

PENGUKURAN CADANGAN KARBON BERBASIS LAHAN DI WILAYAH PESISIR KABUPATEN BREBES

Mustovia Azahro¹

¹Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Brebes

*mustovia.azahro@gmail.com

Abstrak

Dalam dinamika pembangunan menunjukkan bahwa proses perubahan guna lahan selalu terjadi. Perubahan tutupan/guna lahan tersebut mempengaruhi jumlah cadangan karbon yang tersimpan pada tutupan/guna lahan. Harapannya perubahan tutupan/guna lahan mendukung kondisi nol emisi bahkan sequestrasi. Kabupaten Brebes sebagai salah satu kabupaten di Jawa Tengah juga mengalami perubahan tutupan/guna lahan, khususnya di 5 kecamatan di wilayah pesisir Kabupaten Brebes, sehingga untuk memprediksi jumlah cadangan karbon pada tahun 2039 yang merupakan tahun akhir dalam rencana tata ruang wilayah Kabupaten Brebes perlu dilakukan penelitian. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan data spasial. Analisis yang dilakukan adalah interpretasi Citra Landsat 8 OLI tahun 2015 dan tahun 2020 untuk dasar analisis prediksi tutupan/guna lahan tahun 2039 serta mengukur emisi berbasis lahan dari prediksi tutupan/guna lahan tahun 2039 dan emisi berbasis lahan dari rencana pola ruang. Hasil analisis menunjukkan bahwa prediksi perubahan tutupan/guna lahan menghasilkan emisi yang lebih besar dibandingkan tutupan/guna lahan berdasarkan rencana pola ruang RTRW Kabupaten Brebes tahun 2019-2039. Emisi dari prediksi tutupan/guna lahan pada tahun 2039 sebesar 31.065,20 Ton CO₂eq, 2,12 kali lebih besar dibandingkan emisi yang dihasilkan dari rencana pola ruang. Oleh karena itu, perubahan tutupan/guna lahan harus berbasis pada rencana pola ruang yang sudah disusun untuk mendukung pembangunan rendah karbon.

Kata kunci: perubahan guna lahan, prediksi penggunaan lahan, emisi karbon.

Abstract

In the dynamics of development, land cover/use change always occurs. One of the negative impacts of land cover and land-use change is carbon stock decreases. It is hoped that land cover and land-use change will support zero-emission, even sequestration. Brebes Regency as an administrative area in Central Java Province has experienced land cover/use change, especially in five subdistricts in the coastal area of Brebes Regency. This research aims to predict carbon stock in five subdistricts in the coastal area of Brebes Regency in the last year of the Regional Spatial Planning Policy (RTRW 2019-2039). This qualitative research used spatial data. Based on image interpretation of Landsat 8 OLI 2015 and 2020, we predict land cover/land use in 2039, then analyze carbon emission based on the trend of land cover/use change and spatial planning policy. It showed that carbon emission based on the trend of land cover/use change is more than carbon emission based on spatial planning policy. The trend of land cover/use change based carbon emission in 2039 is 31.065,20 Ton CO₂eq, which is 2,12 greater than spatial planning policy based carbon emission. So, the planning and development must be based on a spatial planning policy arranged to support low carbon development.

Keywords: Land use conversion, land use prediction, carbon emissions

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah populasi penduduk mengakibatkan terjadinya peningkatan aktivitas dan peningkatan beban pembangunan. Dampak yang terlihat dari adanya peningkatan jumlah populasi adalah terjadinya perubahan tutupan lahan dan guna lahan untuk menampung aktivitas. Sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas kehidupannya, penduduk melakukan modifikasi terhadap lingkungan dengan menciptakan ruang-ruang baru melalui konversi lahan. Kebutuhan akan permukiman, aktivitas industri, aktivitas perdagangan dan jasa, serta aktivitas lainnya mengubah lahan non terbangun menjadi lahan terbangun. Kondisi ini juga berpengaruh terhadap perubahan iklim, salah satunya adalah hilangnya daya serap terhadap emisi karbon yang ditimbulkan dari berbagai aktivitas manusia (Lubis, Arifin, & Samsuudin, 2013).

Perubahan guna dan tutupan lahan mengakibatkan penurunan daya serap terhadap emisi disebutkan dalam penelitian (Fauzan, Saraswati, & Wibowo, 2018), di Kota Tangerang Selatan daya serap terhadap gas karbon dioksida (CO₂) mengalami kehilangan sebesar 98.212,022 kgCO₂/m³ dalam kurun waktu tahun 2007-2017. Hal ini diakibatkan adanya perubahan tutupan lahan vegetasi menjadi non vegetasi seluas 3.147,2 ha.

