



ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN LAHAN PERTANIAN TERHADAP BEBAN PENCEMARAN LIMBAH PERTANIAN MENGGUNAKAN MODEL PLOAD (STUDI KASUS: DAS GARANG)

Carolina Raras Ajeng Daniswara ¹*, Arya Rezagama ²** , Sariffuddin ³***

¹) Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

*Email: carolinaclara1006@gmail.com

²) Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

³) Departemen Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Abstrak

Berdasarkan hasil pemantauan yang pernah dilakukan oleh Direktorat Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial bahwa DAS Garang adalah salah satu DAS terkritis dari 108 DAS yang tergolong sangat kritis di Indonesia. Perubahan pola pemanfaatan lahan menjadi lahan pertanian, tegalan dan permukiman serta meningkatnya aktivitas akan memberikan dampak terhadap kondisi hidrologis DAS Garang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai beban pencemaran limbah pertanian (sawah) berdasarkan perubahan lahan pertanian (sawah) tahun 2006, 2012 dan 2017 di DAS Garang. Parameter yang dianalisis yaitu Nitrat dan Fosfat. Estimasi perhitungan beban polutan untuk daerah aliran sungai pada penelitian ini menggunakan aplikasi BASINS dengan model PLOAD (*Pollutant Loading Estimator*). Hasil penelitian menunjukkan keterkaitan perubahan luas lahan terhadap nilai beban pencemaran yang dihasilkan. Pada tahun 2006 hingga 2017 mengalami penurunan beban pencemaran nitrat dan fosfat pertanian (sawah). Tahun 2012 hingga tahun 2017 tidak mengalami penurunan beban pencemaran nitrat dan fosfat yang besar dikarenakan penurunan lahan pertanian pada tahun 2012 hingga 2017 tidak mengalami penurunan yang besar. Sedangkan tahun 2006 hingga 2012 mengalami penurunan lahan pertanian (sawah) yang cukup besar sehingga perubahan nilai beban pencemaran juga mengalami penurunan yang besar.

Kata kunci: beban pencemaran, perubahan lahan, PLOAD, lahan pertanian, DAS Garang

Abstract

[Analysis the Effect of Agriculture Land Changes on the Agriculture Wastewater Pollution Load Using PLOAD Model (Case Study: Garang Watershed)] Based on the results of monitoring conducted by the Directorate of Land Rehabilitation and Social Forestry, Garang watershed is one of the most critical watersheds out of 108 watersheds classified as very critical in Indonesia. Changes in the pattern of land use into agricultural land, moor, and settlements and increased activity will have an impact on Garang watershed hydrological conditions. This study aims to determine the value of the load of agricultural (rice fields) waste pollution based on changes in agricultural (rice fields) land in 2006, 2012, and 2017 in Garang watershed. Parameters analyzed were Nitrate and Phosphate. Estimation of the calculation pollutant load for the watershed in this study used BASINS with PLOAD (Pollutant Loading Estimator) model. The results of the study show the relationship of changes in land area to the value of the pollution load produced. In 2006 to 2017 there was a decrease in the load of agricultural (rice fields) nitrate and phosphate pollution. Year 2012 to 2017 did not experience a large decrease in nitrate and phosphate pollution due to the decline in agricultural land in 2012 to 2017 not being very large. Whereas in 2006 to 2012 there was a significant decline in agricultural (rice fields) land so that changes in the value of pollution loads also experienced a large decline.

Keywords: pollution load, land changes, PLOAD, agricultural land, Garang watershed

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai daerah tangkapan air mempunyai peranan yang penting dalam menyediakan kebutuhan air bagi manusia^[1]. Lebih dari itu, DAS berperan penting dalam menjaga lingkungan termasuk menjaga kualitas air, mencegah banjir dan kekeringan saat musim hujan dan kemarau, mengurangi aliran massa (tanah) dari hulu ke hilir^[1]. Fungsi penting DAS bagi kehidupan saat ini terancam oleh berbagai persoalan seperti penggunaan lahan yang telah melampaui kemampuannya dengan ditandai adanya kegiatan usaha tani dan pembangunan permukiman pada semua kelas kemiringan lahan, meningkatnya kebutuhan air tanah, meningkatnya erosi dan sedimentasi, aliran permukaan dan tekanan penduduk dilahan pertanian yang semakin meningkat^[2].

