong akan pentingnya sumber energi alternative (Ibrahim dkk, 2020; Yanti dkk., 2023). Sedangkan menurut Brenda dkk. (2017) menyatakan bahwa sekitar 15% penggunaan energi alternative bisa menggantikan penggunaan energi fosil.

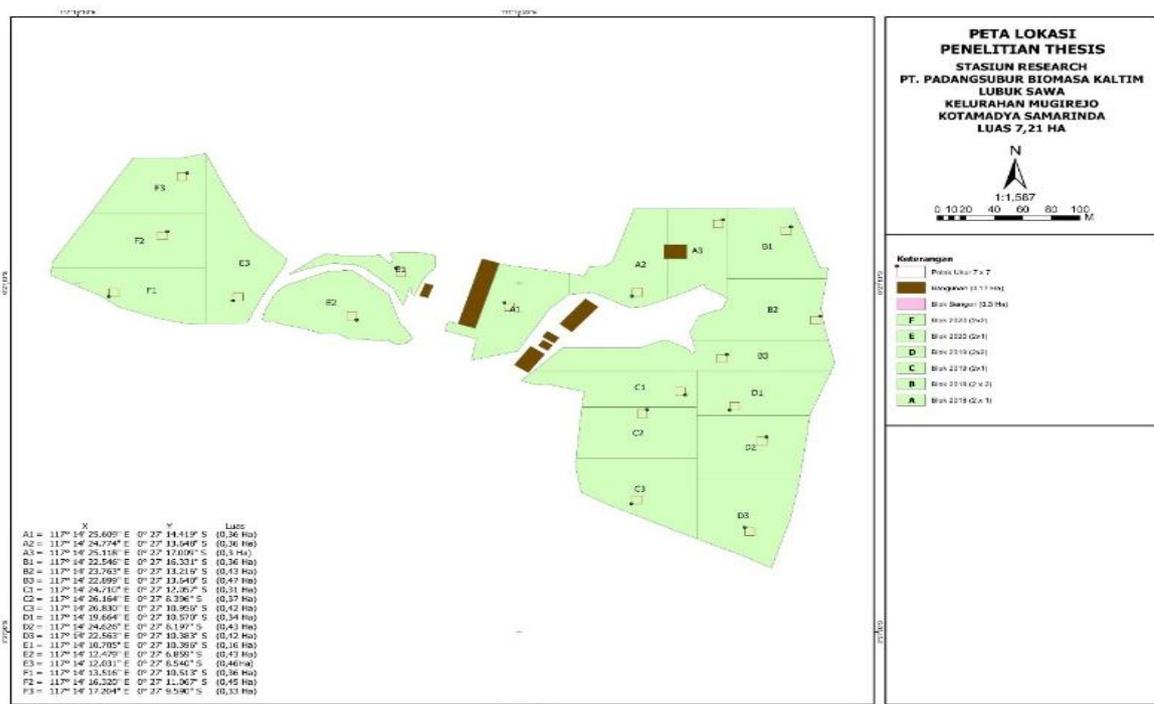
Reklamasi dengan kebun energi pada perusahaan tambang akan memberi citra positif bagi perusahaan tersebut. Kelompok Leguminosae seperti Gliricidae atau kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) bisa dipilih sebagai tanaman kebun energi, karena memiliki kelebihan dari jenis tanaman yang lainnya seperti mudah dalam perawatan, mudah tumbuh, akar yang bersimbiosis dengan *azetobacter* sehingga mampu mengikat nitrogen dari atmosfer untuk meningkatkan kesuburan tanah dan cepat dipanen cepat (Pradana & Bunyamin, 2021). Kondisi lahan reklamasi yang kurang subur bisa diperbaiki juga dengan kebun energi tersebut. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Hendrati & Hidayati (2014), bahwa 97,2% rasio pertumbuhan kaliandra sangat tinggi dan dapat tumbuh di berbagai tempat dan memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan sebagai kayu energi.