Perubahan guna dan tutupan lahan dalam kurun waktu 20 tahun terakhir terjadi secara signifikan terjadi di kawasan yang mengalami pertumbuhan kawasan perkotaan yang pesat. Pada 12 kabupaten di Jawa Tengah yaitu Rembang, Pati, Kudus, Jepara, Demak, Semarang, Kendal, Batang, Pekalongan, Pemalang, Tegal, Brebes, dan 3 kota di Jawa Tengah yaitu Kota Pekalongan, Kota Semarang, dan Kota Tegal mengalami laju penyusutan luas lahan pertanian sebesar 0,31 persen setiap tahunnya (Zuhri, 2018). Pada tahun 2019, Kabupaten Brebes mengalami perubahan guna lahan, seluas 65,054 Ha lahan tegalan/sawah menjadi 33,059 Ha permukiman, 23,685 Ha kawasan industri dan 4,791 Ha lahan lainnya (BPS, 2020). Kondisi ini tentunya dapat mempengaruhi daya serap terhadap emisi karbon. jumlah karbon tersimpan.

Berdasarkan Pedoman Teknis Perhitungan Baseline Emisi dan Serapan Gas Rumah Kaca Berbasis Lahan (Bappenas, 2014), perubahan tutupan/guna lahan pada tahun awal dan tahun akhir akan menunjukkan perbedaan karbon tersimpan, sehingga emisi yang dihasilkan adalah selisih karbon tersimpan pada guna lahan akhir dengan guna lahan awal. Harapan dari perubahan guna dan tutupan lahan adalah terjadinya sequestrasi atau peningkatan kemampuan daya serap terhadap emisi pada tahun akhir perhitungan sebagai upaya untuk mendukung pembangunan rendah karbon.

Untuk memprediksi cadangan karbon pada masing-masing tutupan lahan, dilakukan penelitian dengan memprediksi perubahan guna dan tutupan lahan. Prediksi guna lahan dilakukan melalui pemodelan spasial dengan melihat tren perubahan guna dan tutupan lahan yang terjadi. Pemodelan akan disandingkan dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) sehingga dapat mengetahui perbedaan luas penggunaan lahan di Kabupaten Brebes. Pengukuran cadangan karbon pada tahun 2039 dilakukan dengan dua skenario yaitu pengukuran cadangan karbon pada tren perubahan guna dan tutupan lahan, serta pengukuran cadangan karbon berdasarkan rencana pola ruang dalam RTRW. Pengukuran dengan menggunakan dua skenario dikarenakan menurut (Wilson & Piper, 2011), pembatasan perubahan guna lahan dan tutupan lahan akan menurunkan tingkat emisi mengingat sektor lahan yang merupakan sektor penyumbang peningkatan GRK pada tahun 1970 hingga 2004, dimana pembatasan perubahan guna dan tutupan lahan dilakukan dengan intervensi pola ruang.

Penelitian ini akan dilakukan di 5 kecamatan yang berada di kawasan pesisir pantai utara Kabupaten Brebes yaitu Kecamatan Brebes. Kecamatan Wanasari, Kecamatan Bulakamba, Kecamatan Tanjung dan Kecamatan Losari. Pemilihan kecamatan di wilayah pesisir Kabupaten Brebes dikarenakan terjadi pemusatan aktivitas yang ditandai dengan adanya dua kawasan perkotaan yang berfungsi melayani kegiatan skala kabupaten yaitu kawasan perkotaan Brebes dan kawasan perkotaan Losari.

TINJAUAN PUSTAKA

Perubahan guna lahan dan tutupan lahan merupakan bagian dari dinamika pembangunan. Menurut (Z, et al., 2016) perubahan guna lahan dan tutupan lahan merupakan upaya memodifikasi lahan untuk aktivitas manusia. Definisi konversi lahan dikaitkan dengan perubahan fungsi lahan untuk aktivitas tertentu menjadi lahan untuk aktivitas lainnya (perubahan guna lahan) maupun perubahan tutupan lahan dari lahan dengan vegetasi menjadi lahan non vegetasi (perubahan tutupan lahan). Kecenderungan proses pembangunan yang mengarah pada urbanisasi atau proses pengkotaan mempengaruhi perubahan lahan non terbangun menjadi lahan terbangun.

Berbagai dampak negatif dari konversi lahan antara lain mengurangi jumlah ketersediaan pangan, pengaruh terhadap kesehatan dan penyebaran penyakit, peningkatan konsentrasi GRK, perubahan iklim mikro, hilangnya keanekaragaman hayati, hilangnya nutrisi dalam tanah akibat erosi

dan degradasi kualitas tanah, mempengaruhi siklus hidrologi, serta meningkatnya jumlah bencana alam (Dwinanto, Munibah, & Sedadi, 2016).

