

POTENSI KETERSEDIAAN LAHAN JAGUNG UNTUK MENDUKUNG PASOKAN BIOMASSA TONGKOL JAGUNG BERKELANJUTAN KE PABRIK CBG DI KABUPATEN LOMBOK BARAT

The Potential of Maize Land Availability for Supporting Sustainable Corn Cob Biomass Supply to CBG Factory in West Lombok Regency

Rizaldi Mufluh^{1)*}, Widiyatmaka²⁾, Irman Firmansyah¹⁾, dan Mimin Aminah³⁾

¹⁾ Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup, Sekolah Pascasarjana, IPB University, Kampus IPB Darmaga Bogor, 16680

²⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB University, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

³⁾ Departemen Manajemen, Fakultas Ekonomi Manajemen IPB University, Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

ABSTRACT

Land availability is crucial and determines the supply of corn cobs through sustainable corn cultivation to ensure the continuous production of compressed biogas (CBG). This study aims to assess the potential land for corn cultivation and the sustainability value of the corn cob supply for the CBG plant. The methods used in this study include overlaying land cover maps, spatial planning maps, and forest area maps, as well as conducting a Multiaspect Sustainability Analysis (MSA) to evaluate its sustainability level. The overlay results indicate that the potential additional land for corn cultivation in West Lombok Regency is 14,297 hectares. Meanwhile, the sustainability analysis reveals that the ecological aspect falls into the moderately sustainable category with a score of >50, namely 66.67. The social aspect has a sustainability score of 60, while the technology and infrastructure aspect scores 75, and the legal and institutional aspect also scores 66.67. The economic aspect is classified as less sustainable, with a score of <50, specifically 43.75. Overall, the sustainability status of the corn cob supply is categorized as moderately sustainable, with a score of 62.42.

Keywords: overlay, Multiaspect Sustainability Analysis (MSA), renewable energy

ABSTRAK

Ketersediaan lahan sangat penting dan menentukan pasokan tongkol jagung, melalui budidaya jagung yang berkelanjutan guna memastikan produksi *compressed biogas* (CBG) berlangsung terus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi lahan tanaman jagung serta nilai keberlanjutan dari pasokan tongkol jagung untuk pabrik CBG. Metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu melalui *overlay* peta tutupan lahan, peta tata ruang dan peta kawasan hutan, serta analisis *Multiaspect Sustainability Analysis* (MSA) untuk menilai tingkat keberlanjutannya. Dari hasil *overlay* diperoleh bahwa potensi lahan tambahan untuk tanaman jagung di Kabupaten Lombok Barat sebesar 14,297 ha. Sementara dari hasil analisis keberlanjutan status keberlanjutan Aspek Ekologi masuk dalam kategori cukup berkelanjutan karena memiliki nilai >50, yaitu 66.67. Pada Aspek Sosial nilai keberlanjutannya adalah 60, sedangkan pada Aspek Teknologi dan Infrastruktur nilainya 75, pada Aspek Hukum dan Kelembagaan memiliki nilai 66.67. Aspek Ekonomi termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan karena memiliki nilai <50, yaitu 43.75. Secara keseluruhan, status keberlanjutan pasokan tongkol jagung berada pada status cukup berkelanjutan dengan nilai 62.42.

Kata kunci: energi baru terbarukan, *Multiaspect Sustainability Analysis* (MSA), *overlay*

PENDAHULUAN

Upaya Indonesia untuk mengurangi pemanasan global dilakukan dengan mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK). Upaya ini tercermin melalui amanat UU no 16 tahun 2016 tentang pengesahan Paris Agreement untuk menurunkan emisi GRK sesuai NDC pada 2030 sebesar 29% (Qodriyatun, 2021). Indonesia berkomitmen dalam sektor energi yang tercantum pada PP 79 tahun 2014 tentang Komite Energi Nasional (KEN) & Perpres no 22 tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) mengenai target 23% Energi Baru Terbarukan (EBT) dari bauran energi primer pada tahun 2025 dan 17% Efisiensi Energi (EE) dari *Bussiness As Usual* (BAU) energi final.

Besarnya potensi pertanian, maka pemanfaatan limbah pertanian untuk energi menjadi salah satu alternatif dalam pengembangan Energi Baru Terbarukan EBT. Limbah pertanian merupakan salah satu dari produk biomassa (Bioenergy Europe, 2019). Limbah pertanian merupakan sumber terbaik untuk produksi bioenergi, dan dapat digunakan sebagai biomassa untuk memenuhi tujuan energi terbarukan (Bharti *et al.*, 2021). Bioenergi adalah energi terbarukan yang paling berkelanjutan, ramah lingkungan dan efisien (Javed *et al.*, 2016). Meskipun Indonesia memiliki potensi energi baru terbarukan yang besar namun pemanfaatannya masih minim. Tantangan penting dan ketidakpastian tetap menjadi dasar bagi usaha energi yang baru muncul ini, terutama produksi bahan baku yang mampu mempertahankan keberlangsungan energi terbarukan (Larson, 2006; Cortez *et al.*, 2015)

*) Penulis Korespondensi: Telp. +628989401032; Email: s2rizaldi@apps.ipb.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitl.27.2.74-81>