Berdasarkan hasil pemantauan yang pernah dilakukan oleh Direktorat Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial bahwa DAS Garang adalah salah satu DAS terkritis dari 108 DAS yang tergolong sangat kritis di Indonesia. DAS Garang telah mengalami gangguan atau kemunduran kualitas ekosistem dan lingkungannya^[2]. Berbagai aktivitas penggunaan lahan di wilayah DAS Garang seperti aktivitas pertanian atau kegiatan tani untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat diperkirakan telah mempengaruhi kualitas air DAS Garang. Penggunaan lahan, sebagai representasi dari aktivitas manusia, merupakan penghasil limbah yang selanjutnya berpengaruh terhadap kualitas air sungai^[3].

Secara empiris sawah merupakan lahan pertanian yang paling rentan terhadap alih fungsi lahan. Daerah persawahan banyak yang lokasinya berdekatan dengan daerah perkotaan, infrastruktur wilayah persawahan pada umumnya lebih baik dari pada wilayah lahan kering, juga pembangunan prasarana dan sarana industry, pemukiman dan lainnya cenderung berlangsung cepat di wilayah dengan topografi yang datar, dimana dengan topografi tersebut (terutama di Pulau Jawa) ekosistem pertanian di dominasi oleh areal persawahan^[9].

Masalah yang sering muncul pada saat pengambilan keputusan dalam hal pengelolaan sumber-sumber pencemar serta pengelolaan pemanfaatan lahan di sekitar sungai adalah di mana beban pencemaran itu harus diturunkan, dari aktivitas apa dan berapa besarnya^[4]. BASINS adalah sebuah sistem analisis lingkungan yang dirancang untuk melakukan penelitian berbasis DAS dan kualitas air. BASINS mengintegrasikan data lingkungan, alat analisis, dan program pemodelan di dalam sebuah Geographic Information System (GIS) lingkungan untuk mendukung pengembangan solusi untuk masalah-masalah pengelolaan daerah aliran sungai dan perlindungan

lingkungan. The BASINS Pollutant Loading Estimator (PLOAD) yang merupakan model berbasis GIS yang disederhanakan untuk menghitung beban pencemaran untuk daerah aliran sungai (DAS)^[5]. Tujuan dari penelitian ini yakni untuk melihat perubahan lahan pertanian yang terjadi di DAS Garang dalam kurun waktu tertentu dan menganalisis nilai beban pencemaran limbah pertanian (sawah) yakni nitrat dan fosfat dengan menggunakan aplikasi BASINS Pollutant Loading Estimator (PLOAD).

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di DAS Garang yang meliputi 3 Kabupaten yakni Kabupaten Semarang, Kabupaten Kendal dan Kota Semarang.

Data yang dibutuhkan yakni data sekunder meliputi data GIS tutupan lahan pertanian (sawah) tahun 2006, 2012 dan tahun 2017 yang didapat dari hasil digitasi, data curah hujan dan data EMCs dan impervious factor untuk lahan pertanian (sawah). Data sekunder bersumber dari intansi terkait dan studi literatur. Data sekunder tersebut digunakan untuk memodelkan nilai beban pencemaran dengan menggunakan PLOAD. Data curah hujan tahunan dihitung dengan menggunakan persamaan Aritmatik dari 3 stasiun pemantau di kawasan DAS Garang yaitu stasiun hujan Bendung Sigotek, Kalisari dan Gunungpati, sehingga didapati curah hujan rata-rata (mm) yang diubah menjadi (inch). Data EMCs dan impervious faktor spesifik di wilayah studi tidak tersedia sehingga menggunakan data dari literatur yang direkomendasikan oleh PLOAD.