Untuk mengatasi dan mengurangi dampak perubahan iklim, rencana tata ruang merupakan bentuk mitigasi perubahan iklim karena mampu membatasi perubahan guna lahan. Selaras dengan pendapat (Ingram & Hamilton, 2014) yang menyebutkan bahwa rencana spasial adalah salah satu *strategic approach* dalam adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan data spasial untuk menggambarkan model perubahan guna lahan (Murayama & Tapa, 2011). Model yang dihasilkan kemudian akan menjadi input untuk pengukuran karbon tersimpan dan kemampuan daya serap terhadap emisi. Adapun emisi GRK yang diukur dalam penelitian ini adalah gas karbondioksida (CO₂). Data spasial yang digunakan antara lain Citra Satelit Landsat 8 OLI tahun 2015 dan tahun 2020 serta Peta Rencana Pola Ruang RTRW Kabupaten Brebes tahun 2019-2039.

Dalam penelitian ini digunakan 3 (tiga) metode analisis antara lain:

- a. Interpretasi citra untuk mengetahui pola *land cover/land use* pada tahun 2015 dan 2020

Interpretasi citra dilakukan dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing pada ArcGIS dengan menentukan sampling berdasarkan interpretasi citra Landsat 8 OLI tahun 2015 dan tahun 2020 dengan kombinasi komposit band RGB 654 yang digunakan dalam menganalisis vegetasi.

- b. Analisis prediksi guna lahan tahun 2039 menggunakan metode *Cellular Automata (CA)*

Metode CA merupakan sebuah metode yang memandang kondisi awal dan hasil dari beberapa iterasi secara sekaligus (Wolfram, 2002). Metode CA digunakan untuk memprediksi guna lahan pada tahun akhir dengan beberapa kali proses iterasi, dimana validasi model diukur menggunakan Koefisien Cohen's Kappa untuk merepresentasikan kesesuaian antara model yang dihasilkan dengan kondisi eksisting. Model yang dihasilkan disandingkan dengan penggunaan lahan eksisting pada tahun 2017, apabila nilai Kappa > 0,75 maka menunjukkan bahwa model sangat baik dalam memprediksi guna lahan. Adapun keterbatasan dalam model adalah klasifikasi penggunaan lahan terbangun seperti permukiman, industri, perdagangan jasa diasumsikan sama yaitu permukiman karena resolusi citra.

Prediksi guna lahan tahun 2039 yang diperoleh dari hasil iterasi kemudian dianalisis menggunakan metode tumpang susun dengan rencana pola ruang RTRW. Hal ini dilakukan untuk mengetahui guna lahan apa yang mengalami ketidaksesuaian dengan rencana pola ruang RTRW. Ketidaksesuaian ini dapat menggambarkan intervensi apa yang perlu dilakukan untuk mitigasi emisi karbon berbasis lahan.

- c. Analisis emisi berbasis lahan.

Analisis emisi berbasis lahan pada dasarnya menggunakan dua pendekatan yaitu *stock difference* dan pendekatan *gain and loss*. Adapun pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *stock difference* (perubahan cadangan karbon) yang mana diasumsikan bahwa emisi terjadi hanya pada saat penggunaan lahan mengalami perubahan dalam kurun waktu tertentu dan apabila tidak mengalami perubahan guna lahan maka emisinya adalah nol. Persamaan dari pendekatan *stock difference* adalah sebagai berikut (Puspita, Utari, & Raharjo, 2016)

$$\text{Emisi/Penyerapan GRK} = \Delta \text{ Guna Lahan} * \text{FE}$$

Keterangan :

Δ Guna Lahan : data aktivitas yang ditunjukkan dengan perubahan luas dari tiap jenis perubahan guna lahan dari dua periode waktu, [ha],

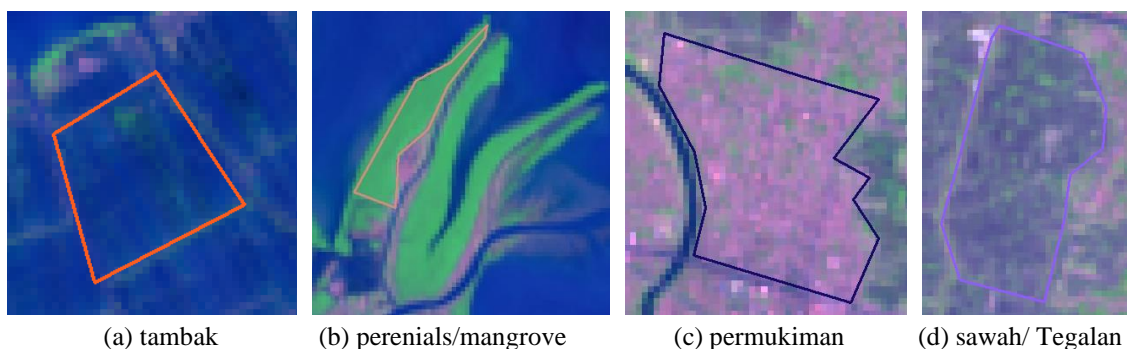
- FE : faktor emisi dari tiap jenis perubahan guna lahan berdasarkan ketentuan yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dalam perhitungan Rencana Aksi Nasional Gerakan Rumah Kaca (RAN-GRK), [ton CO₂eq/ha]
- Emisi/Penyerapan GRK : nilai emisi dari tiap perubahan guna lahan dari dua periode waktu, dengan penggolongan sebagai berikut, [ton CO₂eq]:
- nilai emisi > 0 menunjukkan emisi, yaitu lepasnya karbon ke udara akibat perubahan guna lahan,
 - nilai emisi = 0 menunjukkan nonemisi atau tidak ada perubahan nilai emisi,
 - nilai emisi < 0 menunjukkan sequestrasi, yaitu adanya cadangan karbon yang terbentuk akibat perubahan guna lahan.

