

ESTIMASI BESARAN EMISI KARBON DI KABUPATEN BANYUMAS (Studi Kasus Tahun 2005-2016)

Adrian, Sony Nugratama

FKIP UNISMA BEKASI

Jl. Cut Mutiah No. 83 Bekasi Telp/ fax: 021-8820383

Email : ophunkpetrucci@gmail.com, sonyartesis@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan manusia merupakan penyebab utama pemanasan global (dalam Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007). Hasil diskusi mengintisarikan bahwa kenaikan suhu bumi tidak boleh melampaui 20C pada tahun 2025, untuk membatasi akibat buruknya bagi hidup manusia. Iklim yang semakin panas akan mempengaruhi ketersediaan air serta meningkatkan intensitas kondisi cuaca ekstrim seperti badai dan kekeringan. Banyak petani di Indonesia sudah merasakan hal ini dalam kesulitan mereka untuk memperkirakan waktu tanam dengan musim yang semakin tidak menentu (DNPI dalam buku NRDC, 2013). Estimasi besaran biomasa yang dihitung (Y), adalah besaran nilai simpanan karbon yang hilang, karena adanya perubahan tutupan vegetasi terestrial dalam bentuk (a) luasan (ha), dan (b) besaran biomas (ton/ha). Perubahan tutupan vegetasi ditelusuri dari Citra Lansat Band 54TM yang bersumber dari Lapan tahun 2005 dan tahun 2016. Perubahan tutupan lahan dalam hal ini diasumsikan sebagai perubahan terhadap tutupan vegetasi. Perubahan (Δ) luasan dan tutupan vegetasinya, sebagai dasar perhitungan selanjutnya. Perubahan terbesar adalah berkurangnya areal sawah sebesar 4008,805 ha atau 15,62% dari luas sawah sebelumnya. Hasil dari konversi lahan ini mengakibatkan luasan areal ruang terbangun antara tahun 2005-2016 meningkat total seluas 3089,694 ha menjadi 20.006,481 ha. Selama tahun 2005 sampai 2016 terdapat kecenderungan yang terus menurun terhadap cadangan karbon sebesar 3.364,83 ton carbon atau 2.348,94 ton CO₂eq. Hal ini berarti secara keseluruhan perubahan tutupan lahan di Kabupaten Banyumas menyumbangkan emisi karbon setiap tahunnya sebesar 0,08085 ton/ha/tahun.

Kata Kunci: Cadangan Karbon, Emisi Gas Rumah Kaca, Banyumas

PENDAHULUAN

1. Fenomena Kerusakan Hutan

Kerusakan hutan, khususnya hutan hujan tropis, erat kaitannya dengan isu seperti kepunahan jenis flora dan fauna atau keragaman hayati (biodiversity), dan pemanasan global. Tetapi dampak hidrologi akibat kerusakan hutan masih bersifat lokal, regional dan nasional, dan kurang disoroti sebagai isu global. Ditinjau dari segi luasan penyusutan hutan, tampaknya hutan tropis relatif lebih kecil dibanding dengan hutan non- tropis (Waryono & Rochmatullah, 2010). Lebih jauh dikatakan bahwa kerusakan hutan tropis tercatat 15,15% (7,01 juta km²). dan kerusakan padang rumput sebesar 19,1% (6,47 juta km²), sedangkan kerusakan hutan non-tropis sebesar 13,6 kali lipat lebih besar dibandingkan dengan penyusutan pada hutan hujan tropis.

Walaupun hutan memberikan dampak yang relatif kecil terhadap pemanasan global dibanding dengan gas CFC, bukan berarti bahwa kerusakan-kerusakan yang terjadi dianggap aman. Penebangan hutan secara besar-besaran terutama di negara-negara berkembang cenderung memberikan pengaruh besar terhadap iklim global. Oleh karena itu harus diakui bahwa hutan sebagai sumber utama penyebab GRK.

2. Perubahan Iklim

Para ilmuwan memperkirakan bahwa selama pemanasan global, belahan Bumi Utara (Northern Hemisphere) akan memanas lebih dari daerah-daerah lain di Bumi. Gunung-gunung es akan mencair dan daratan akan mengecil. Daerah-daerah yang sebelumnya mengalami salju ringan, mungkin tidak bersalju lagi. Pada pegunungan di

daerah subtropis, bagian yang ditutupi salju akan semakin sedikit serta akan lebih cepat mencair. Musim tanam akan lebih panjang di beberapa negara, temperatur udara pada musim dingin dan malam hari akan cenderung untuk meningkat.

Bumi yang mengalami peningkatan suhu global akan meningkatkan intensitas curah hujan di beberapa wilayah yang mengakibatkan lahan pertanian tropis semi kering di beberapa bagian Afrika mungkin tidak dapat tumbuh. Daerah pertanian gurun yang menggunakan air irigasi dari gunung-gunung yang jauh akan mengalami kesulitan air jika snowpack (kumpulan salju) musim dingin, yang berfungsi sebagai reservoir alami, mencair sebelum puncak bulan-bulan masa tanam. Tanaman pangan dan hutan dapat mengalami serangan serangga dan penyakit yang lebih tidak terkendali.