Ketersediaan lahan sangat penting untuk produksi biomassa berkelanjutan, karena menentukan potensi untuk membudidayakan tanaman energi (Vera *et al.*, 2021). Pengertian dari lahan sendiri menurut Hardjowigeno dan Widiyatmaka (2015) merupakan suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, hidrologi, relief dan ekologi lainnya dimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi penggunaan lahan tersebut, termasuk di dalamnya adalah akibat-akibat dari kegiatan manusia baik pada masa yang lalu maupun sekarang. Lahan merupakan suatu sumber daya yang sangat terbatas, sehingga permintaan akan lahan yang sangat tinggi akan menimbulkan alih fungsi lahan (perubahan penggunaan lahan), khususnya dari lahan pertanian ke non pertanian (Widiyatmaka *et al.*, 2015). Dinamika sosial ekonomi yang terjadi pada masyarakat akan berdampak terhadap penggunaan lahan. Ketersediaan lahan yang relatif tetap dapat mengakibatkan persaingan lahan dalam pemanfaatannya dengan konsekuensi terjadinya perubahan penggunaan lahan yang sangat cepat. Dari masa ke masa, lahan telah diubah oleh manusia untuk berbagai jenis penggunaan, diantaranya sawah diubah menjadi lahan terbangun atau lahan non vegetasi (Munibah, 2008). Faktor dominan yang paling dapat merubah suatu tutupan/penggunaan lahan adalah faktor ekonomi dan sosial (Munibah, 2008; Kamusoko *et al.*, 2009). Hal ini dikarenakan kehidupan manusia tidak mungkin terpisahkan dari aspek sosial ekonomi, yaitu dalam usahanya untuk memenuhi kebutuhan hidup.

Tanaman jagung merupakan salah satu sumber penting untuk produksi biogas (Braun *et al.*, 2010). Di Eropa, dengan nama latin *Zea mays L* atau biasa dikenal tanaman jagung merupakan tanaman yang paling umum digunakan dalam menghasilkan biomasa untuk memproduksi biogas (Weiland, 2010; Smutny *et al.*, 2018). Pertanian di Nusa Tenggara Barat didominasi oleh tanaman pangan, terutama padi dan jagung. Menurut data Dinas Pertanian dan Perkebunan Nusa Tenggara Barat (NTB) tahun 2020 memperlihatkan produksi jagung di propinsi ini mencapai 1.72 juta ton (Distanbun NTB, 2021). Dalam rentang tahun 2016-2020 rata-rata produksi tahunan jagung di Pulau Lombok mencapai 531 ribu ton. Sedangkan rata-rata produksi tahunan jagung pada rentang tahun 2016-2020 khususnya di Kabupaten Lombok Barat mencapai 102,557 ton. Karena itu, Nusa Tenggara Barat khususnya Kabupaten Lombok Barat memiliki potensi biomassa dari limbah pertanian yang cukup besar.

Pemanfaatan limbah pertanian berupa tongkol jagung menjadi *compressed biogas* (CBG) sedang dirancang pembangunannya oleh Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) NTB bekerjasama dengan perusahaan luar negeri di Kabupaten Lombok Barat. Pemilihan Kabupaten Lombok Barat sebagai lokasi untuk perhitungan potensi pemanfaatan limbah pertanian berupa tongkol jagung menjadi compressed biogas (CBG) dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor efisiensi, baik dari sisi bahan baku maupun biaya logistik. Salah satu alasan utama adalah ketersediaan bahan baku yang melimpah di Kabupaten Lombok Barat, yang memungkinkan proyek ini untuk mengakses tongkol jagung dengan lebih mudah dan dengan biaya yang lebih rendah dibandingkan daerah lainnya. Selain itu, efisiensi biaya transportasi juga menjadi pertimbangan penting, karena jarak yang lebih dekat antara sumber bahan baku dan fasilitas produksi dapat mengurangi biaya logistik, baik

untuk pengangkutan bahan baku maupun distribusi produk akhir.

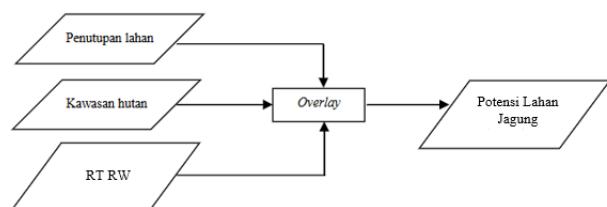
Kabupaten Lombok Barat juga mungkin memiliki infrastruktur yang lebih baik, seperti akses jalan yang mendukung distribusi dan pengolahan, yang menjadikannya lokasi yang lebih ideal untuk pembangunan pabrik CBG. Rencana pembangunan infrastruktur EBT ini dalam rangka mengejar target NTB *Net Zero Emissions* di tahun 2050. Produksi CBG diproyeksikan akan menggantikan sebagian penggunaan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*), khususnya LPG non subsidi. LPG non subsidi yang selama ini banyak digunakan oleh unit usaha besar/cukup besar, khususnya hotel dan restoran, akan meningkatkan peluang berkembangnya permintaan CBG. Kendati demikian, di tengah adanya prospek pengembangan CBG, memerlukan kajian lebih mendalam untuk menjaga keberlanjutan pasokan bahan baku biomassa tongkol jagung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di wilayah daratan Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Data dasar yang digunakan meliputi rencana pola ruang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Lombok Barat tahun 2013-2033, peta status kawasan hutan, peta tutupan lahan, serta data sekunder jumlah penduduk, produksi padi sawah dan jagung. Data diperoleh dari berbagai instansi, seperti Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Badan Pusat Statistik (BPS), Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda), Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) dan Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Analisis Potensi ketersediaan lahan untuk komoditas jagung