Perhitungan emisi berbasis lahan diukur menggunakan 2 (dua) skenario yaitu yaitu skenario *backward looking* untuk mengukur emisi karbon *Business as Usual* (BAU) berdasarkan kecenderungan penggunaan lahan serta skenario *forward looking* yang mengarah pada pengukuran emisi berdasarkan kebijakan pembangunan, dalam penelitian ini yang digunakan adalah Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) tahun 2019-2039.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Penggunaan Lahan

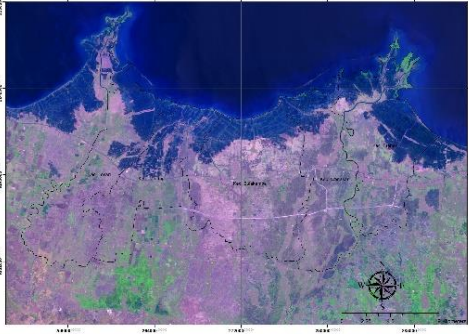
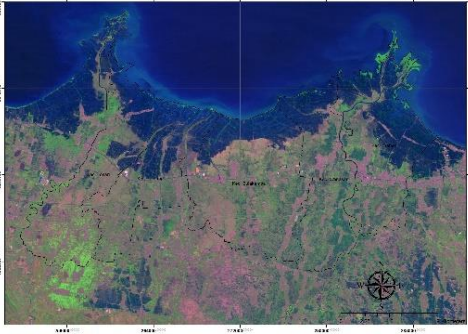
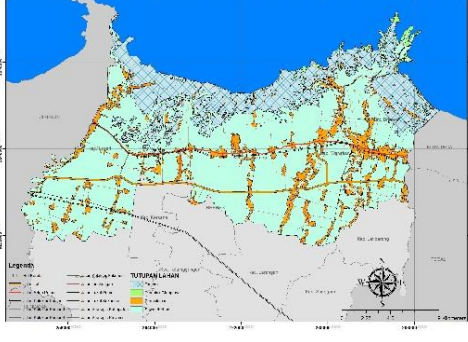
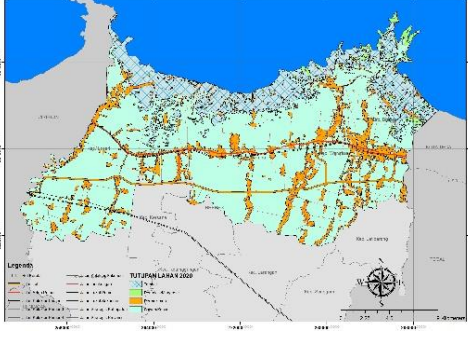
Kawasan pesisir Kabupaten Brebes terdiri dari 5 (lima) kecamatan yaitu Kecamatan Brebes, Kecamatan Wanasari, Kecamatan Bulakamba, Kecamatan Tanjung dan Kecamatan Losari. Total luas wilayah lima kecamatan tersebut sebesar 45.181 Ha dan mengalami perubahan tutupan lahan. Berdasarkan hasil interpretasi citra satelit Landsat 8 OLI, diperoleh perubahan tutupan lahan berupa tambak, *perenials* (mangrove), permukiman, serta sawah.



Gambar 1. Identifikasi tutupan lahan
Sumber : Citra Landsat 8 OLI Tahun 2015 dengan interpretasi (2021)

Berdasarkan hasil interpretasi citra tersebut, pada tahun 2015 dan tahun 2020, terdapat perbedaan luasan penggunaan lahan. Perbedaan penggunaan lahan pada tahun 2015 dan 2020 adalah meningkatnya luas penggunaan lahan permukiman dan campuran, serta berkurangnya lahan tambak dan sawah/tegalan. Selain itu, pada tahun 2019 juga menunjukkan adanya penurunan luas lahan *perenials*/mangrove. Gambaran perubahan guna lahan dari tahun 2015 ke tahun 2020 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Interpretari Citra Landsat Tahun 2015 dan 2020

Uraian	Tahun 2015	Tahun 2020
Citra Satelit Landsat 8 OLI		
Hasil interpretasi Citra		

Sumber : Hasil analisis, 2021

Adapun interpretasi citra satelit Landsat Tahun 2015 dan tahun 2020 diperoleh hasil luas tutupan lahan sebagai berikut,

Tabel 2. Luas Guna Lahan Hasil Interpretasi Tahun 2015 dan tahun 2020 (Ha)