PT Padang Subur Biomasa adalah salah satu perusahaan penanaman modal dalam negeri dalam bentuk perseroan terbatas yang bergerak di bidang perdagangan dan kehutanan yang wilayah kerjanya berada di area bekas pit tambang PT Cahaya Energi Mandiri seluas 7,23 ha. Adapun jenis tanaman yang berada pada PT Padang Subur Biomasa Kaltim sebagian besar tanaman kaliandra merah. Adapun tujuan pengembangan dan budidaya tanaman kaliandra merah untuk reklamasi terhadap lahan-lahan pasca tambang dan memanfaatkan lahan kosong agar bernilai ekonomis baik dari produksi kayu maupun manfaat lainnya seperti sebagai bahan untuk pemenuhan energi alternatif. Untuk mengetahui sesuai atau tidak lahan yang diusahakan tersebut dan layak atau tidaknya usaha yang dijalankan maka perlu kiranya dilakukan penelitian untuk menganalisis tingkat kesesuaian lahan dan menganalisis kelayakan finansial tanaman energi kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) pada lokasi bekas tambang batubara PT Padangsubur Biomasa Kaltim.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di areal lokasi bekas tambang batubara PT Padangsubur Biomasa Kaltim, Kelurahan Tanah Merah, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda. Penelitian dilaksanakan pada bulan Pebruari sampai dengan bulan Maret 2023. Adapun lokasinya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi PT Padangsubur Biomasa Kaltim

Prosedur Penelitian

Pengumpulan data berasal dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara kepada responden yang berasal dari perusahaan terkait tentang kegiatan reklamasi pasca tambang dengan jenis kaliandra merah dan pengambilan sampel tanah secara purposive sampling sebanyak masing-masing 1 kg pada 4

lokasi yang telah ditentukan pada kedalaman 0-20 cm secara komposit untuk kemudian dilakukan uji di laboratorium untuk mengetahui sifat fisik dan kimia tanahnya. Sedangkan data sekunder diperoleh melalui studi pustaka, laporan keuangan perusahaan terkait biaya dan pendapatan dari perusahaan kaliandra dan laporan tertulis lainnya yang mendukung penelitian.



Gambar 2. Proses pengambilan sampel tanah

Analisis Data

Analisis Kesesuaian Lahan

Tingkat kesesuaian lahan untuk pembangunan tanaman kaliandra di areal bekas tambang batubara, dilakukan penilaian kelas kesesuaian lahan dengan sistem mencocokkan (*matching*) antara persyaratan penggunaan lahan atau persyaratan tumbuh tanaman dengan data kualitas/ karakteristik lahan dari lahan bekas tambang batubara. Kelas kesesuaian lahan ditentukan oleh faktor fisik (karakteristik/kualitas lahan) pembatas terberat dalam menilai kelas kesesuaian lahan. Penentuan kelas kesesuaian lahan aktual dilakukan dengan cara:

- a. Data karakteristik/kualitas lahan pada masing-masing unit lahan dihubungkan (*matching*) dengan data persyaratan tumbuh tanaman yang mengacu pada buku kriteria kesesuaian lahan Djaenudin dkk. (2000). Kemudian masing-masing unit lahan digolongkan apakah termasuk ordo sesuai (S) atau tidak sesuai (N);
- b. Pada masing masing ordo yang tergolong ke dalam ordo sesuai (S), kemudian ditentukan apakah tergolong ke dalam kelas sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2) atau sesuai marjinal (S3) dan masing masing ordo yang tergolong ke dalam ordo tidak

sesuai (N), kemudian ditentukan apakah tergolong ke dalam kelas tidak sesuai sementara (N1) atau tidak sesuai permanen (N2);

- c. Masing-masing kelas ditentukan sub kelasnya berdasarkan karakteristik lahan yang merupakan faktor pembatas terberatnya secara berurutan berdasarkan urutan karakteristik lahan pada tiap-tiap kualitas lahan;

Untuk mendapatkan data kesesuaian lahan potensial didapatkan dengan cara menentukan upaya-upaya perbaikan kualitas lahan yang diperlukan untuk menaikkan kelas kesesuaian lahannya berdasarkan masukan yang diperlukan. Sehingga kelas kesesuaian lahan potensialnya akan meningkat pada kelas yang terbaik dimana usaha-usaha perbaikan kualitas lahan mengacu pada asumsi yang dipakai dalam Hardjowigeno dan Widiatmaka (2011) yaitu asumsi kebutuhan tanaman, asumsi pengelolaan tanaman, asumsi penggunaan pupuk dan bahan organik serta asumsi perbaikan kualitas lahan (pH, struktur dan tekstur tanah, kandungan unsur hara dan faktor lainnya).