Hewan dan tumbuhan menjadi makhluk hidup yang sulit menghindari dari efek pemanasan, karena sebagian besar lahan telah dikuasai manusia. Dalam pemanasan global, hewan cenderung untuk bermigrasi ke arah kutub atau ke atas pegunungan. Tumbuhan akan mengubah arah pertumbuhannya, mencari daerah baru karena habitat lamanya menjadi terlalu hangat. Akan tetapi, pembangunan manusia akan menghalangi perpindahan tersebut. Spesies-spesies yang bermigrasi ke utara atau selatan yang terhalangi oleh kota-kota atau lahan-lahan pertanian mungkin akan mati dan punah. Beberapa tipe spesies yang tidak mampu secara cepat berpindah menuju kutub mungkin juga akan punah lebih awal.

Perubahan cuaca dan lautan dapat mengakibatkan munculnya penyakit-penyakit yang berhubungan dengan panas (heat stroke) dan kematian. Temperatur yang panas juga dapat menyebabkan gagal panen sehingga akan muncul kelaparan dan malnutrisi. Perubahan cuaca yang ekstrem dan peningkatan permukaan air laut akibat mencairnya es di kutub utara dapat menyebabkan penyakit-penyakit yang berhubungan dengan bencana alam (banjir, badai dan kebakaran) yang biasa muncul karena perpindahan penduduk ke tempat-tempat pengungsian seperti: diare, malnutrisi,

defisiensi mikronutrien, trauma psikologis, penyakit kulit, dan lain-lain.

3. Karbon Terestrial dan Tetapan Besaran Nilai Biomassa

Dalam buku "How to Include Terrestrial Carbon in Developing Nations in the Overall Climate Change Solution" dikatakan bahwa karbon terestrial adalah bagian dari dua elemen mitigasi perubahan iklim: kita dapat mempertahankan karbon terestrial yang ada (melalui alih guna lahan agar mengurangi emisi karbon terestrial), dan dapat membuat karbon terestrial baru (melalui alih guna lahan menjadi lahan yang dapat menyerap gas rumah kaca di atmosfer sebagai karbon).

Menurut Bombelli et al (2009), bahwa deforestasi dan degradasi hutan dan lahan gambut di kawasan tropik pada negara-negara berkembang, menyebabkan bagian terbesar dari emisi yang berasal dari kegiatan penggunaan lahan. Lebih jauh dikatakan bahwa kumpulan karbon pada ekosistem terestrial tersimpan dalam bentuk biomassa tumbuhan. Secara konseptual (Bombelli et al., 2009), bahwa potensi biomassa dibedakan menjadi dua bagian, yaitu (a) di atas permukaan tanah, (b) biomassa di bawah permukaan tanah, (c) tanaman mati dan serasah.

Menurut Kusmana et al., (1992) bahwa umumnya Karbon menyusun hingga 45 – 50% bahan kering dari tanaman (biomassa). Nilai biomassa pada setiap penggunaan lahan telah distandarisasi dan/atau dirumuskan berdasarkan IPCC (2003, 2006), dimana nilai baku biomassa tutupan lahan, sangat menentukan nilai biomassa satuan penggunaan lahan. Rumusan IPCC (2003, 2006), secara rinci disajikan pada Tabel.1. Dari tabel tersebut menunjukkan bahwa hutan lahan kering primer memiliki besaran biomasa paling tinggi, diikuti oleh hutan lahan kering sekunder dan hutan tanaman. Sedangkan tutupan lainnya memiliki nilai lebih kecil dari hutan tanaman.

Tabel 1. Kode Penutup Lahan dan Nilai Bioma

No		Keterangan	Nilai
1	2001	Hutan lahan kering primer	204,92
2	2002	Hutan lahan kering sekunder	171,8
3	2006	Hutan tanaman	91,2
4	20091	Pertanian lahan kering	70
5	20092	Pertanian lahan kering campur semak	70
6	20093	Sawah	20
7	2012	Permukiman	14
8	2014	Pertambangan	14
9	5001	Tubuh Air	14
10	2007	Semak Belukar	70
11	3000	Savana/Padang rumput	70

(Sumber : IPCC, 2003; 2006)

Laporan WRI (2002), menyebutkan bahwa deforestasi yang terjadi mengemisi sekitar 8 Gt (Giga ton) CO₂ per tahun. Lebih jauh dikatakan apabila deforestasi merupakan 17-18 % dari masalah (emisi GRK) maka yang perlu dilakukan adalah melakukan upaya-upaya untuk mengurangi laju deforestasi dan degradasi hutan minimal 17-18% dalam rangka mengurangi sumbangan emisi karbon ke atmosfer. Dalam estimasi besaran nilai CO₂ pendekatannya dengan perbandingan antara berat molekul CO₂ dan besaran nilai C sebesar nilai CO₂. $e = 44/12 \times C$ atau CO₂. $e = 3,67 \times C$ (WRI, 2002).

4. Pemanfaatan Teknologi Dalam Estimasi Karbon

Penginderaan jauh merupakan teknologi yang sangat bermanfaat dalam membantu melakukan penilaian bagaimana perubahan iklim berpengaruh terhadap vegetasi dan bagaimana membantu melakukan estimasi fluktuasi karbon yang terjadi karena perubahan vegetasi. Penginderaan jauh mampu melakukan observasi terhadap muka bumi secara sistematik. Keuntungan dari memanfaatkan citra yang memiliki resolusi rendah (resolusi spasial 250 meter) dengan perulangan orbit setiap 1-2 hari, adalah analisis perubahan pada muka bumi dapat diketahui dalam waktu yang cepat dan lebih akurat. Keuntungan lain citra beresolusi rendah mudah didapatkan dengan harga yang terjangkau, untuk melakukan analisis di

daerah-daerah yang data citranya tertutupi oleh awan, seperti yang terjadi di Indonesia.