Analisis ketersediaan lahan untuk komoditas jagung dilakukan menggunakan teknik overlay untuk mengetahui sebaran lokasi dan indikasi luas sementara di Kabupaten Lombok Barat. Ketersediaan lahan untuk komoditas jagung mengacu pada kriteria yang sesuai pada tutupan lahan, rencana pola ruang RTRW dan status kawasan hutan. Kriteria yang digunakan adalah lahan potensial dan tidak berada dalam kawasan hutan. Bagan alir analisis ketersediaan lahan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Basis model konsep pemetaan lahan potensial

Analisis Keberlanjutan Pasokan Biomassa Tongkol Jagung

Analisis keberlanjutan pasokan biomassa tongkol jagung di lokasi penelitian menggunakan metode

Multiaspect Sustainability Analysis (MSA) dengan prinsip RAP (*Rapid Appraisal Process/Prosedur*) untuk menilai indeks dan status keberlanjutan ketersedian biomassa di Kab. Lombok Barat (Firmansyah, 2022). Analisis leverage digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor sensitif yang berpengaruh pada indeks keberlanjutan dalam masing-masing aspek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketersediaan Lahan untuk tanaman Jagung

Dalam penelitian ini analisis ketersedian lahan digunakan sebagai tahapan awal untuk pemilihan lokasi yang nantinya akan dijadikan sebagai wilayah pengembangan (Widiatmaka, 2013). Ketersediaan lahan digunakan untuk memberikan informasi tentang lokasi dan luas yang tersedia untuk lahan pertanian jagung, sehingga pada tahapan analisis berikutnya yaitu analisis kesesuaian lahan dan arahan lokasi dapat diprioritaskan pada lokasi yang dipilih sebagai wilayah pengembangan.

Analisis lahan tersedia dilakukan dengan meng-*overlay* peta penggunaan lahan 2020, peta kawasan hutan 2020 dan peta pola ruang RTRW Kabupaten Lombok Barat 2011-2031. RTRW menjadi penting karena semua perencanaan pembangunan, terutama untuk perencanaan pengelolaan lahan harus didasarkan pada RTRW yang berlaku. Penggunaan lahan memberikan gambaran tentang jenis penggunaan lahan pada saat ini yang memungkinkan untuk dilakukan pengembangan lahan pertanian jagung. Penggunaan lahan yang digunakan untuk wilayah pengembangan adalah sawah, sawah tada hujan, pertanian lahan kering, lahan terbuka dan semak belukar.

Sawah tada hujan yang digunakan oleh petani selain sebagai penghasil padi, juga digunakan untuk menanam tanaman palawija dan sayuran pada waktu musim kemarau atau untuk pergiliran tanaman setelah bercocok

tanam padi. Pada tutupan lahan, kawasan yang digunakan untuk pengembangan wilayah yaitu kawasan pertanian lahan kering seluas 58,928,6 hektar dan lahan sawah seluas 36,241,5 hektar. Sedangkan pada status kawasan hutan, kawasan yang digunakan yaitu area penggunaan lahan lain selain hutan dengan luas 83,612,5 hektar. Berdasarkan status kawasan hutan, secara detail kawasan dan luas lahan berdasarkan status kawasan hutan di Kabupaten Lombok Barat disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 2.

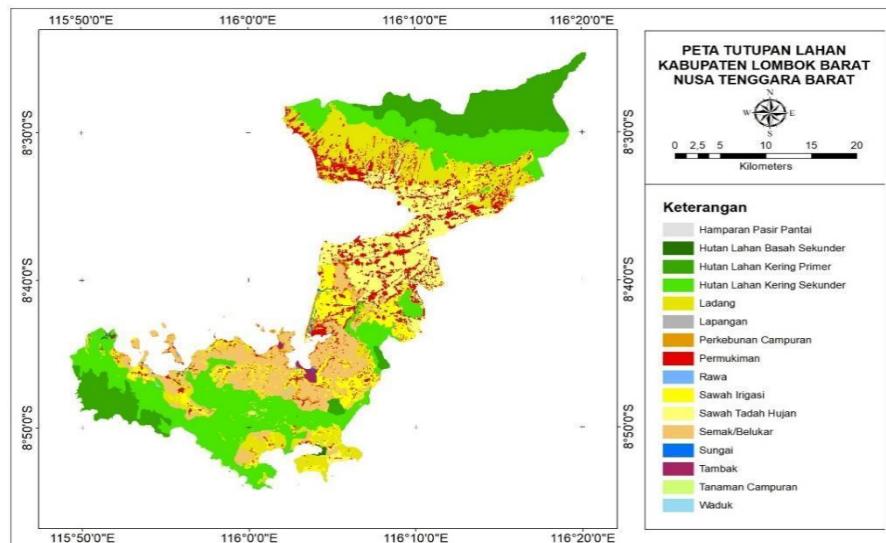
Tabel 1. Luas tutupan lahan Kabupaten Lombok Barat