Analisis Finansial

Untuk menganalisis kelayakan finansial perusahaan kaliandra merah dengan cara menghitung *Net Present Value* (NPV), *Net Benefit*

Cost Ratio (Net B/C) ratio dan *Internal Rate of Return* (IRR) dengan menggunakan diskon factor 10% dan 25%. Hal ini selaras dengan Sulistiyowati (2019) yang menyatakan bahwa analisis finansial dilakukan untuk mengetahui seberapa besar keuntungan yang didapatkan dari suatu usaha beserta tingkat suku bunganya. Sedangkan menurut Purnomo dkk (2017) menyatakan bahwa studi kelayakan menjadi dasar pengambilan keputusan terhadap kegiatan usaha apakah layak atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Kesesuaian Lahan

Evaluasi lahan adalah proses menduga potensi lahan dari waktu ke waktu sesuai dengan jenis penggunaan tertentu baik edafis maupun untuk non edafis. Dari sudut edafis prinsip tujuan evaluasi kesesuaian lahan adalah untuk memprediksi potensi

dan faktor pembatas untuk produksi biomassa. Dengan kata lain evaluasi lahan adalah proses membandingkan persyaratan yang diperlukan untuk suatu penggunaan lahan tertentu dengan sifat sumberdaya yang ada pada lahan tersebut (Wakiah dkk., 2016).

Struktur klasifikasi kesesuaian lahan menurut kerangka FAO (1976) dapat dibedakan menurut tingkatannya, yaitu tingkat Ordo, Kelas, Sub kelas dan Unit. Ordo adalah keadaan kesesuaian lahan secara global. Pada tingkat ordo kesesuaian lahan dibedakan antara lahan yang tergolong sesuai (*S=Suitable*) dan lahan yang tidak sesuai (*N=Not Suitable*). pada tingkat kelas, lahan yang tergolong ordo sesuai (*S*) dibedakan ke dalam tiga kelas, yaitu: lahan sangat sesuai (*S1*), cukup sesuai (*S2*), dan sesuai marginal (*S3*). Sedangkan lahan yang tergolong ordo tidak sesuai (*N*) tidak dibedakan ke dalam kelas-kelas. Secara umum kriteria untuk kelas dapat dilihat Tabel 1.

Tabel 1. Limpasan permukaan dan massa tanah tererosi pada kelas kelerengan berbeda

Kelas	Keterangan
S1 (Sangat Sesuai)	Lahan tidak mempunyai faktor pembatas yang berarti atau nyata terhadap penggunaan secara berkelanjutan, atau faktor pembatas bersifat minor dan tidak akan berpengaruh terhadap produktivitas lahan secara nyata.
S2 (Cukup Sesuai)	Lahan mempunyai faktor pembatas, dan faktor pembatas ini akan berpengaruh terhadap produktivitasnya, memerlukan tambahan masukan (input). Pembatas tersebut biasanya dapat diatasi oleh petani sendiri.
S3 (Sesuai Marginal)	Lahan mempunyai faktor pembatas yang berat, dan faktor pembatas ini akan sangat berpengaruh terhadap produktivitasnya, memerlukan tambahan masukan yang lebih banyak dari padalahan yang tergolong S2. Untuk mengatasi faktor pembatas pada S3 memerlukan modal tinggi, sehingga perlu adanya bantuan atau campur tangan (intervensi) pemerintah atau pihak swasta.
N (Tidak Sesuai)	Lahan yang mempunyai faktor pembatas yang sangat berat dan/atau sulit diatasi.

Sumber: FAO (1976).

Kesesuaian Lahan untuk Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*)

tahunan, ketersediaan air, dan kelembapan dapat dilihat pada Tabel 2.

Kriteria kelayakan iklim untuk pertumbuhan dari kaliandra merah, dari sisi temperatur rata-rata

Tabel 2. Kriteria kesesuaian lahan untuk parameter iklim bagi pertumbuhan Kaliandra Merah (*Calliandra calothyrsus*).

No	Karakteristik Iklim	S1	S2	S3	N
1.	Temperatur Rata-rata tahunan-t (°C)	20 - 28	18 - <20	16- 29	<16
	Temperatur wilayah studi 28,00	S1			
2.	Curah Hujan Tahunan-w (mm)	1500 - 2000	900 - 1500 2000 - 2500	600 - 900 2500 - 3000	>3000
	Curah hujan wilayah studi 1950,00	S1			
3.	Kelembapan-r (%) Kelembapan wilayah studi 74%	<65	65 - 75 S2	75 - 85	<85
4.	Hasil Evaluasi Aktual	S2.r (Cukup Sesuai dengan faktor pembatas kelembapan)			

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa faktor pembatas dari sisi iklim pada penanaman kaliandra merah (*C. calothyrsus*) terdapat pada kelembapan udara dengan nilai 74%. Hal ini menunjukkan bahwa kesesuaian lahan berada pada status kesesuaian lahan S2 (Cukup Sesuai). Adapun faktor pembatas tersebut merupakan faktor pembatas permanen. Hal tersebut selaras dengan penelitian Maulidani dkk (2019) yang menyatakan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas hidup tanaman kaliandra merah yaitu curah hujan, suhu dan

kelembapan udara. Rendahnya curah hujan membuat kelembapan udara menjadi lebih tinggi. Hal ini akan mempengaruhi pertumbuhan kaliandra kelak.