Penelitian dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh (Citra landsat), pada dasarnya telah banyak dilakukan (FAO,2001). Penggunaan data penginderaan jauh yang memiliki resolusi spasial rendah (100 m sampai 4.000 m) sangat menguntungkan untuk pemetaan tutupan hutan di daerah yang luas (sekala nasional/regional), dibandingkan dengan data penginderaan yang memiliki resolusi spasial tinggi, yaitu 30 m (Landsat) ; 10 m (SPOT) ; dan 15 m (ASTER).

Keunggulan tersebut pertama data bebas awan di daerah tropis yang bersumber dari pengindraan beresolusi spasial tinggi umumnya tidak tersedia, sebaliknya data resolusi spasial rendah tersedia secara global di beberapa lokasi. Kedua, data resolusi spasial tinggi yang direkam untuk satu waktu perekaman tidak menghasilkan informasi tentang perubahan tutupan lahan (land cover change), sedangkan data resolusi rendah karena perekamannya dilakukan setiap hari, mampu memberikan gambaran perubahan tutupan lahan yang terjadi di suatu daerah. Ketiga, data penginderaan jauh resolusi spasial tinggi didapatkan dengan mengeluarkan biaya relatif besar, sementara data resolusi spasial rendah telah tersedia, hingga tanpa biaya (Defries et al., 1997).

Besar kecilnya perubahan karbon berdasarkan kenampakan warna (tone) Citra satelit menurut tingkat kehijauannya, dapat

mendeteksi besar kecilnya perubahan karbon tahunan (Houghton & Hackler, 2005 ; Myneni et al., 2001; Song & Woodcock, 2003). Kemajuan teknologi penginderaan jauh, kini telah menghasilkan setidaknya 2 peta global tutupan hutan. Peta-peta tersebut diproses dengan menggunakan: (a) NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) AVHRR 1 km yang diperoleh tahun 1992-1993 maupun 1995-1996, dan (b) MODIS 500 m yang diperoleh tahun 2005-2001.

Kajian yang dilakukan oleh Forest Resources Assesment (FRA) tahun 2005 memberikan gambaran secara global tentang tutupan, komposisi dan pemanfaatan hutan untuk masing-masing negara pada tahun 2005, dan perubahan yang terjadi sejak tahun 1980-an (FAO, 2001; Zhu & Walter, 2003). Peta tutupan hutan hasil kajian FRA tahun 2005, memiliki resolusi spasial 1 km, dan merupakan data tutupan hutan paling lengkap, termaju dalam pemanfaatan teknologi selama 50 tahun terakhir (FAO, 2001).

METODE

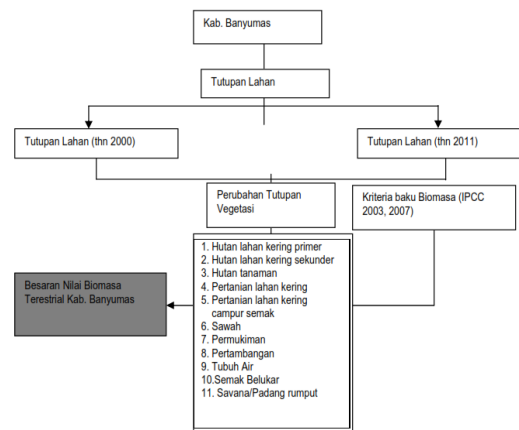
1. Letak Wilayah Kajian

Kajian dilakukan pada wilayah Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah dari tahun 2005 sampai dengan 2016.

2. Variabel Kajian

Estimasi besaran biomasa yang dihitung (Y), adalah besaran nilai simpanan karbon yang hilang, karena adanya perubahan tutupan vegetasi terestrial dalam bentuk (a) luasan (ha), dan (b) besaran biomas (ton/ha). Perubahan tutupan vegetasi ditelusuri dari Citra Lansat Band 54TM yang bersumber dari Lapan tahun 2005 dan tahun 2016. Perubahan tutupan lahan dalam hal ini diasumsikan sebagai perubahan terhadap tutupan vegetasi. Perubahan (delta) luasan dan tutupan vegetasinya, sebagai dasar perhitungan selanjutnya.

3. Alur Pikir Kajian



Gambar 1. Alur Pikir Kajian

4. Prosedur Kerja Kajian

Prosedur kerja kajian mencakup 3 tahapan yaitu: (a) pendataan baik data primer maupun sekunder, (b) pengolahan data, baik data citra maupun penghitungan besaran nilai biomassa, dan (c) Analisis data, untuk menelaah distribusi perubahan penggunaan tanah, maupun besaran karbon lolos (hilang). Kajian ini menggunakan pendekatan dimana perubahan cadangan karbon diukur pada dua titik waktu yang mengalami perubahan tutupan lahan yaitu tahun 2005 dan 2016.

5. Pendataan

Data primer diperoleh dengan melakukan observasi langsung di lapang dan wawancara dengan aparat pemerintah maupun masyarakat secara langsung sedangkan data sekunder fakta fisik wilayah dan lainnya diperoleh dari peta-peta tematik yang bersumber dari Bappeda Kabupaten Banyumas, baik data tahun 2005 maupun data tahun 2016.

6. Pengelolaan Data

Pengolahan data dikelompokkan menjadi pengolahan data citra dan penghitungan emisi karbon. Citra terestrial Kabupaten Banyumas, diolah dari alokasi penggunaan tanah tahun 2005 dan tahun 2016. Pengolahan data citra dengan menggunakan software ArcGIS dengan mengoverlay citra tahun yang berbeda sehingga diperoleh delta perubahan penggunaan tanah.