Jenis Tutupan Lahan	Luas (ha)
Bandara/ Pelabuhan	12,4
Belukar	5,313,5
Hutan Lahan Kering Primer	7,365,4
Hutan Lahan Kering Sekunder	11,908,3
Hutan Mangrove Sekunder	129,3
Hutan Tanaman	1,695,4
Pemukiman	5,520,8
Pertanian Lahan Kering	5,946,5
Pertanian Lahan Kering Campur	52,982,0
Sawah	36,241,5
Tambak	781,7
Tanah Terbuka	166,0
Jumlah	128,063,1

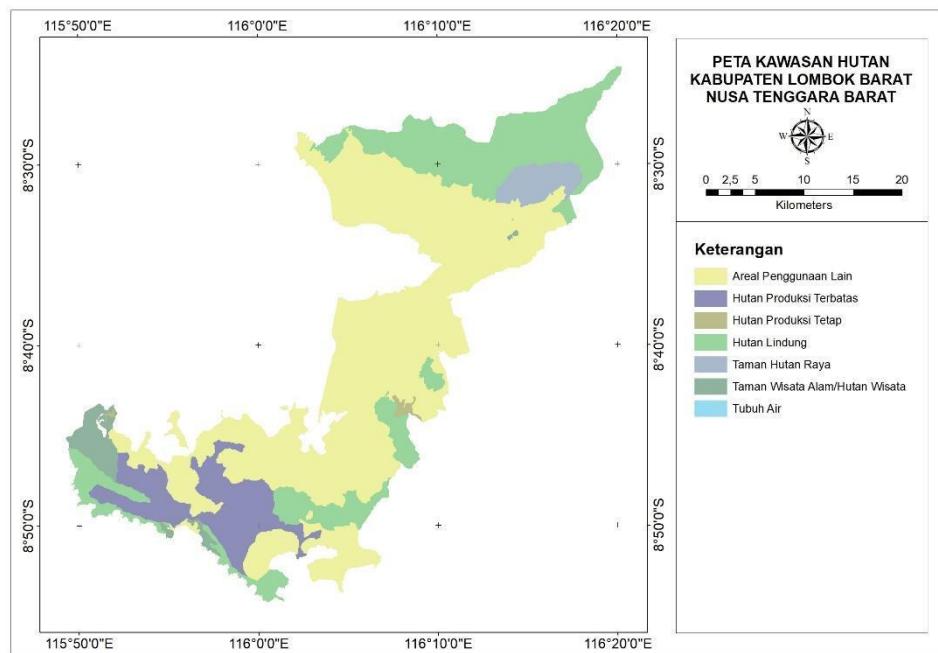
Status kawasan hutan, secara detail kawasan dan luas lahan berdasarkan status kawasan hutan di Kabupaten Lombok Barat disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Tabel 2. Luas lahan berdasarkan status kawasan hutan di Kabupaten Lombok Barat

Status Hutan	Luas (ha)
Areal Penggunaan Lain	83,612,5
Hutan lindung	25,625,0
Hutan Produksi Terbatas	12,119,1
Hutan Produksi Tetap	496,5
Taman Hutan Raya	2,733,5
Taman Wisata Alam/Hutan Wisata	3,681,5
Jumlah	128,268,1



Gambar 2 Peta tutupan lahan Kabupaten Lombok Barat



Gambar 3. Peta kawasan hutan Kabupaten Lombok Barat

Berdasarkan pola ruang, pola ruang terbesar adalah kawasan untuk pertanian dengan luas sebesar 26,731.1 hektar. Luas lahan berdasarkan pola ruang di Kabupaten Lombok Barat disajikan pada Tabel 3 dan peta rencana pola ruang disajikan pada Gambar 4.

Tabel 3. Pola ruang di Kabupaten Lombok Barat

Pola Ruang	Luas (ha)
Kawasan ekosistem mangrove	530.5
Kawasan hutan lindung	24,417.0
Kawasan hutan produksi terbatas	12,095.7
Kawasan hutan produksi tetap	2,116.4
Kawasan industri	1,153.4
Kawasan pariwisata	2,101.1
Kawasan perikanan budidaya	195.0
Kawasan perkebunan	35,080.5
Kawasan permukiman perdesaan	6,329.7
Kawasan permukiman perkotaan	7,601.0
Kawasan pertahanan dan keamanan	29.5
Kawasan rawan bencana longsor	131.3
Kawasan tanaman pangan	26,731.1
Pertambangan Mineral Logam	145.6
Sempadan pantai	1,410.0
Sempadan sekitar waduk	47.9
Sempadan sungai	2,254.5
Taman Hutan Raya	2,134.1
Taman Wisata Alam	3,683.2
Jumlah	128,187.6

Pola ruang di Kabupaten Lombok Barat mencerminkan pemanfaatan lahan yang beragam dengan fokus pada pelestarian lingkungan dan aktivitas ekonomi. Kawasan hutan memiliki luas yang signifikan, dengan kawasan hutan lindung mencapai 24,417 hektar, hutan produksi terbatas sebesar 12,095.7 hektar, dan hutan produksi tetap seluas 2,116.4 hektar (Tabel 3). Kawasan ekosistem mangrove juga mencakup 530.5 hektar, menunjukkan perhatian terhadap pelestarian ekosistem pesisir. Selain itu, kawasan taman hutan raya dan taman