Media Perakaran

Kriteria kelayakan media perakaran untuk pertumbuhan dari kaliandra merah, dari sisi drainase, tekstur tanah, bahan kasar dan kedalaman efektif dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria kesesuaian lahan untuk parameter media perakaran bagi pertumbuhan kaliandra merah (*C. calothyrsus*)

No.	Karakteristik Iklim	S1	S2	S3	N
1.	Drainase Drainase wilayah studi Baik	Baik, Agak Terhambat S1	Agak Cepat	Terhambat	Sangat Terhambat
2.	Tekstur Tanah Tekstur Tanah wilayah studi SD dan AK	H, AH, SD, AK S1	-	Kasar	-
3.	Bahan Kasar (%) Bahan Kasar, wilayah studi 2	<15 S1	15 – 35	35 - 55	>55
4.	Kedalam Efektif (cm) Kedalam Efektif wilayah studi 60 cm	>75	50 - 75 S2	50 - 30	<30
5.	Hasil Evaluasi Aktual	S2.r (Cukup Sesuai dengan faktor pembatas kedalaman efektif)			

Keterangan : SD = Sedang, AK = Agak kasar

Hasil menunjukkan bahwa faktor pembatas dari sisi media perakaran untuk penanaman kaliandra merah (*C. calothyrsus*) dijumpai pada parameter kedalaman efektif. Adapun nilai kedalaman efektif sebesar 60 cm. Sejalan dengan Maulidani dkk. (2019) yang menyatakan bahwa kaliandra tidak tahan terhadap drainase buruk yang tergenang air. Namun drainase diwilayah studi termasuk dalam kategori S1 (Sangat Sesuai), Tekstur tanah wilayah studi termasuk sedang dan agak kasar sehingga masuk dalam kriteria S1 (Sangat Sesuai). Hal tersebut mendukung pertumbuhan kaliandra merah. Dan bahan kasar wilayah studi bernilai 2 yang masuk

dalam kriteria S1 (Sangat sesuai). Hasil evaluasi aktual menyatakan bahwa kesesuaian lahan kaliandra merah berada menjadi S2 (Cukup Sesuai) mengingat yang menjadi factor pembatas adalah kedalaman efektif. Adapun faktor pembatas kedalaman efektif merupakan faktor pembatas permanen.

Retensi Hara

Kriteria kelayakan retensi hara untuk pertumbuhan dari kaliandra merah dapat dilihat berdasarkan Kapasitas Tukar Kation (KTK), kejenuhan basa, pH H₂O dan C-Organik. Di tunjukan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria kesesuaian lahan untuk parameter retensi hara bagi pertumbuhan kaliandra merah (*C. calothyrsus*)

No.	Karakteristik Iklim	S1	S2	S3	N
1.	KTK Liat (cmol) KTK Liat wilayah studi 8,56	>16	<16 S2	-	-
2.	Kejenuhan Basa (%) Kejenuhan Basa wilayah studi 76,20	>50 S1	35 – 50	<50	
3.	pH-H ₂ O pH-H ₂ O wilayah studi 5,18	5,8 – 70	5,0 – 5,8 S2	>7,5	
4.	C-Organik (%) C-Organik wilayah studi 1,57	>0,4 S1	<0,4		

No.	Karakteristik Iklim	S1	S2	S3	N
5.	Hasil Evaluasi Aktual	S2.r (Cukup Sesuai) dengan faktor pembatas KTK Liat dan pH H ₂ O			

Berdasarkan Tabel 4. menunjukkan bahwa faktor pembatas dari retensi hara untuk penanaman kaliandra merah (*C.calothyrsus*) dijumpai pada parameter C-Organik, dengan nilai 1,57% dan kejenuhan basa wilayah studi berada pada kriteria S1 (Sangat Sesuai). Kondisi ini menyebabkan kesesuaian lahannya berada menjadi S2 (Cukup Sesuai) dengan faktor pembatas KTK liat dan pH H₂O. Litbanghut (2014) menyatakan bahwa tanaman kaliandra tahan terhadap tanah masam dengan pH sekitar 4,5. Sedangkan Arifin dkk (2018) menyatakan bahwa mayoritas Kalimantan yang arealnya berupa tambang perlu dilakukan revegetasi

dan memerlukan jenis tanaman yang memiliki daya hidup yang tinggi pada lahan marginal tersebut. Kaliandra merah salah satu tanaman yang agesif dan bisa hidup pada berbagai jenis tanah.