Estimasi besaran karbon di Kabupaten Banyumas dihitung melalui pendekatan REL dengan Hystorical Based menggunakan tetapan besaran emisi yang telah terjadi untuk memprediksi sejarah emisi di masa lalu menurut (IPPC, 2003 dan 2006). Sejarah emisi disintesis dari data perubahan penutupan lahan sehingga proyeksi emisi karbon dimasa mendatang ini merupakan fungsi lanjutan dari sejarah emisi di Kabupaten Banyumas.

Adapun karakter pendekatan ini antara lain: (a) menggunakan data sejarahutupan lahan di kurun waktu 2005 – 2016, (b) menggunakan tool berbasis GIS dalam melakukan analisisnya, (c) teknik aplikasinya sederhana, sehingga mudah dipahami oleh siapapun penggunaanya, (d) penghitungan relatif bebas, tidak terikat oleh alokasi penggunaan lahan RTH dalam RTRW, dan (e) penghitungan karbon tidak mempertimbangkan hubungan dan dampak dari berbagai faktor yang mempengaruhi atau

memicu perubahanutupan lahan dimasa depan.

Penghitungan karbon dengan memanfaatkan formula IPCC (2006), yaitu :

- 1) Biomassa dihitung dari luasan eksisting perubahan (ha) dengan menggunakan tetapan seperti tertera pada Tabel-1, yang dinyatakan dalam ton/ha;
- 2) Cadangan karbon, dihitung dari besaran nilai Biomassa dengan menggunakan rumus : Cadangan karbon = Besaran Biomassa x 0,5 yang dinyatakan dalam ton/ha;
- 3) Penghitungan serapan emisi karbon (CO₂) = Besaran karbon tersimpan x 3,67 dalam ton/ha/tahun.

7. Analisis Data

Analisis dilakukan secara spasial, yang menggambarkan potensi besaran nilai karbon dari proyeksi delta perubahan penggunaan lahan terestrial. Aplikasi analisisnya dikaitkan dengan wilayah administrasi pemerintahan dan fakta fisik wilayahnya.

HASIL PEMBAHASAN

1. Analisis Perubahan Tutupan Lahan

Berdasarkan hasil analisa perubahanutupan lahan di Kabupaten Banyumas dari tahun 2005 – 2016 (Tabel 2) terlihat kecenderungan penurunan areal bervegetasi diluar ruang terbangun.

Tabel 2. Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2005 – 2016 di Kabupaten Banyumas

No	Tutupan Lahan	2005 (Ha)	2016 (Ha)	Perubahan LC	Penambahan (+) Pengurangan (-)
1	Hutan Lahan Kering primer	0.015	0	-0.015	Berkurang
2	Hutan Lahan Kering Sekunder	7.623,03	7.255,32	-367,706	Berkurang
3	Hutan Tanaman	38.279,25	38.434,36	155,107	Berkurang
4	Permukiman	16.916,76	20.006,48	3089,72	Berkurang
5	Pertambangan	35,43	35,445	0,015	Berkurang
6	Pertanian Lahan Kering	3.778,22	3.778,22	0	Tetap
7	Pertanian Lahan Kering Campur	45.831,06	46.949,04	1117,983	Bertambah
8	Sawah	25.666,20	21.657,39	-4008,805	Bertambah
9	Semak Belukar	0	13,73	13,727	Bertambah
10	Tubuh Air	729,894	729,89	0	Tetap

Sumber : BAPLAN (2017)

Berdasarkan hasil kajian diketahui bahwa tutupan lahan yang paling besar mengalami perubahan luasannya adalah sawah. Pada tahun 2005 – 2016, luas sawah berkurang dari 25.666,195 ha menjadi 21.657,39 ha. Hal ini berarti total penurunan dari tahun 2005 ke 2016 adalah sebesar 4008,805 ha atau 15,62% dari luas

sawah sebelumnya. Pengurangan lahan sawah disebabkan karena adanya alih fungsi sawah ke permukiman sebesar 3089,694 ha dan pertanian lahan kering campur semak sebesar 919,111 ha. Alih fungsi lahan selengkapnya dapat dilihat pada matriks berikut ini

Tabel 3. Matrix Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2005-2016 di Kabupaten Banyumas

Penutup lahan	2016									Total (ha)
	HS	Ht	Pm	Tb	Pt	Pc	Sw	B	A	
Hp				0.015						0.015
Hs	7255.324	353.979						13.727		7623.03
Ht		38080.38				198.872				38279.25
Pm			16916.79							16916.79
Tb				35.43						35.43
Pt					3778.224					3778.224
Pc						45831.06				45831.06
Sw			3089.694			919.111	21657.39			25666.2
A									729.894	729.894
Total (ha)	7255.324	38434.36	20056.48	35.445	3778.224	46949.04	21657.39	13.727	729.894	138859.9