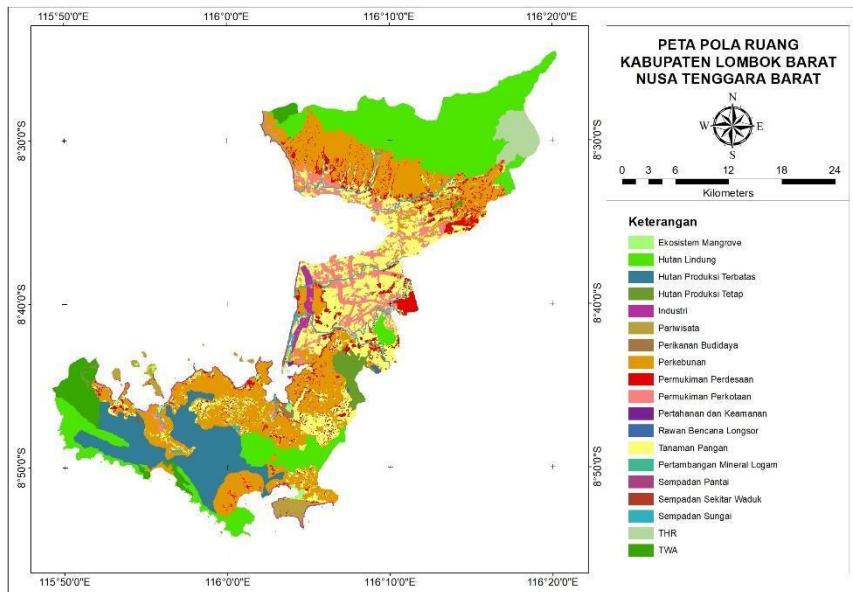
wisata alam, dengan luas masing-masing 2,134.1 hektar dan 3,683.2 hektar, memperkuat komitmen terhadap konservasi dan ekowisata.

Dari sisi pemanfaatan ekonomi, kawasan perkebunan merupakan yang terluas, mencapai 35,080.5 hektar, diikuti oleh kawasan tanaman pangan seluas 26,731.1 hektar. Kawasan industri (1,153.4 hektar) dan kawasan pariwisata (2,101.1 hektar) menunjukkan potensi pengembangan sektor ekonomi. Kawasan permukiman, baik perdesaan (6,329.7 hektar) maupun perkotaan (7,601 hektar), mencerminkan kebutuhan ruang untuk aktivitas penduduk yang terus meningkat. Pola ruang ini secara keseluruhan mencerminkan keseimbangan antara pelestarian lingkungan dan pembangunan ekonomi di Kabupaten Lombok Barat.

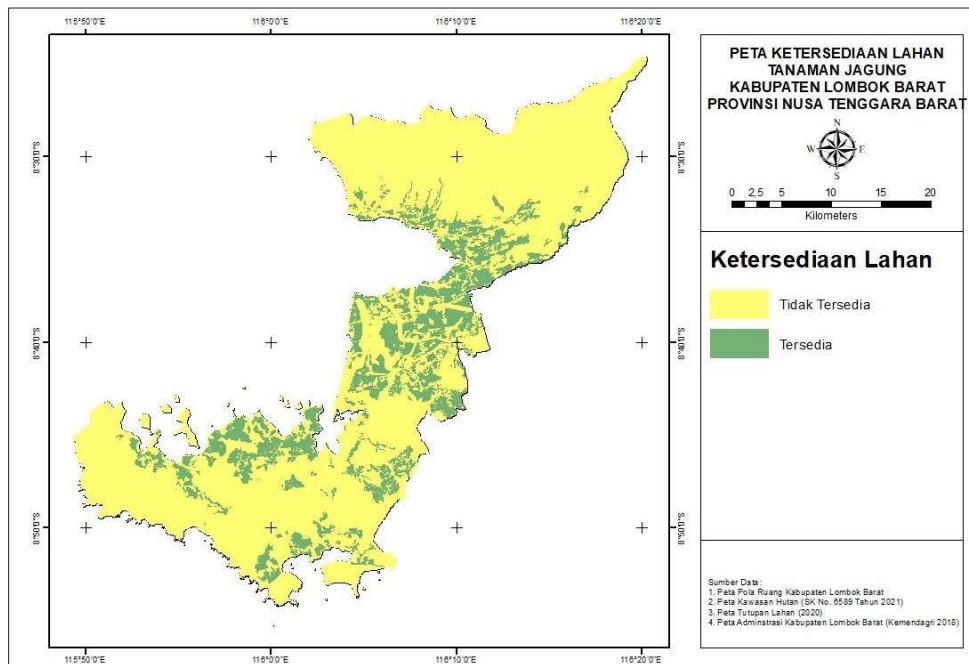
Hasil overlay peta rencana pola ruang, peta status kawasan hutan dan peta penggunaan lahan diperoleh luas lahan tersedia seluas 30,401 hektar dan lahan yang tidak tersedia seluas 97,786.6 hektar. Peta ketersediaan lahan untuk jagung disajikan pada Gambar 5 dan matriks ketersediaan lahan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Lahan tersedia untuk tanaman jagung