<i>Land Cover/ Land Use</i>	Tahun 2015 (Ha)	Tahun 2020 (Ha)	Perubahan Luas Land Cover (Ha)	Keterangan
<i>Perennials/Mangrove</i>	293,07	533,23	240,16	Luas penggunaan lahan meningkat
Permukiman dan campuran	4.961,12	6.617,62	1.656,50	Luas penggunaan lahan meningkat
Sawah/tegalan	30.513,77	30.187,48	-326,29	Luas penggunaan lahan berkurang
Tambak	8.882,22	7.311,84	-1.570,38	Luas penggunaan lahan berkurang

Sumber : Hasil analisis, 2021

Tutupan lahan *Perennials* di Kabupaten Brebes mengalami peningkatan luasan dikarenakan adanya penggalakan penanaman mangrove oleh masyarakat dan komunitas sebagai salah satu upaya mengatasi permasalahan banjir rob di pesisir Kabupaten Brebes. Perubahan luas tutupan lahan *Perennials* dan permukiman campuran mengalami peningkatan luas lahan, salah satunya di Desa Kaliwlingi yang mengalami peningkatan luas lahan perennials sebesar 189,27 Ha dari tahun 1996-2019 dengan simpanan karbon di lahan *Perennials* Desa Kaliwlingi sebesar ± 6778,30 ton (Wirasatriya, 2020).

Peningkatan luas permukiman di kecamatan pesisir utara Kabupaten Brebes dikarenakan peningkatan kebutuhan akan hunian. Dari hasil interpretasi diketahui bahwa luas permukiman

meningkat sebesar 1.656,50 Ha dalam kurun waktu 5 (lima) tahun. (BPS, 2020) juga menyebutkan bahwa pada tahun 2019 terjadi peningkatan luas permukiman. Adapun luas lahan yang semakin sedikit adalah lahan sawah/tegalan dan lahan tambak. Penurunan luas lahan sawah/tegalan dikarenakan adanya alih fungsi menjadi lahan permukiman dan campuran. Sedangkan tambak mengalami penurunan luasan dikarenakan adanya rob yang mengikis lahan tambak di sepanjang pesisir pantai utara Kabupaten Brebes.

Prediksi Guna Lahan

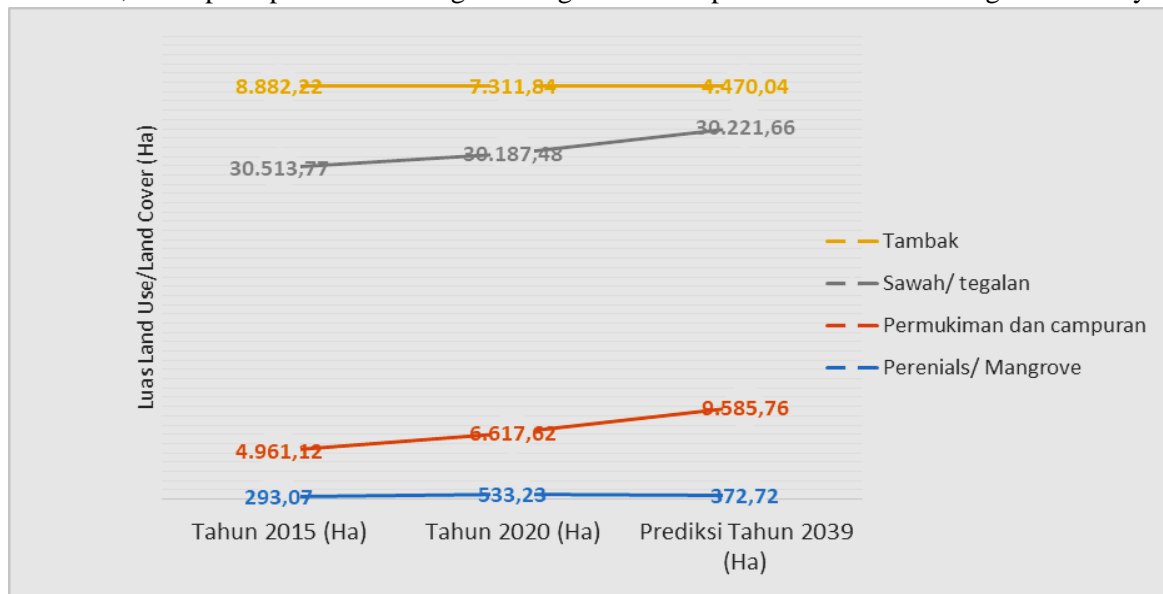
Metode *Cellular Automata* yang dilakukan dengan 4 (empat) kali iterasi dan dilakukan prediksi guna lahan tahun 2039 dengan hasil validasi % of *correctness* mencapai 94,99% dan nilai Kappa adalah 0,89 yang menunjukkan bahwa model sangat baik dalam memprediksi guna lahan karena memiliki nilai $Kappa > 0,75$.