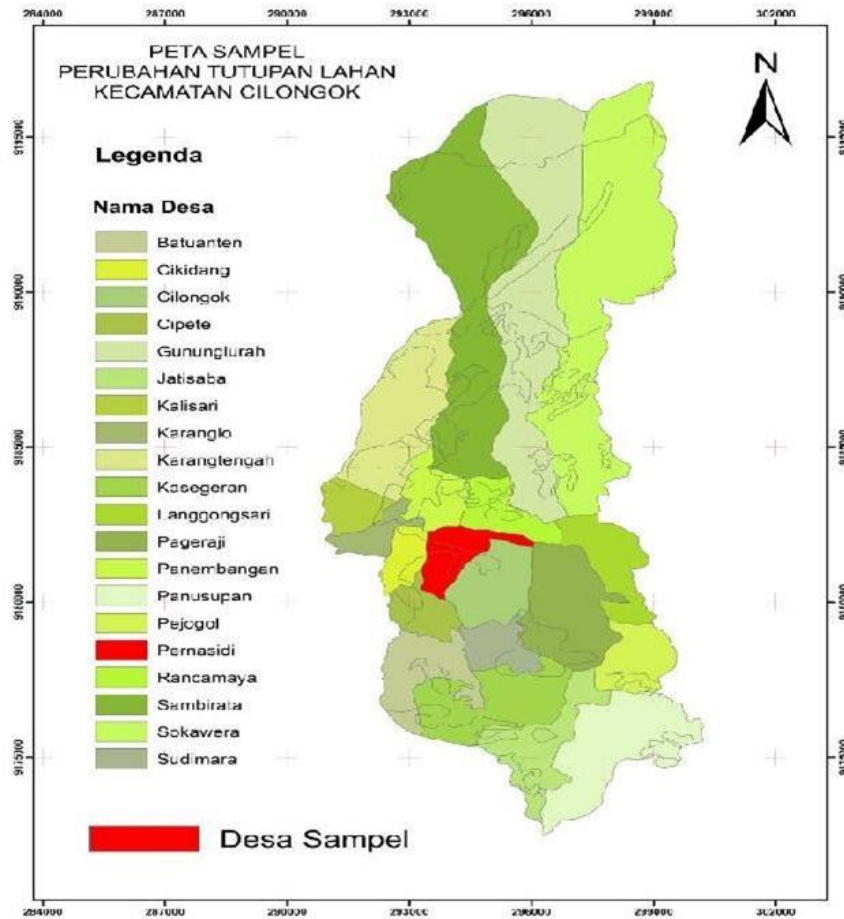
Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Hp	= Hutan Lahan Kering Primer	Pt	= Pertanian Lahan Kering
Hs	= Hutan Lahan Kering Sekunder	Pc	= Pertanian Lahan Kering campur semak
	= Hutan tanaman	Sw	= Sawah
Pm	= Permukiman	B	= Semak belukar
Tb	= Pertambangan	A	= Tubuh air

Diketahui dari analisis perubahan tutupan lahan antara tahun 2005 – 2016, perubahan areal bervegetasi diluar ruang terbangun terjadi pada hutan lahan kering sekunder sebesar 367,706 ha yang mengalami penurunan luas lahan seluas 353,979 ha menjadi hutan tanaman dan semak belukar seluas 13,727 ha yang sebelumnya tidak ada. Areal hutan lahan kering primer juga mengalami perubahan menjadi areal pertambangan seluas 0,015 ha.

Kejadian yang sebaliknya terjadi pada areal hutan tanaman, permukiman, pertambangan dan semak belukar, masing - masing areal tersebut mengalami peningkatan luas. Peningkatan luas area yang cukup signifikan terjadi pada areal permukiman. Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa

peningkatan areal permukiman berasal dari perubahan alih fungsi lahan sawah. Berdasarkan analisis peta, lokasi areal sawah yang paling banyak terkonversi menjadi areal terbangun berada pada kecamatan Cilongok. Meningkatnya areal terbangun di kecamatan Cilongok dikarenakan adanya kebutuhan akan pemukiman. Hal ini dapat dilihat dari data sensus penduduk memiliki jumlah penduduk yang terbanyak yaitu 110.509 jiwa (BPS, 2016). Dan menurut survey lapangan ke Kabupaten Banyumas, dari 20 desa yang ada di Kecamatan Cilongok, didapati sampel bahwa Desa Pernasidi menjadi Desa yang memiliki perubahan tutupan lahan di Kecamatan Cilongok seperti dalam gambar – gambar berikut dibawah ini.



Gambar 2. Peta Sampel Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Cilongok



Gambar 3. Contoh Perubahan Pertanian Lahan Kering Menjadi Areal Terbangun di Desa Pernasidi-Kecamatan Cilongok



Gambar 4. Contoh Perubahan Pertanian Lahan Kering Menjadi Areal Terbangun di Desa Pernasidi – Kecamatan Cilongok

Hasil dari konversi lahan ini mengakibatkan luasan areal terbangun antara tahun 2005 – 2016 meningkat total seluas 3089,694 ha menjadi 20.006,481 ha. Alih fungsi lahan sawah ini cukup menjadi perhatian pemerintah daerah setempat. Hal ini dikarenakan areal sawah yang berada di Kabupaten Banyumas memiliki kualitas kesesuaian lahan yang sangat baik yaitu antara S1 dan S2. Oleh karena itu untuk mempertahankan areal sawah tersebut dikeluarkan peraturan daerah mengenai penetapan lahan pertanian pangan berkelanjutan. Dengan dikeluarkan peraturan daerah setempat diharapkan areal sawah yang khususnya memiliki kualitas kesesuaian lahan S1 tidak beralih fungsi keareal lahan lainnya. Kelas tutupan lahan yang relatif tetap atau tidak mengalami perubahan dari tahun 2005 ke 2016 adalah areal pertanian lahan kering dan tubuh air.