Tabel 4.1 Input Nilai *Impervious Factor*

No	Penggunaan Lahan	Impervious (%)
1	Multi-Family Residential	25
2	Institusional	80
3	Industrial	80
4	Agriculture/Crops land/Pasture land	2
5	Forest/Open Space	2
6	Water/Wateland	100

Sumber : [8]

Tabel 2. Input Nilai Event Mean Concentrations (EMCs)

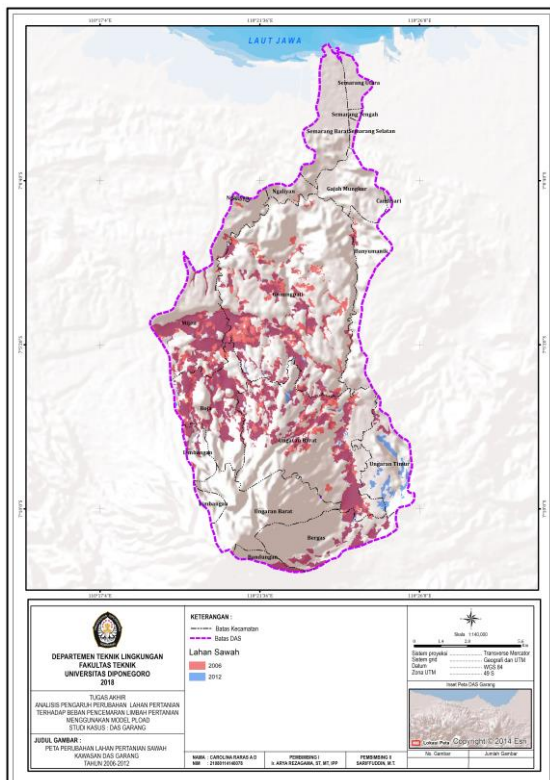
No	Land Use	EMC (mg/L, F.Coliform Count/100mL)					
		BOD ₁	COD ₂	Fosfat ₁	Nitrat ₂	Cu ¹	F.Coliform ₁
1	Multi-Family Residential	15	63,1	0,4	0,8	0,03	8700
2	Institusional	10	56,7	0,3	0,7	0,01	1400
3	Industrial	14	74	0,3	1	0,02	2300
4	Agriculture/Crop land/Pasture land	4,2	29,7	0,2	0,4	0,005	1400
5	Forest/Open Space	5	30,7	0,1	0,4	0	500
6	Water/Wateland	5	29,4	0,1	0,4	0	500

Sumber : [8]

Metode Perhitungan “Simple Method” pada PLOAD dipilih sebagai metode untuk perhitungan estimasi beban pencemaran di DAS Garang. Metode *Simple Method* memperhitungkan pengaruh presipitasi dalam perhitungan. *Simple Method* memiliki dua persamaan yang dipakai untuk menghitung beban pencemaran pada setiap jenis polutan yang ditentukan. Pertama, koefisien runoff untuk setiap jenis penggunaan lahan harus diturunkan mengacu dari persamaan koefisien runoff dan kemudian beban pencemaran dihitung dengan persamaan perhitungan beban pencemaran^[5].

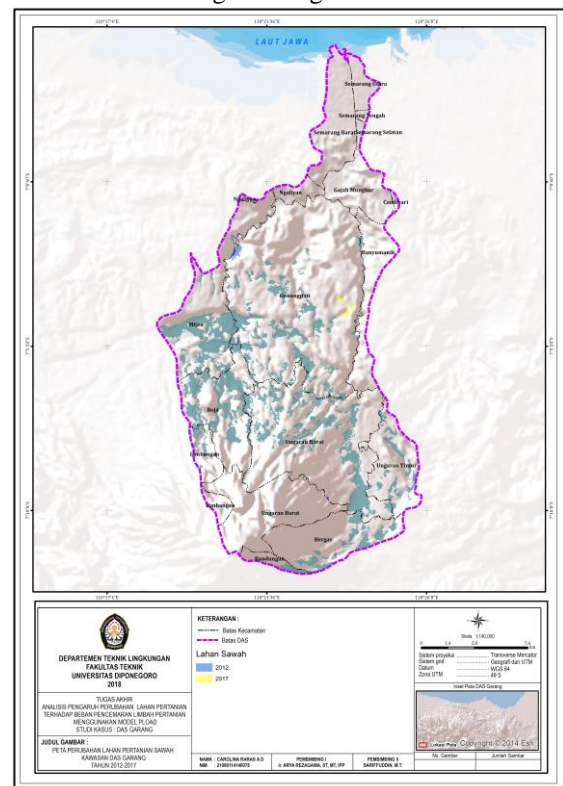
HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta lahan pertanian (sawah) tahun 2006 hingga 2012 dan tahun 2012 hingga 2017 menunjukkan perubahan luas lahan pertanian (sawah).