Kondisi lahan

Kriteria kelayakan kondisi lahan untuk pertumbuhan dari kaliandra merah meliputi batuan permukaan (%), singkapan batuan (%), lereng (%), bahaya banjir (F0), dan Bahaya Erosi. Ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria kesesuaian lahan untuk parameter kondisi lahan bagi pertumbuhan kaliandra merah (*C. calothyrsus*)

No.	Karakteristik Iklim	S1	S2	S3	N
1.	Batuan Permukaan (%)	<5	5 - 11	11 - 40	>40
	Batuan Permukaan wilayah studi 3%	S1			
2.	Singkapan Batuan (%)	<5	5 - 11	11 - 25	>25
	Singkapan Batuan wilayah studi 0	S1			
3.	Lereng (%)	<8	8 - 16	16 - 30	>30
	Lereng wilayah studi <2%	S1			
4.	Bahaya Banjir F0	F0	F1	F2	F3
		S1			
5.	Bahaya Erosi	SR	Rendah-SD	Berat	SB

Keterangan : F0 = tidak pernah ada banjir

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa faktor pembatas dari kondisi lahan untuk penanaman kaliandra merah tidak dijumpai adanya faktor pembatas. Mengingat batuan permukaan wilayah studi bernilai 3% masuk dalam kategori S1 (Sangat Sesuai). Singkapan batuan wilayah studi bernilai 0 masuk dalam kategori S1 (Sangat Sesuai). Lereng di wilayah studi bernilai <2% masuk dalam kategori S1 (Sangat Sesuai) dan tidak pernah terjadi banjir di wilayah studi dan bahaya erosi sangat rendah. Atas dasar itulah maka kondisi actual kesesuaian lahan kaliandra merah berada dalam kategori S1 (sangat sesuai).

Kelayakan Finansial Pengusahaan Kaliandra Merah

Sebelum melakukan analisis finansial pembangunan tanaman energi kaliandra merah (*C. calothyrsus*) pada areal bekas tambang batubara PT Padangsubur Biomasa Kaltim, perlu ditetapkan jangka waktu pengusahaan berdasarkan rotasi/daur dan pembagian petak pengelolaannya. Untuk pola tanam yang akan digunakan adalah sistem monokultur dengan sistem silvikultur tebang jalur

permudaan buatan (TJPB). Dimana daur pengusahaannya dilakukan selama 5 tahun dengan jarak tanam 1m x 2m dengan skala usaha seluas 1 ha. Sebelum melakukan analisis kelayakan finansial perlu kiranya diperhitungkan rincina biaya-biaya baik biaya tetap atau biaya variable, pendapatan dari pengusahaan kaliandra merah yang berasal dari biji/polong dan kayunya. Sedangkan untuk melakukan analisis kelayakan finansial menggunakan parameter NVP, Net B/C, dan IRR (Winarti dkk., 2017). Berikut hasil perhitungan finansial pembangunan tanaman energi PT Padangsubur Biomasa Kaltim:

Biaya Investasi

Biaya investasi adalah input pembiayaan kegiatan pembangunan tanaman energi kaliandra di areal bekas tambang batubara PT. Padangsubur Biomasa Kaltim. Biaya tersebut meliputi sarana fisik, biaya peralatan dan biaya bibit. Pembuatan sarana dan prasarana dimaksudkan adalah sebagai penunjang kelancaran pelaksanaan kegiatan, Sarana dan prasarana meliputi: *workshop*, *green house*/tempat pembibitan dan pondok kerja. Pondok pekerja dibuat di lokasi areal bekas tambang

batubara PT. Padangsubur Biomasa Kaltim. Biaya pembangunan workshop, tempat pembibitan (*green house*), dan pondok jaga berturut-turut sebesar Rp.2.000.000; Rp.2.000.000 dan Rp.1.500.000 dimana dalam jangka waktu 5 tahun mengalami penyusutan sebesar 20%.