Kecamatan	Luas (Ha)		
	Lahan Tersedia	Tidak Tersedia	Jumlah
Batu Layar	252.7	4,234.0	4,486.5
Gerung	4,739.4	5,363.3	10,102.7
Gunungsari	1,074.2	8,116.0	9,190.3
Kediri	2,464.0	1,359.0	3,822.5
Kuripan	1,524.3	2,983.1	4,507.4
Labuapi	2,285.6	1,976.8	4,262.4
Lembar	3,377.4	10,500.5	13,878.0
Lingsar	3,182.3	10,522.3	13,704.5
Narmada	3,958.2	11,319.4	15,277.5
Sekotong	7,543.1	41,412.7	48,955.8
Total	3,040.1	97,786.6	128,187.6



Gambar 4. Peta pola ruang Kabupaten Lombok Barat



Gambar 5. Peta ketersediaan lahan Kabupaten Lombok Barat

Dilihat dari ketersediaan lahan pertanian untuk budidaya jagung hasil *overlay* peta adalah 30,401 ha. Namun menurut Distanbun (2021) luas panen rata-rata jagung tahun 2016-2020 seluas 16,104 ha. Hal ini sebenarnya sudah cukup untuk memenuhi pasokan tongkol jagung sebesar 26,974 ton. Dengan kebutuhan tongkol jagung sebesar 40 ton per hari atau 14.600 ton per tahun dan dengan produktivitas jagung sebesar 6.7 ton per ha (Siregar, 2022). Maka dengan luasan lahan yang sedia, tongkol jagung yang diproduksi akan sangat mencukupi. Hal ini karena tongkol jagung yang akan diperoleh sekitar 50,922 ton per tahun dengan asumsi satu kali panen, padahal kenyataannya penanaman dapat dilakukan lebih dari satu kali. Hasil analisis ketersediaan lahan tanaman jagung Kabupaten Lombok Barat memiliki potensi lahan tambahan sebesar 14,297 ha. Tenaga kerja untuk menggarap lahan

tersebut bisa dilakukan oleh Perusahaan dengan MOU dengan para petani.

Keberlanjutan pasokan tongkol jagung

Kondisi budidaya jagung pada saat ini menggambarkan status keberlanjutannya. Pada penelitian ini, faktor-faktor keberlanjutan pasokan tongkol jagung dilihat dari berbagai aspek yaitu lingkungan, ekonomi, sosial, teknologi dan hukum kelembagaan terlihat pada Tabel 5. Hasil kuisioner MSA dari responden terpilih, dianalisis menggunakan aplikasi Exsimpro. Data yang diperoleh menghasilkan informasi sebagai berikut.

Tabel 5. Aspek dan faktor keberlanjutan yang akan di analisis

Aspek	Faktor
Ekologi	Kerawanan banjir
	Kerawanan kekeringan
	Penggunaan pupuk kompos
	Curah hujan
	Pemanfaatan residu pertanian
Ekonomi	Temperatur
	Rasio keuntungan jagung terhadap padi
	Banyaknya pengguna tongkol jagung
	Bantuan pemerintah
	Produktivitas hasil pertanian
	Rantai pasok handal
	Substitusi tongkol jagung bagi pengguna
Sosial	Pengguna tongkol jagung
	Ketersediaan modal
	Anggota rumah tangga petani
	Jumlah rumah tangga petani
Teknologi dan Infrastruktur	Pendidikan formal
	Pemberdayaan masyarakat
	Keaktifan petani dalam kelompok tani
	Teknologi budidaya jagung
	Teknologi pasca panen
Hukum dan Kelembagaan	Teknologi benih jagung
	Akses jalan ke lahan petani
	Jaringan irigasi
	Penyaluran pertanian
	Gapoktan
	Balai Penyuluhan Pertanian
Hukum & Kelembagaan	Kelembagaan keuangan
	Kelembagaan input
	Kelembagaan pemasaran
	Kelompok tani

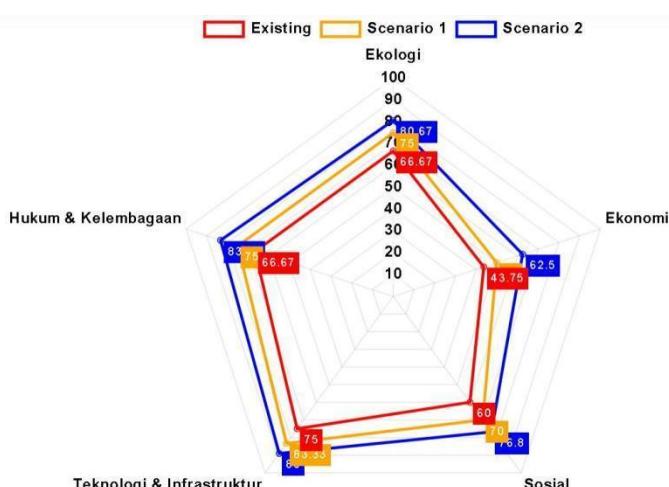
Resume hasil analisis MSA menghasilkan nilai indeks keberlanjutan pasokan tongkol jagung di Kabupaten Lombok Barat, sebagai berikut: status keberlanjutan Aspek Ekologi masuk dalam kategori cukup berkelanjutan karena

memiliki nilai >50 , yaitu 66.67. Pada Aspek Sosial nilai keberlanjutannya adalah 60, sedangkan pada Aspek Teknologi dan Infrastruktur nilainya 75, pada Aspek Hukum dan Kelembagaan memiliki nilai 66.67. Aspek Ekonomi termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan karena memiliki nilai <50 , yaitu 43.75. Secara visual, status keberlanjutan kelima aspek tersebut dalam diagram layang seperti disajikan pada Gambar 6.