Gambar 1. Peta Perubahan Lahan Pertanian Kawasan DAS Garang Tahun 2006-2012

Merujuk pada gambar 1. Peta perubahan lahan pertanian kawasan DAS Garang Tahun 2006-2012, pada tahun 2006 lahan pertanian (sawah) di kawasan DAS Garang memiliki total luas 4134,04 Ha sedangkan pada tahun 2012 memiliki total luas lahan pertanian (sawah) 3000,56 Ha. Dapat dilihat melalui tabel 3. Perubahan Luas Lahan Pertanian Tahun 2006-2017 bahwa jumlah lahan pertanian tahun 2006-2012 mengalami penurunan jumlah lahan pertanian seluas 1.133,48 Ha, dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2006 di kawasan DAS Garang memiliki lahan pertanian (sawah) yang lebih luas dibandingkan dengan tahun 2012.



Gambar 2. Peta Perubahan Lahan Pertanian Kawasan DAS Garang Tahun 2012-2017

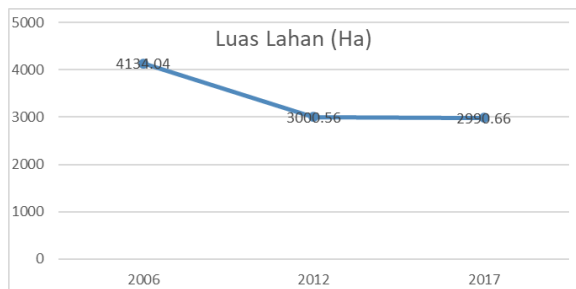
Pada tahun 2012 lahan pertanian (sawah) di kawasan DAS Garang memiliki total luas 3000,56 Ha sedangkan pada tahun 2017 memiliki total luas lahan pertanian (sawah) 2990,66 Ha. Melalui tabel 3. Perubahan Luas Lahan Pertanian di Kecamatan Kawasan DAS Garang Tahun 2006-2017, bahwa jumlah lahan pertanian tahun 2006-2012 mengalami penurunan jumlah lahan pertanian seluas 9,90 Ha, dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2017 di kawasan DAS Garang memiliki lahan pertanian (sawah) yang lebih luas dibandingkan dengan tahun 2012.

Tabel 3. Perubahan Luas Lahan Pertanian Per Kecamatan Tahun 2006-2017

No	Kabupaten	Kecamatan	Luas Lahan Sawah (Ha)			Tahun 2006-2012 (Ha)		Tahun 2012-2017 (Ha)		Persentase Perubahan Lahan (%)	
			Tahun 2006	Tahun 2012	Tahun 2017	Naik	Turun	Naik	Turun	Tahun 2006-2012	Tahun 2012-2017
1	Kendal	Limbangan	38.05	53.92	28.38	15.87	-	-	-	25.34	28
		Baja	607.78	499.75	534.26	-	168.03	34.51	-	-	-
2	Kota Semarang	Semarang Utara	0	0	0	-	-	-	-	-	-
		Semarang Tengah	0	0	0	-	-	-	-	-	-
		Semarang Selatan	0	0	0	-	-	-	-	-	-
		Semarang Barat	0	0	0	-	-	-	-	-	-
		Nglayan	4.6	0	0	-	4.6	-	-	-	100
		Mijen	733.49	546.6	547.59	-	186.89	0.99	-	-	23
		Gunung Pati	1298.35	688.74	689.05	-	609.61	0.32	-	-	45
		Gajah Mungkur	0	0	0	-	-	-	-	-	-
		Candian	0	0	0	-	-	-	-	-	-
		Banyuwani	16.45	9.06	6.66	-	7.39	-	-	2.4	45
3	Semarang	Ungaran	1117.14	935.74	932.27	-	181.4	2.53	-	-	16
		Sunwono	0	0	0	-	-	-	-	-	-
		Bergas	216.51	225.79	204.77	9.28	-	-	-	21.02	4
		Bawen	41.67	40.96	41.67	-	0.71	0.71	-	-	1.7
		Ambarawa	0	0	0	-	-	-	-	-	
Total			4134.04	3000.56	2990.66	25.15	1158.63	39.06	48.96		