Tabel 3 Prediksi Guna Lahan Berdasarkan Metode *Cellular Automata*

Tutupan/Guna Lahan	Tahun 2015 (Ha)	Tahun 2020 (Ha)	Prediksi Tahun 2039 (Ha)
Perennials/ <i>Mangrove</i>	293,07	533,24	372,72
Permukiman dan campuran	4.961,12	6.617,62	9.585,76
Sawah/tegalan	30.513,77	30.187,48	30.221,66
Tambak	8.882,22	7.311,84	4.470,04
Total Luas	44.650,18	44.650,18	44.650,18

Sumber : Hasil analisis, 2021

Berdasarkan tabel 3 di atas, terdapat perubahan tutupan lahan di Kabupaten Brebes pada tahun 2039 (akhir tahun rencana RTRW Kabupaten Brebes). Tutupan lahan yang mengalami peningkatan luas dari tahun 2015-2039 adalah permukiman campuran. Sedangkan tutupan lahan yang berkurang luasannya dari tahun 2015-2039 adalah sawah/tegalan, dan tambak. Adapun luas tutupan lahan Perennials/*Mangrove* mengalami peningkatan luasan pada tahun 2020 dan berkurang luasannya pada tahun 2039, meskipun apabila dibandingkan dengan baseline pada tahun 2015 meningkat luasannya.



Gambar 2 Grafik Perubahan Tutupan/Guna Lahan

Laju perubahan tutupan/guna lahan *perennials* di wilayah pesisir pantai utara Kabupaten Brebes dalam kurun waktu tahun 2015-2020 adalah sebesar 81,95% menunjukkan peningkatan luas, sedangkan pada tahun 2020-2039 laju perubahan guna lahannya menjadi -30,10% yang berarti terdapat kecenderungan berkurang luasannya. Laju perubahan lahan permukiman dan campuran dalam kurun waktu 2015-2020 adalah sebesar 33,39% dan 44,85% dalam kurun waktu 2020-2039, masih menunjukkan tren peningkatan luas guna lahan permukiman dan campuran. Sedangkan lahan sawah/tegalan mengalami laju perubahan guna lahan sebesar -1,07% dalam kurun waktu 2015-2020 dan 0,11% dalam kurun waktu 2020-2039. Adapun perubahan lahan tambak sebesar -17,68% dalam kurun waktu 2015-2020 dan -38,87% dalam kurun waktu 2020-2039.

Untuk mengetahui adanya perbedaan antara prediksi tutupan/guna lahan dengan Rencana Pola Ruang RTRW Kabupaten Brebes, dilakukan analisis tumpang susun. Berdasarkan proses tumpang susun yang dilakukan diketahui bahwa terdapat ketidaksesuaian antara rencana dengan prediksi perubahan tutupan/guna lahan.

Tabel 4. Perbedaan Luas Prediksi Perubahan Tutupan/Guna Lahan Tahun 2039 dengan Rencana Pola Ruang

Tutupan/Guna Lahan	Keterangan	Luas Tutupan/Guna Lahan (Ha)			Keterangan
		Tahun 2015	Tahun 2020	Tahun 2039	
Perennials/Mangrove	Prediksi	293,07	533,24	372,72	Luas rencana pola ruang lebih besar dibandingkan luas prediksi penggunaan lahan
	RTRW	-	-	787,86	
Permukiman dan campuran	Prediksi	4.961,12	6.617,62	9.585,76	Luas rencana pola ruang lebih besar dibandingkan luas prediksi penggunaan lahan
	RTRW	-	-	16.861,65	
Sawah/tegalan	Prediksi	30.513,77	30.187,48	30.221,66	Luas rencana pola ruang lebih kecil dibandingkan luas prediksi penggunaan lahan
	RTRW	-	-	18.454,20	
Tambak	Prediksi	8.882,22	7.311,84	4.470,04	Luas rencana pola ruang lebih besar dibandingkan luas prediksi penggunaan lahan
	RTRW	-	-	6.856,88	

Sumber : Hasil analisis (2021)

Dari 4 (empat) tutupan/guna lahan, hanya tutupan lahan sawah/tegalan yang luas hasil prediksi lebih luas dibandingkan dengan rencana pola ruang RTRW. Perbedaan luasan tutupan/guna lahan berdasarkan hasil prediksi dengan metode *Cellular Automata* dan rencana pola ruang tentunya menghasilkan *carbon stock* yang berbeda.