2. Penilaian Cadangan Karbon, Emisi dan Sequestrasi yang Dihasilkan dari Perubahan Tutupan Lahan

Cadangan karbon pada suatu lanskap bervariasi sesuai dengan tegakan penyusun

lanskap tersebut. berdasarkan IPCC (2003, 2006), tutupan lahan di Kabupaten Banyumas memiliki biomasa bervariasi dari 204,92 – 14 ton/ha dimana permukiman, pertambangan dan tubuh air memiliki nilai terendah (14 ton/ha). Sedangkan biomasa tertinggi terdapat pada hutan lahan kering primer yaitu 204,92 ton/ha. Biomasa tersebut merupakan potensi cadangan karbon dimana stok karbon permukaan pada berbagai penutupan lahan di Kabupaten Banyumas diasumsikan fraksi karbon sebesar 0,5 C.

Berdasarkan hasil kajian simpanan karbon pada tahun 2005 Kabupaten Banyumas memiliki total cadangan karbon sebesar 4.512.006,20 ton, sedangkan pada tahun 2016, Kabupaten Banyumas memiliki total cadangan karbon sebesar 4.508.641,37 ton.

Tabel 4. Cadangan Karbon Pada Tiap Tutupan Lahan tahun 2005

No	Tutupan Lahan	Luas (ha)	Tetapan Biomasa (ton/ha)	Besaran Biomasa (ton)	Cadangan Karbon (ton)
1	Hutan Lahan Kering Primer	0,015	204,92	3,07	1,54
2	Hutan Lahan Kering Sekunder	7.623,03	171,80	1.309.636,55	654.818,28
3	Hutan Tanaman	38.279,25	91,20	3.491.067,96	1.745.533,98
4	Permukiman	16.916,79	14	236.835,00	118.417,50
5	Pertambangan	35,43	14	496,02	248,01
6	Tubuh Air	729,89	14	10.218,52	5.109,26
7	Pertanian Lahan Kering	3.778,22	70	264.475,68	132.237,84
8	Pertanian Lahan Kering Campur Semak	45.831,06	70	3.208.174,20	1.604.087,10
9	Sawah	25.666,20	20	513.323,90	256.661,95
Total					4.512.006,20

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Tabel 5. Cadangan Karbon Pada Tiap Tutupan Lahan Kabupaten Banyumas Tahun 2016

No	Tutupan Lahan	Luas (ha)	Tetapan Biomasa (ton/ha)	Besaran Biomasa (ton)	Cadangan Karbon (ton)
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	7.255,32	171,80	1.246.464,66	3.232,33
2	Hutan Tanaman	38.434,36	91,20	3.505.213,72	1.752.606,86
3	Semak Belukar	13,73	70	960,89	480,45
4	Permukiman	20.006,48	14	280.090,73	140.045,37
5	Pertambangan	35,45	14	496,23	248,12
6	Tubuh Air	729,89	14	10.218,52	5.109,26
7	Pertanian Lahan Kering	3.778,22	70	264.475,68	132.237,84
8	Pertanian Lahan Kering Campur Semak	46.949,04	70	3.286.433,01	1.643.216,51
9	Sawah	21.657,39	20	433.147,80	216.573,90
Total					4.508.641,37

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Dengan melihat perubahan luasan tutupan lahan dengan nilai cadangan karbon tahun 2005-2016, maka nilai total perubahan cadangan karbon di Kabupaten Banyumas dari tahun 2005 ke 2016 sebesar -3.364,83 ton seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 6. Nilai Cadangan Karbon Perubahan Tutupan Lahan Kabupaten Banyumas Tahun 2005-2016

No	Perubahan Tutupan Lahan Tahun (2000-2011)	Luas (ha)	Tetapan Biomasa (ton/ha)	Besaran Biomasa (ton)	Cadangan Karbon (ton)
1	Hutan Lahan Kering Primer	-0,015	204,92	-3,07	-1,54
2	Hutan Lahan Kering Sekunder	-367,71	171,80	-63.171,89	-31.585,95
3	HutanTanaman	155,11	91,20	14.145,76	7.072,88
4	Semak Belukar	13,73	70,00	960,89	480,45
5	Pemukiman	3.089,70	14,00	43.255,73	21.627,87
6	Pertambangan	0,02	14,00	0,21	0,11
7	TubuhAir	-	-	-	-
8	Pertanian Lahan Kering	-	70,00	-	-
9	Pertanian Lahan Kering Campur Semak	1.117,98	70,00	78.258,81	39.129,41
10	Sawah	-4.008,81	20,00	-80.176,10	-40.088,05
Total					-3.364,83

Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

3. Penilaian Serapan Karbon

Dengan menggunakan perbandingan massa molekul relatif CO₂ (44) dan masa atom relatif C (12), maka serapan CO₂

adalah 3,67 x cadangan karbon. Sehingga serapan CO₂ berupa potensi emisi maupun sekuestrasi pada tahun 2005-2016, dapat dilihat pada tabel 7

Tabel 7. Nilai Serapan Karbon Perubahan Tutupan Lahan Kabupaten Banyumas Tahun 2005-2016

No	Perubahan Tutupan Lahan Tahun (2000-2011)	Cadangan Karbon (ton)	Serapan CO ₂ eq (ton)	Keterangan
1	Hutan Lahan Kering Primer	-1,54	-5,64	Emisi
2	Hutan Lahan Kering Sekunder	-31.585,95	-115.920,42	Emisi
3	HutanTanaman	7.072,88	25.957,47	Sekuestrasi
4	Semak Belukar	480,45	1.763,23	Sekuestrasi
5	Pemukiman	21.627,87	79.374,26	Sekuestrasi
6	Pertambangan	0,11	0,39	Sekuestrasi
7	TubuhAir	-	-	-
8	Pertanian Lahan Kering	-	-	-
9	Pertanian Lahan Kering Campur Semak	39.129,41	143.604,92	Sekuestrasi
10	Sawah	-40.088,05	-147.123,14	Emisi
Total		-3.364,83	-12.348,94	