Peralatan yang digunakan umumnya adalah parang/sabit, cangkul, dan linggis, digunakan pada kegiatan penyiapan lahan, penanaman dan pemeliharaan. Adapun biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan pelatan sebesar Rp.1.250.000 dan mengalami penyusutan sebesar 20% pada tahun ke 5. Harga bibit Kaliandra Merah adalah Rp.1.000/batang. Jumlah kebutuhan bibit per hektar dihitung berdasarkan luas areal yang akan ditanami, pola tanam dan jarak tanam yang digunakan, serta ditambah alokasi penyulaman yang berkisar 20 % dari kebutuhan bibit secara normal atau dengan rumus :

$$\text{Kebutuhan Bibit} = \frac{\text{Luas areal}}{\text{Jarak Tanam}} + 20\%$$

Jenis kaliandra dengan pola tanam monokultur, dengan jarak tanam 2m x 1m, maka jumlah bibit yang dibutuhkan per hektar = $5.000 + 20\% = 6.000$ batang/ha, dengan biaya bibit per batang sebesar Rp.1.000

Biaya Operasional

Biaya operasional yang dipakai untuk melaksanakan kegiatan pembangunan tanaman energi di areal PT Padangsubur Biomasa Kaltim, berupa tenaga kerja dan pupuk. Tenaga kerja merupakan faktor sangat penting dalam kegiatan pengelolaan pembangunan tanaman energi kaliandra. Hampir keseluruhan kegiatan dilakukan secara manual, sehingga tenaga kerja sangat dibutuhkan. Penggunaan tenaga kerja seperti pada kegiatan pembersihan lahan, pembuatan lubang, penanaman, penyulaman, penyiangan, pemupukan, perlindungan, pemanenan dan pengangkutan. Satuan biaya yang digunakan untuk menghitung biaya tenaga kerja adalah hari orang kerja (HOK) yaitu pekerja harian. Standar biaya HOK adalah Rp.150.000 berdasarkan peraturan Gubernur Kalimantan Timur No.1 tahun 2023 tentang penetapan standar harga satuan, standar sarana dan prasarana kerja pemerintah provinsi Kalimantan Timur. Berdasarkan pengumpulan pada PT Padangsubur Biomasa Kaltim data biaya Operasional meliputi biaya pembersihan lahan sebesar Rp.750.000/ha, biaya pembuatan lubang, penanaman, penyulaman dan pengendalian hama masing-masing sebesar Rp.600.000/ha. Sedangkan biaya penyiangan mulai tahun 1 hingga

tahun ke 5 masing-masing sebesar Rp.600.000/ha. Sedangkan biaya pemupukan dan pembumbunan mulai tahun ke nol hingga tahun ke 5 masing-masing sebesar Rp.600.000/ha. Besarnya biaya pembelian petroganik sebesar Rp.8.100.000 dengan harga petroganik per kg sebesar Rp.1.350 dan pupuk urea yang dibutuhkan mulai tahun ke 2 hingga ke 5 berturut-turut sebesar Rp.750.000, Rp.625.000, Rp.500.000, dan Rp.375.000. Dimana besarnya pupuk urea yang dibutkan tiap tahunnya mengalami penurunan dan dengan harga pupuk urea per kg sebesar Rp.5.000/kg.

Penerimaan

Tanaman kaliandra memiliki pertumbuhan yang cepat, pada umur 6 bulan tinggi mencapai 2,5 – 3,5 meter, dan pada tahun pertama tinggi mencapai 3 – 5 meter pada lahan yang memadai. Sebagai bahan baku pelet kayu tanaman kaliandra dapat dipanen pada umur 1 tahun, selanjutnya tunas-tunas yang muncul dari bekas tebangan siap dipanen pada 6 bulan berikutnya dan begitu seterusnya sehingga pemanenan dilakukan setiap 6 bulan. Pada umur 1 tahun kaliandra dapat menghasilkan kayu bakar sebanyak 5 – 20 m³/ha/tahun dan yang berumur 20 tahun dapat menghasilkan kayu bakar sebanyak 30 – 60 m³/ha/tahun (Bernardo, 2022). Tanaman kaliandra dengan populasi 6.000 pohon dengan luas lahan 1 ha, lama pengelolaan selama 5 tahun, diasumsikan Jika setiap pohon dapat menghasilkan sekitar 5 kg/batang, maka total yang akan dihasilkan adalah 30 ton batang yang akan didapatkan dalam sekali panen. Hal ini selaras dengan penelitian ICRAF (2015) yang menyatakan bahwa hasil kayu bakar kaliandra merah pada tanah subur sedang, panen pertama menghasilkan 5-20 m³/ha/tahun dan jika tapak yang baik, maka hasil trubusan akan menghasilkan 35-65 m³/ha/tahun. Sedangkan Wiersum & Rika (1997) menyatakan bahwa setahun setelah pemanenan, trubusan tahunan kayu kaliandra akan menghasilkan 15-40 ton/ha/thn. Adapun menurut Orwa dkk. (2009) menyatakan bahwa biomassa kayu kaliandra menghasilkan 30-54 ron/ha/thn dengan berat jenis 0,55 – 0,7 dan menghasilkan panas sebesar 4.200 kkal/kg (Herdiawan dkk., 2005). Berdasarkan data tersebut dan menurut hukum *the law of diminishing return*, maka produksi kayu kaliandra berturut-turut mulai tahun pertama hingga tahun kelima sebesar 33, 43, 56, 39 dan 16 ton/ha/thn dengan harga kayu kaliandra per tonya sebesar Rp. 800.000/ton. Biji kaliandra merah yang terdapat dalam polong dengan panjang polong 5 – 7,5 cm. Tiap tangkai pembuahan terdiri atas 2 - 9 polong, tiap polong berisi 3 – 7 butir biji. Jumlah butir /Kg sebanyak