Kecamatan Gunungpati mengalami penurunan luas lahan sawah 609,61 hektar pada tahun 2006 ke tahun 2012 hektar. Penurunan luas lahan sawah yang besar di Kecamatan Gunungpati tahun 2006 ke tahun 2012 ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Nurmakumala dan Iwan tentang Identifikasi alih fungsi lahan pertanian dan kondisi sosial ekonomi masyarakat daerah pinggiran di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. bahwa adanya konversi lahan dari sawah ke permukiman di Kecamatan Gunungpati dan bangunan pada periode tersebut. Di dukung adanya perkembangan kota hingga ke daerah pinggiran, pembangunan infrastruktur dan sarana pada kawasan yang dekat dengan kota dan kawasan pendidikan di Kecamatan Gunungpati.

Jumlah total lahan pertanian (sawah) dari tahun 2006 hingga tahun 2017 mengalami penurunan. Dapat digambarkan penurunan luas lahan pertanian (sawah) melalui grafik berikut :



Gambar 3. Peta Perubahan Lahan Pertanian Kawasan DAS Garang Tahun 2012-2017

Sumbu x pada grafik gambar 3. menunjukkan tahun sedangkan sumbu y menunjukkan hasil beban pencemaran. Pada tahun 2006 jumlah lahan pertanian (sawah) seluas 4134,04 Ha dan mengalami penurunan sebanyak 1133,48 Ha pada tahun 2012 dengan luas total menjadi 3000,56 Ha. Hingga tahun 2017 dari tahun 2012 mengalami penurunan yang tidak cukup signifikan sebanyak 9,90 Ha dengan total luas lahan pertanian (sawah) pada tahun 2017 sebesar 2990,66 Ha.

Penurunan jumlah lahan pertanian dari tahun 2012 ke 2017 tidak besar dikarenakan pemerintah telah menetapkan Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan

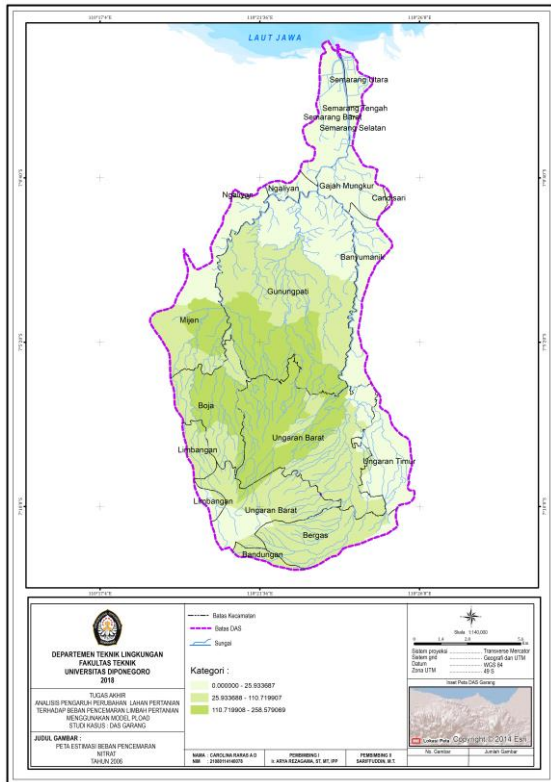
Pertanian Pangan Berkelanjutan, dalam rangka pengendalian alih fungsi lahan pertanian pangan. Pemberian insentif perlindungan LP2B lebih lanjut diatur dalam Peraturan Pemerintah RI Nomor 12 Tahun 2012 tentang Insentif Perlindungan Lahan Pertanian Berkelanjutan. Menurut Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian RI bahwa permasalahan lahan semakin kompleks dengan tingginya laju alih fungsi lahan pertanian ke lahan non pertanian, ditambah dengan potensi alih fungsi lahan sawah akibat dari penerapan RTRW oleh pemda kabupaten/kota yang kurang berpihak kepada pertanian. Pemerintah daerah menindaklanjuti dengan adanya Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 2 Tahun 2013 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan Provinsi Jawa Tengah.