Berdasarkan hasil prediksi tutupan/guna lahan, terdapat 3 (tiga) pola kesesuaian dengan rencana pola ruang. Pola tersebut antara lain : (1) sesuai dengan peruntukkan; (2) terdapat perbedaan tutupan/guna lahan antara prediksi dengan rencana pola ruang namun sesuai dengan fungsi kawasan serta; (3) terdapat perbedaan tutupan/guna lahan antara dengan rencana pola ruang dan tidak sesuai dengan fungsi kawasan. Pada pola 2, terjadinya perubahan tutupan/guna lahan tidak mengubah fungsi kawasan. Sedangkan pada pola 3 perubahan tutupan/guna lahan juga mengubah fungsi kawasan, misalnya tutupan/guna lahan dengan fungsi sebagai kawasan lindung, berubah menjadi kawasan budidaya. Adapun luas perbedaan antara prediksi tutupan/guna lahan dengan rencana pola ruang dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5 Pola Kesesuaian antara Prediksi Tutupan/Guna Lahan Tahun 2039 dengan Rencana Pola Ruang

Pola	Pola Kesesuaian antara Prediksi Tutupan/Guna Lahan dengan Rencana Pola Ruang	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Sesuai Peruntukkan	43.128,73	96,59
2	Terdapat perbedaan tutupan/guna lahan antara prediksi dengan Rencana Pola Ruang namun sesuai dengan Fungsi Kawasan	792,60	1,78
3	Terdapat perbedaan tutupan/guna lahan antara dengan Rencana Pola Ruang dan tidak sesuai dengan Fungsi Kawasan	728,85	1,63
Total Luas		44.650,18	

Sumber : Hasil analisis (2021)

Persentase kesesuaian dengan rencana pola ruang pada perubahan tutupan/guna lahan tanpa intervensi menunjukkan kesesuaian mencapai 96,59%. Ketidaksesuaian dengan pola ruang sebesar 3,41% dimana 1,78% masih sesuai secara fungsi kawasan dan sebesar 1,63% tidak sesuai dengan fungsi kawasan. Pada area prediksi perubahan tutupan/guna lahan seluas 728,85 Ha yang tidak sesuai dengan fungsi kawasan perlu diidentifikasi sebarannya sehingga dapat diintervensi lebih lanjut. Dikarenakan karbon tersimpan pada fungsi kawasan lindung akan lebih banyak dibandingkan pada fungsi kawasan budidaya.

Analisis Emisi Berbasis Lahan

Berdasarkan hasil pengukuran cadangan karbon berbasis lahan melalui 2 (dua) skenario yaitu skenario *backward looking* dan *forward looking*, maka dihasilkan emisi sebagaimana yang tercantum pada Tabel 6. Skenario *backward looking* menunjukkan pengukuran cadangan karbon berdasarkan proyeksi data historis tanpa adanya intervensi sehingga hasil pengukuran cadangan karbon adalah berbasis pada tren perubahan guna/tutupan lahan yang sudah terjadi, sedangkan skenario *forward looking* adalah skenario pengukuran cadangan karbon dengan mempertimbangkan intervensi berupa kebijakan pembangunan yang sudah didesain oleh Pemerintah, dalam hal ini kebijakan yang digunakan untuk perhitungan cadangan karbon dengan skenario *forward looking* adalah RTRW Kabupaten Brebes Tahun 2019-2039.

Tabel 6 Perhitungan Jumlah Karbon Tersimpan pada 5 Kecamatan di Wilayah Pesisir Utara Kabupaten Brebes

Tutupan/ Guna Lahan	Tahun 2015-2020	Tahun 2020-2039	
	(Ton CO ₂ eq)	(Ton CO ₂ eq)	
	<i>Existing</i>	<i>Backward Looking</i>	<i>Forward-Looking</i>
Perenials/ Mangrove	-28.819,20	19.261	-49.816,80
	<i>Sequestration</i>	Emisi	<i>Sequestration</i>
Permukiman dan campuran	6.626,00	11.872,56	40.976,12
	Emisi	Emisi	Emisi
Sawah/ tegalan	652,58	-68,36	23.466,56

Tutupan/ Guna Lahan	Tahun 2015-2020 (Ton CO ₂ eq)	Tahun 2020-2039 (Ton CO ₂ eq)	
	<i>Existing</i>	<i>Backward Looking</i>	<i>Forward-Looking</i>
	Emisi	Sequestrasi	Emisi
Tambak	0	0	0
	Nol Emisi	Nol Emisi	Nol Emisi
Total	-21.540,62 <i>(Sequestration)</i>	31.065,20 <i>(Emisi)</i>	14.625,88 <i>(Emisi)</i>

Sumber : Hasil analisis (2021)

Pada skenario *backward looking*, rata-rata perubahan tutupan/guna lahan menghasilkan emisi karbon, kecuali pada lahan sawah/tegalan dikarenakan pada prediksi tutupan/guna lahan di tahun 2039 justru mengalami peningkatan luas lahan sawah/tegalan. Sedangkan pada skenario *forward looking*, hanya lahan perenials yang tidak menghasilkan emisi karena pada akhir tahun 2039 luas lahan perenials justru direncanakan semakin luas.