19.000 butir (Allen & Allen, 1982; Neal, 1965). Jika setiap pohon menghasilkan 6 polong dan setiap polong berisi 5 butir maka total biji yang dihasilkan dari 6.000 pohon kaliandra sebanyak 9,5 kg pada

tahun pertama. Sehingga produksi biji kaliandra pada tahun ke 2 hingga ke lima berturut-turut sebesar 26, 33, 43, 34 dan 28 kg dengan harga biji kaliandra per kilogram sebesar Rp.70.000/kg.



Gambar 4. Tanaman Kaliandra Merah di Lokasi PT Padang Subur Biomasa Kaltim

Selanjutnya dilakukan analisis finansial pembangunan tanaman energi kaliandra pada areal bekas tambang batubara PT Padangsubur Biomasa Kaltim dengan menggunakan metode analisis aliran kas dari biaya dan pendapatan yang telah

didiskonto. Besarnya suku bunga yang digunakan adalah 10% dan 30%.

Pengumpulan data pada PT Padangsubur Biomasa Kaltim data penerimaan dan keuntungan disajikan pada Tabel 6.

Tabel. 6. Analisis kelayakan finansial perusahaan kaliandra merah PT Padangsubur Biomasa Kaltim (x1.000)

Umur	Cost	Benefit	Net Benefit	DF 10%	PV -10%	DF 30%	PV 30%
0	30781	11050	-19731	1,00	(19731)	1,00	(19731)
1	2608	11265	8657	0,91	7870	0,77	6659
2	7781	14645	6864	0,83	5673	0,59	4062
3	7405	19038	11633	0,75	8740	0,46	5295
4	5795	13557	7763	0,68	5302	0,35	2718
5	5266	5607	341	0,62	212	0,27	92

Sumber: Data diolah, (2023).

Kelayakan finansial pembangunan tanaman energi kaliandra dengan pola tanam monokultur dihitung berdasarkan uraian biaya dan pendapatan menggunakan kriteria *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (B/C) dan *Internal Rate of Return* (IRR) dengan *discount factor* (df) sebesar 10%, Hasil perhitungan NPV sebesar Rp.8.065.355 (NPV>0), hasil perhitungan B/C diperoleh nilai sebesar 1,41 (B/C>1). Sedangkan hasil perhitungan IRR-nya diperoleh hasil sebesar 27,9% (IRR>i). Berdasarkan kriteria penilaian NPV yaitu suatu usaha dinyatakan layak apabila nilai NPV positif, B/C di atas 1 dan nilai IRR lebih besar dari *Opportunity Cost of Capital* maka dapat dikatakan pembangunan tanaman energi dengan pola tanam monokultur jenis kaliandra merah (*Calliandra calothyrsus*) di areal bekas tambang batubara PT

Padangsubur Biomasa Kaltim adalah menguntungkan dan layak diusahakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aipassa MI, Hasan H, Zainuddin. 2020. Tingkat keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang batubara PT. Bukit Baiduri Energi Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 7(2): 102-110. DOI 10.31258/dli.7.2.p.102-110
- Albertus F, Zalukhu Y. 2019. Dampak dan pengaruh pertambangan batubara terhadap masyarakat dan lingkungan di Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmiah Ilmu Hukum*, 4(1), 42-56.
- Bernando 2022. Pengaruh Pemberian Pupuk Lanjutan NPK dan Asam Humat Terhadap Pertumbuhan Kaliandra (*Calliandra*