Secara keseluruhan, status keberlanjutan pasokan tongkol jagung berada pada status cukup berkelanjutan dengan nilai 62.42 (Tabel 6). Intervensi skenario yang diambil dalam meningkatkan keberlanjutan yaitu skenario Optimis dimana nilai peningkatan keberlanjutan sebesar 9 dibanding skenario Moderat sebesar 4.

Tampak bahwa nilai status validasi berdasarkan total nilai rata-rata tidak lebih dari 5. Skor tersebut menunjukkan bahwa kesalahan dalam pembuatan skor pada setiap atribut relatif kecil, variasi dalam pemberian pemberian skor akibat perbedaan opini relatif kecil dan kesalahan pemasukan data, kesalahan prosedur yang dapat mengurangi dan data yang hilang juga relatif kecil. Indeks keberlanjutan pasokan tongkol jagung dan validasinya secara detail disajikan pada Tabel 6.

Berdasarkan hasil analisis di atas, diperoleh faktor pengungkit yang perlu diperbaiki (*leverage attribute*) yang ditampilkan (Tabel 7). Penentuan jumlah *leverage attributes* tidak baku, tetapi tergantung pada hasil penelitian yang dilakukan masing-masing peneliti. Penentuan atribut yang perlu diperbaiki diutamakan pada atribut yang memiliki nilai yang paling dominan atau paling besar, namun apabila dalam pelaksanaannya masih kurang maksimal dapat dikombinasikan dengan variabel berikutnya.



Gambar 6. Diagram layang indeks aspek keberlanjutan

Tabel 6. Indeks keberlanjutan, status keberlanjutan, dan faktor pengungkit pasokan tongkol jagung

No.	Aspek	Nilai Keberlanjutan	Moderat	Optimis	Status Validasi
1	Ekologi	66.67	75.00	80.67	0.67
2	Ekonomi	43.75	50.00	62.50	3.25
3	Sosial	60.00	63.20	76.80	2.00
4	Teknologi dan infrastruktur	75.00	69.33	89.00	3.00
5	Kelembagaan	66.67	75.00	83.33	1.33
	Total rata-rata	62.42	66.51	78.46	2.05

Dengan pertimbangan bahwa secara keseluruhan sudah berlanjut, maka perhatian pada faktor pengungkit dapat diarahkan terlebih dahulu pada aspek yang tergolong tidak berlanjut, dalam hal ini Aspek Ekonomi. Faktor pengungkit pada Aspek Ekonomi adalah Rantai Pasok Handal dan Ketersediaan Modal. Kendati demikian, untuk kepentingan antisipasi jangka panjang, perhatian terhadap faktor pengungkit pada aspek yang sudah berlanjut pun dapat dilakukan.

Tabel 7. Faktor pengungkit (*leverage*) pada masing-masing aspek

Aspek	Leverage	Kode
Ekologi	- Penggunaan Pupuk Kompos	E1
Ekonomi	- Rantai pasok handal	E2
	- Ketersediaan modal	E3
Sosial	- Anggota rumah tangga petani	E4
Teknologi dan Infrastruktur	- Teknologi Budidaya Jagung	E5
Hukum dan kelembagaan	- Kelembagaan Keuangan	E6
	- Kelompok Tani	E7

SIMPULAN

Hasil *overlay* peta menunjukkan bahwa ketersediaan lahan pertanian untuk budidaya jagung hasil adalah 30,401 ha. Sementara itu, dengan luas panen jagung rata-rata 16,104 ha per tahun pada periode 2016-2020, kebutuhan tongkol jagung sebesar 40 ton per hari atau 14,600 ton per tahun telah dapat dipenuhi. Dengan demikian, terdapat cadangan lahan sebesar 14,297 ha untuk mendukung budidaya jagung untuk keberlangsungan produksi CBG kedepan.

Sementara itu, secara keseluruhan, status keberlanjutan pasokan tongkol jagung berada pada status cukup berkelanjutan dengan nilai 62.42. Dimana secara rinci nilai status keberlanjutan pada masing-masing aspek yaitu, 4 aspek berkelanjutan. Sedangkan Aspek Ekonomi termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan karena memiliki nilai <50, yaitu 43.75. Untuk meningkatkan keberlanjutan aspek ekonomi yang memiliki nilai kurang dari 50, dapat dilakukan dengan pendekatan komprehensif yang mencakup pemberian subsidi yang tepat sasaran, seperti subsidi untuk pembelian pupuk, bibit unggul, dan teknologi pertanian, guna mengurangi biaya produksi dan meningkatkan efisiensi. Selain itu, fasilitas pembiayaan dengan bunga rendah dan peningkatan infrastruktur, seperti jalan dan irigasi, akan membantu menurunkan biaya operasional dan memperbaiki akses pasar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih memuat ucapan terima kasih kepada penyandang dana yang telah memberikan bantuan penelitian dan pihak-pihak yang telah membantu penelitian ini terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

Bharti, A., K. Paritosh, V.R. Mandla, A. Chawade and V. Vivekanand. 2021. Gis application for the estimation of bioenergy potential from agriculture residues: An overview. *Energies*, 14(4): 898. <https://doi.org/10.3390/en14040898>

Bioenergy Europe. 2019. Biomass for Energy: Agricultural Residues and Energy Crops. Bioenergy Explain. <https://bioenergyeurope.org/>

Braun, R., P. Weiland and A. Wellinger. 2010. Biogas from Energy Crop Digestion. IEA Bioenergy, Task 37-Energy from Biogas Landfill Gas. Br:12.