Pada tahun 2039, untuk skenario *backward looking*, perubahan lahan dari tahun 2020 ke tahun 2039 menghasilkan emisi total sebesar 31.065,20 Ton CO₂eq. Sedangkan untuk skenario *forward looking*, emisi yang dihasilkan mencapai 14.625,88 Ton CO₂eq. Hal ini menunjukkan bahwa RTRW Kabupaten Brebes sebagai kebijakan pembangunan mendukung pembangunan yang rendah emisi karbon pada akhir tahun rencana tata ruang. Berbeda skenario *backward looking* dimana emisi yang dihasilkan dari perubahan tutupan/guna lahan tanpa intervensi kebijakan pembangunan menghasilkan emisi 2,12 kali lebih besar dibandingkan dengan perubahan tutupan/guna lahan melalui intervensi.

KESIMPULAN

Konversi lahan berupa perubahan tutupan lahan maupun perubahan guna lahan akan mempengaruhi jumlah karbon tersimpan. Perubahan jumlah karbon tersimpan pada kondisi akhir perubahan tutupan/guna lahan akan menghasilkan emisi jika perubahan tutupan/guna lahan tersebut semakin memperluas lahan terbangun, sedangkan jika perubahan tutupan/guna lahan semakin memperluas lahan hijau maka akan menghasilkan sequestrasi. Perubahan tutupan/guna lahan diharapkan menghasilkan sequestrasi atau membentuk cadangan karbon. Perubahan tutupan/guna lahan 5 (lima) kecamatan di wilayah pesisir pantai utara Kabupaten Brebes tanpa intervensi rencana tata ruang menghasilkan emisi sebesar 31.062,20 Ton CO₂eq., 2,12 kali lebih besar dibandingkan emisi yang dihasilkan pada perubahan tutupan/guna lahan dengan intervensi rencana tata ruang yang hanya sebesar 14.625,88 Ton CO₂eq. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi kebijakan tata ruang perlu dilakukan untuk mengantisipasi perubahan tutupan/guna lahan yang menghasilkan emisi karbon. Sebagai upaya untuk mendukung pembangunan rendah karbon, maka dalam penyusunan kebijakan tata ruang perlu memperhatikan emisi yang dihasilkan dari rencana pola ruang yang disusun.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappenas. 2014. *Pedoman Teknis Perhitungan Baseline Emisi dan Serapan Gas Rumah Kaca Berbasis Lahan*. Jakarta : Badan Perencanaan Pembangunan Nasional
- BPS. 2020. *Brebes Dalam Angka 2020*. Brebes : Badan Pusat Statistik
- Dwinanto, A. A., Munibah, K., & Sedadi, U. 2016. "Model Perubahan dan Arah Penggunaan Lahan Untuk Mendukung Ketersediaan Beras di Kabupaten Brebes Dan Kabupaten Cilacap." *Jurnal Tataloka* 18 (3), Agustus 2016 : 157-171
- Fauzan, R. H., Saraswati, R., & Wibowo, A. 2018. Dampak Konversi Lahan Terhadap Daya Serap Karbon Dioksida (CO₂) Studi Kasus Di Kota Tangerang Selatan. Seminar Nasional Geomatika 2018: Penggunaan dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional.
- Hassan, Z., Shabbir, R., Ahmad, S. S., Malik, A. H., Aziz, N., Butt, A., & Erum, S. (2016). DA case study of Islamabad, Pakistan, uses geospatial techniques to determine land use and land cover change (LULCC) *SpringerPlus*, 5(812), 2–11.
- Ingram, J., & Hamilton, C. 2014. *Planning for Climate Change : A Strategic, Value Based Approach for Urban Planners*. Kenya: UN Habitat.
- Lubis, Sofyan Hadi., Hasi Susio Arifin, Ismayadi Samsudin. 2013. "Analisis Cadangan Karbon Pohon pada Lanskap Hutan Kota di DKI Jakarta." *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 10 (1), Maret 2013: 1-20
- Murayama, Yuji., dan Rajesh B. Tapa. 2011. *Spatial Analysis and Modeling in Geographical Transformation Process: GIS-Based Applications*. New York: Springer
- Kabupaten Brebes. 2019. Peraturan Daerah Nomor 13 Tahun 2019 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Brebes tahun 2019-2039
- Puspita, I. B., Utari, E., & Raharjo, S. 2016. Optimalisasi Pemanfaatan Ruang Kota di Kota Batam dengan Prinsip Pembangunan Rendah Karbon. *Seminar Nasional Institut Teknologi Nasional Bandung 2016*. Bandung: Intitut Teknologi Nasional.
- Wilson, E., & Piper, J. 2011. *Spatial Planning and Climate Change*. New York: Routledge
- Z, Hassan., Shabbir, Ahmad, Malik, Aziz, & Erum. 2016. Dynamics of Land Use and Land Cover Change (LULCC) Using Geospatial Techniques : a Case Study of Islamabad, Pakistan. *SpringerPlus* 5 (812), 2-11.
- Zuhri, Mursid. 2018. "Alih Fungsi Lahan pertanian di Pantura Jawa Tengah (Studi Kasus: Kabupaten Brebes)." *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah* 16 (1), Juni 2018 : 119-130