- calothyrsus*) Umur 6 Bulan Setelah Tanam pada Tanah Bekas Tambang Batubara. Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Jambi.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1976. *A Framework for Land Evaluation*. *FAO Soil Bulletin 52*. Soil Resources Management and Conservation Service Land and Water Development Division
- Fitriyanti R. 2016. Pertambangan batubara: Dampak lingkungan, sosial dan ekonomi. *Jurnal Redoks*, 1(1): 34-40.
- Hardjana AK, Purnomo H, Nurrochmat DR, Mansur I. 2019. Analisis nilai keberlanjutan pengelolaan bentang alam pasca tambang batubara pada aeral izin pinjam pakai kawasan hutan. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 15(3): 159-177.
- Hendrati RL, Hidayati N. 2014. Budidaya kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) untuk bahan baku sumber energy. IPB Press. Bogor.
- Herdiawan, I., A. Faniadi dan Semali. 2005. Karakteristik dan Pemanfaatan Kaliandra. Makalah dipresentasikan pada Lokakarya Nasional Tanaman Pakan Ternak. Tersedia di: www.peternakan.litbangdeptan.go.id
- ICRAF, 2015. TreeFunctional Attributes and Ecological Database. World Agroforestry Center (ICRAF). Retrieved from <http://db.worldagroforestry.org> on 13 November 2015.
- Ibrahim M, Bello S, Ibrahim A. 2020. biomass briquettes as an alternative source of cooking fuel towards green recovery post covid-19, *Saudi Journal of Engineering and Technology*, 5(6), pp. 285–290. doi: 10.36348/sjet.2020.v05i06.005.
- Kasmaniar, Yana S, Nelly, Fitriliana, Susanti, Hanum F, Rahmatullah A. 2023. Pengembangan energy terbarukan biomassa dari sumber pertanian, perkebunan dan hasil hutan: Kajian pengembangan dan kendalanya, *Jurnal Serambi Engineering*, 8(1): 4957-4964.
- Listiyani N. 2017. Dampak pertambangan terhadap lingkungan hidup di Kalimantan Selatan dan implikasinya bagi hak-hak warga negara. *Jurnal Al'Adl*, 11(1): 67-86.
- Litbanghut. 2014, Budidaya kaliandra (*C. calothyrsus*) untuk bahan baku sumber energi. IPB Press. Bogor.
- Purnomo RA, Riawan, La Ode Sugianto. 2017. Studi Kelayakan Bisnis. UNMUH Ponorogo Press. Ponorogo.
- Pradana W, Bunyamin A. 2021. pemanfaatan kayu kaliandra dan limbah teh sebagai bahan baku biobriket, *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 25(1), 114. Doi: 10.25077/jtpa.25.1.4651.2021.
- Hardjowigeno S, Widiatmaka. 2011. Evaluasi kesesuaian lahan dan perencanaan tataguna lahan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- NAS (National Academy of, Sciences). 1983. *Calliandra: A versatile small tree for the humid tropics*. National Academy Press. Washington, DC.
- Sulistiyowati W. 2019. Buku ajar analisis kelayakan usaha. Umsida Press. Sidoarjo.
- Wakiah S, Rombang JA, Rogi JEX. 2016. Evaluasi kesesuaian lahan untuk pengembangan lahan perkebunan di Pulau Bacan Kabupaten Halmahera Selatan. *Jurnal Agri-Sosio Ekonomi Unsrat*, 12(2A), 377-382.
- Wiersum KF and Rika IK. 1997. *Calliandra calothyrsus* Meisner. In Faridah Hanum, I and van der Maesen, L.J.G. *Plant Resources of South-East Asia No. 11: Auxiliary plants*. PROSEA (Plant Resources of Southeast Asia) Foundation. Bogor, Indonesia. Retrieved from <http://www.proseanet.org> on 2 November 2015
- Winarti B, Alex T, Lahjie AM, Ruslim Y. 2017. Analisis produksi dan finansial pengusahaan tengkawang oleh rakyat di Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Tropis*, 5(3): 236-243.
- Wyoming State Rules and Regulations. 2017. Environmental Quality, Department of Land Quality-Coal. Accessed 24th Jan 2017 <http://deq.wyoming.gov/lqd/resources/guidelines/>. Retrieved 2020-05-13.
- Yanti H, Mariani Y, Yusro F, Haryono Z. 2023. Pemanfaatan kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) sebagai bahan baku briket arang. *Jurnal Tengkawang*, 13(1): 34-42.
- Zhenqi, Hu. 2018. Special issue on land reclamation in ecological fragile areas. *International Journal of Coal Science & Technology*, 5(1):1–2. <https://doi.org/10.1007/s40789-018-0206-5>.