Cortez, L.A., F.E. Nigro, L.A. Nogueira, A.M. Nassar, H. Cantarella, M.A. Moraes, R.L.V. Leal, T.T. Franco, U.F. Schuchardt, R. Baldassari Junior. 2015. Perspectives for sustainable aviation biofuels in Brazil. *Int. J. Aerospace Eng.*, 2015, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2015/264898>

Deng, J.S., K. Wang, Y. Hong and J.G. Qi. 2009. Spatio-temporal Dynamics and Evolution of Land Use Change and Landscape Pattern in Response to Rapid Urbanization. *Landsc. Urban Plan.*, 92(3–4):187–198. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.05.001>

[Distanbun NTB] Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi Nusa Tenggara Barat. 2021. Perkembangan Produksi Jagung Provinsi Nusa Tenggara Barat. Mataram : Sub Kordinator Program

Firmansyah, I. 2022. Multiaspect Sustainability Analysis. *Expert Simulation Program Article*, 2022(1):1–14.

Ingetnito, A., A. Roberto, A. Antonio dan G. Fausto. 2012. A Comparative Study of Combustion between Biofuels and Fossil Fuels. 10th International Energy Conversion Engineering Conference (IECEC), American Institute of Aeronautics and Astronautics. <http://dx.doi.org/10.2514/6.2012-4054>

Javed, M.S., R. Raza, I. Hassan, R. Saeed, N. Shaheen, J. Iqbal and S.F. ShaukatF. 2016. The energy crisis in Pakistan: A possible solution via biomass-based waste. *J. Renew. Sustain. Energy*, 8(4). <https://doi.org/10.1063/1.4959974>

Kamusoko, C., M. Aniya, B. Adi and M. Manjoro. 2009. Rural sustainability under threat in Zimbabwe – Simulation of future land use/cover changes in the Bindura district based on the Markov-cellular automata model. *Applied Geography*, 29(3): 435–447. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2008.10.002>

Larson, E.D., 2006. A review of life-cycle analysis studies on liquid biofuels systems for the transport sector. *Energy for Sustain. Dev.*, 10(2): 109–126. [https://doi.org/10.1016/S0973-0826\(08\)60536-0](https://doi.org/10.1016/S0973-0826(08)60536-0)

Munibah, K. 2008. Model spasial perubahan penggunaan lahan dan arahan penggunaan lahan berwawasan lingkungan (studi kasus DAS Cidanau, Provinsi Banten) [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Ošlaj, M, and B. Muršec. 2010. Biogas as a Renewable Energy Source. *Tehnički vjesnik*, 17(1):109–114. <https://hrcak.srce.hr/50629>

Qodriyatun, S.N. 2021. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah: Antara Permasalahan Lingkungan dan Percepatan Pembangunan Energi Terbarukan.

- Aspirasi Jurnal Masalah-masalah Sosial, 12(1):63–84. <http://dx.doi.org/10.46807/aspirasi.v12i1.2093>
- Siregar, A.I.P. 2022. Analisis kelayakan usahatani jagung manis varietas Exotic Pertiwi: Studi kasus Desa Jati Kesuma Kecamatan Namorambe Kabupaten Deli Serdang (Skripsi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara). Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Smutný, V., L. Neudert, T. Dryšlová, V. Lukas, M. Handlířová, P. Vrtílek and M. Vach. 2018. Current arable farming systems in the Czech Republic agronomic measures adapted to soil protection and climate change. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 83(1): 11–6. <https://acs.agr.hr/acs/index.php/acs/article/view/1335>
- Vera, I., R. Hoefnagels, M. Junginger and F. van der Hilst. 2021. Supply potential of lignocellulosic energy crops grown on marginal land and greenhouse gas footprint of advanced biofuels—A spatially explicit assessment under the sustainability criteria of the Renewable Energy Directive Recast. *Global Change Biology Bioenergy*, 13(9): 1425–1447. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12867>
- Verburg, P.H., T.A. Veldkamp and J. Bouma. 1999. Land use change under conditions of high population pressure:the case of Java. *Global Environmental Change*, 9(4): 303-312. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(99\)00175-2](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(99)00175-2)
- Weiland, P. 2010. Biogas production: current state and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(4): 849–860. <http://dx.doi.org/10.1007/s00253-009-2246-7>
- Widiatmaka, W. Ambarwulan, M.Y.J. Purwanto, Y. Setiawan dan H. Effendi. 2015. Daya dukung lingkungan berbasis kemampuan lahan di Tuban, Jawa Timur. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 22(2): 247-259. <https://doi.org/10.22146/jml.18749>