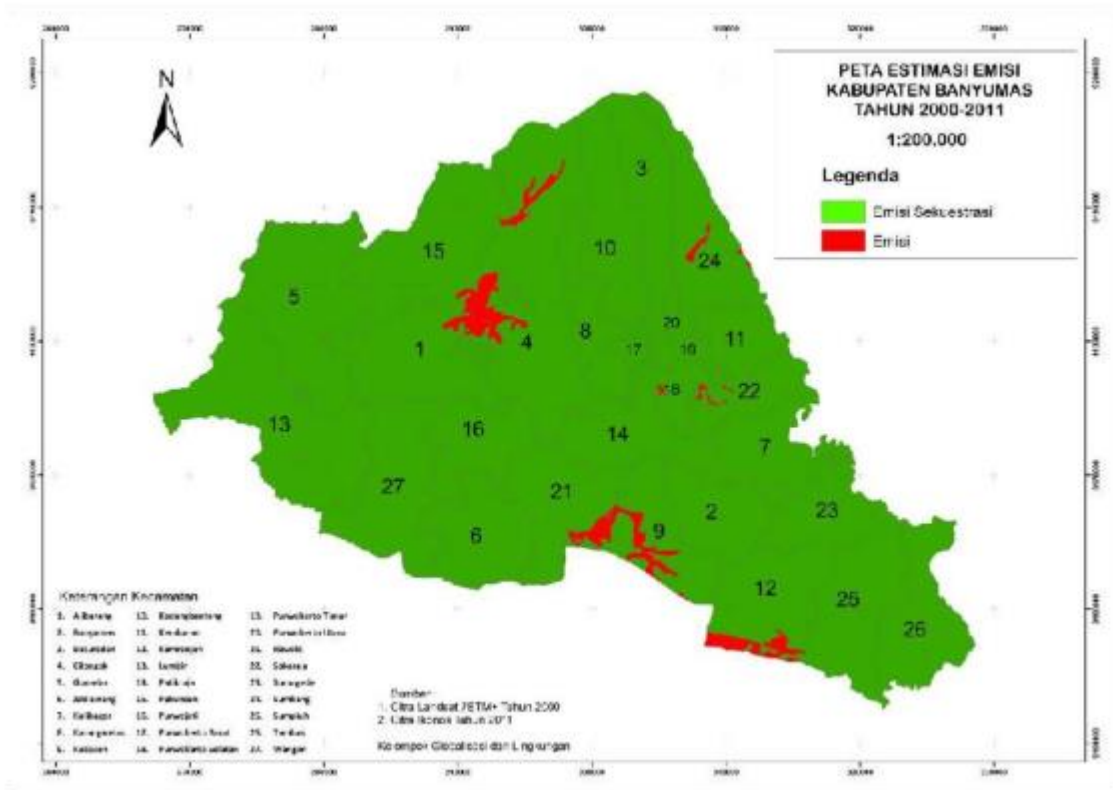
Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa selama dua belas tahun terakhir terdapat kecenderungan yang terus menurun terhadap cadangan karbon di Kabupaten Banyumas yaitu sebesar 12.348,94 ton CO₂eq antara tahun 2005 – 2016. Meskipun ada

beberapa jenis tutupan lahan mengalami sekuestrasi seperti hutan tanaman, semak belukar, dan pertanian kering lahan campur, tetapi penambahan emisi masih lebih mendominasi tutupan lahan di Kabupaten Banyumas. Penyumbang emisi terbesar

didapat dari perubahan tutupan hutan lahan kering primer sebanyak 5,64 ton CO₂eq, hutan lahan kering sekunder 115.920,42 ton

CO₂eq dan sawah sebanyak 147.123,14 ton CO₂eq.



Gambar 5. Peta Estimasi Emisi Kabupaten Banyumas tahun 2005-2016

Pada gambar 5 terlihat bahwa di Kabupaten Banyumas terdapat beberapa kecamatan yang menyumbang emisi CO₂. Kecamatan Cilongok, Kemranjen dan Kebasen adalah kecamatan yang paling banyak menyumbang emisi CO₂. Disusul oleh Kecamatan Ajibarang, Pekuncen, Sumbang dan Sokaraja. Kemudian sedikit emisi yang ada di daerah Purwokerto bagian Selatan dikarenakan luas wilayah yang kecil. Temuan ini penting artinya dalam menentukan sasaran

4. Mitigasi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca

Upaya-upaya yang perlu dilakukan oleh Pemerintah Kabupaten Banyumas guna mengatasi degradasi lahan yang disebabkan oleh perubahan tutupan lahan yang berpotensi menghasilkan emisi adalah sebagai berikut :

a. Kebijakan

Pemerintah Kabupaten Banyumas telah membentuk Tim Teknis Perlindungan Lapisan Ozon Daerah di Kabupaten Banyumas dengan Keputusan Bupati Banyumas Nomor 660.1/117/2016. Rencana Aksi Daerah (RAD) pengurangan emisi GRK sampai saat ini masih pada tahap penyusunan draft yang masih memerlukan kajian lebih lanjut dari pemerintah setempat. Sebaiknya Rencana Aksi Daerah tersebut segera ditetapkan sehingga dapat segera direalisasikan untuk mengantisipasi emisi GRK.

b. Sosialisasi

Upaya dalam rangka mitigasi penurunan emisi GRK sebenarnya telah dilakukan pemerintah Kabupaten Banyumas. Beberapa hal yang dihimbau dan disosialisasikan oleh pemereintah daerah setempat yaitu:

1) Hemat energi (antara lain: penggunaan lampu hemat energi)

- Energi terbarukan (air, panas bumi, panas matahari, PLTMH dan PLTS)
- Energi alternatif (sumber energi lain biomassa: sampah rumah tangga, cangkang kelapa, sekam padi, jerami, biogas : gas methan dari kotoran ternak).
- Aforestasi (usaha reboisasi pada lahan yang dahulunya tidak ada hutan).
- Reforestasi (usaha reboisasi pada lahan yang dulunya ada hutan, namun sudah rusak karena penebangan).
- Avoiding deforestasi (pencegahan perusakan pada hutan yang masih ada).
- Penggunaan tanaman yang tahan kekeringan/adaptasi (tanaman Jati dan Akasia).
- Pengaturan sistem irigasi pertanian terpadu (P3A Dharma Tirta).
- Pembuatan jalur khusus sepeda dan penerapan Car Free Day di jalan Protokol Purwokerto.

2) Program aksi lapang

Pemerintah Kabupaten Banyumas (beberapa SKPD terkait) sering melaksanakan koordinasi dalam rangka pengendalian kerusakan lingkungan, dengan melakukan koordinasi, pemantauan bersama, peneguran dan penindakan kepada masyarakat

c. Pemulihan ekosistem hutan

1) Kebijakan

- Pengendalian kebakaran hutan dan lahan;
Kementerian dan lembaga pemerintah yang representatif melakukan upaya sungguh –sungguh dalam melakukan pengendalian kebakaran dan hutan dengan terbitnya Peraturan Presiden No. 16 tahun 2016 tentang Peningkatan Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan. Contohnya Kementerian Kehutanan dengan mengalokasikan anggaran tahunan untuk pemeliharaan hutan. Kementerian Negara

Riset dan Teknologi yang bertanggung jawab sebagai penyedia teknologi untuk meningkatkan pengendalian kebakaran hutan dan lahan dan sebagainya..

- Moratorium penebangan hutan;
 - Kementerian Kehutanan telah membuat peraturan tentang penggunaan lahan dan pemanfaatan kayu di hutan Indonesia guna mencegah kerusakan hutan Indonesia
 - Penetapan kawasan lindung;
 - Pemetaan kriteria kerusakan tanah untuk produksi biomassa;
 - Penetapan kawasan lindung di luar kawasan hutan dengan fisiografi seperti hutan lindung.
- 2) Peningkatan ekonomi dan peran serta masyarakat
- Rehabilitasi hutan dan lahan
 - Pengelolaan hutan bersama masyarakat (PHBM)
 - Reboisasi
 - Preventif patroli keamanan petugas dan masyarakat
 - Pendampingan pengelolaan SDA oleh LSM/NGO dan pramuka
- 3) Kearifan lokal
- Penanaman lahan kritis dan konservasi di sekitar mata air/sumber air di kawasan perlindungan setempat; dan
 - Pemadaman kebakaran hutan.
- 4) Program aksi lapang
- Pengelolaan hutan bersama masyarakat;
 - Kegiatan fasilitasi bantuan bibit tanaman tahunan sebanyak 5.000 batang di kecamatan jatilawang, patikraja dan cilongok;
 - Kegiatan peringatan hari air, hari bumi, hari keanekaragaman hayati dan hari lingkungan hidup.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat perubahan tutupan lahan di Kabupaten Banyumas selama 12 tahun (2005-2016).
2. Perubahan terbesar adalah berkurangnya areal sawah sebesar 4008,805 ha atau 15,62% dari luas sawah sebelumnya. Hasil dari konversi lahan ini mengakibatkan luasan areal ruang terbangun antara tahun 2005-2016 meningkat total seluas 3089,694 ha menjadi 20.006,481 ha.
3. Selama tahun 2005 sampai 2016 terdapat kecenderungan yang terus menurun terhadap cadangan karbon sebesar 3.364,83 ton carbon atau 2.348,94 ton C02eq. Hal ini berarti secara keseluruhan perubahan tutupan lahan di Kabupaten Banyumas menyumbangkan emisi karbon setiap tahunnya sebesar 0,08085 ton/ha/tahun.
4. Upaya mitigasi yang perlu dilakukan untuk penurunan emisi gas rumah kaca antara lain adalah reboisasi dan upaya pencegahan perusakan pada hutan yang masih ada. Hal ini disamping meningkatkan cadangan karbon juga dapat menyerap CO2 di udara.

DAFTAR PUSTAKA

Delaney, M., (1999). Field test of carbon monitoring methods for agroforestry in the Philippines. Dalam : Field tests of carbon monitoring methods in forestry projects. Forest Carbon Monitoring Program, Winrock International, Airlington, VA, USA.

Natural Resources Development Center,. (2013). Modul Komite Nasional Perubahan Iklim. 2013. Jakarta: NRDC.

Peraturan Gubernur Provinsi Jawa Tengah Nomor 43 Tahun 2012 “Tentang Rencana Aksi Daerah Penurunan emisi GRK Provinsi Jawa Tengah”

Peraturan Presiden No.71 tahun,. (2016) tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) Nasional