Ketika sungai mengalir melalui lahan pertanian, sungai akan menampung limbah air hujan yang jatuh di lahan pertanian dan mengalir ke sungai yang membawa residu dari pupuk, pestisida^[6]. Dampak dari kegiatan pertanian akan menghasilkan limpasan, sedimen nitrat dan fosfat yang masuk ke badan air^[7].

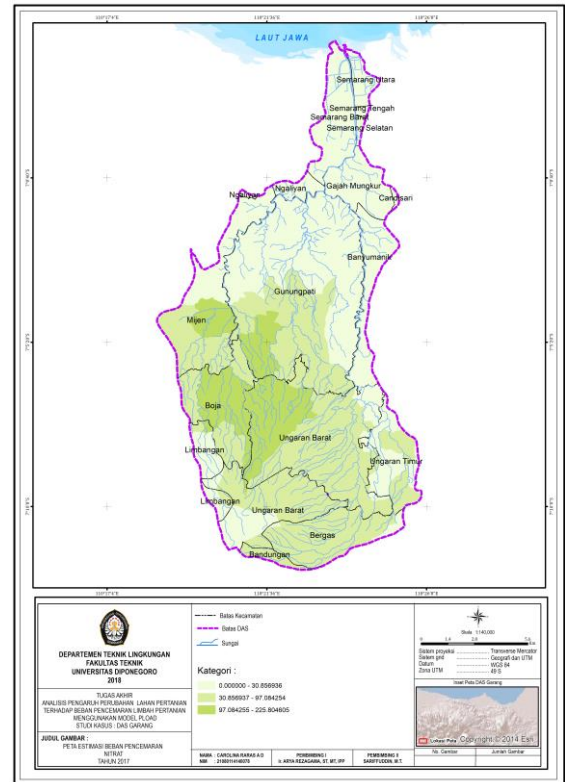
Berdasarkan data alokasi kebutuhan pupuk bersubsidi sektor pertanian di kabupaten semarang, bahwa penggunaan pupuk di kecamatan unggaran timur, unggaran barat, kecamatan bergas dan bawen memiliki total 2991.1 ton pada tahun 2016 dan 2678 ton pada tahun 2017 yang mencakup 5 jenis pupuk yakni pupuk urea, sp 36, npk, za dan organik. pupuk urea merupakan pupuk yang memiliki alokasi terbesar pada tahun 2016 (sebesar 64%) dibandingkan jenis pupuk lainnya yakni 1920 ton dan 2017 (sebesar 59%). Dari tahun 2016 ke 2017 alokasi kebutuhan pupuk di kabupaten semarang berkurang sebanyak 313.1 ton diikuti dengan semakin berkurangnya lahan pertanian sawah.

Model PLOAD digunakan untuk menghitung beban tahunan non point source berbasis GIS yang disederhanakan. Non point source atau beban memanjang merupakan polutan masuk ke badan air penerima melalui seluruh area atau sepanjang aliran sungai. Pertanian masuk kedalam non point source. Maka dari itu sangat berhubungan erat dengan kondisi guna lahan di daerah aliran sungai. Salah satu penanganan pola pencemarannya dengan menata kembali penggunaan lahan^[10].

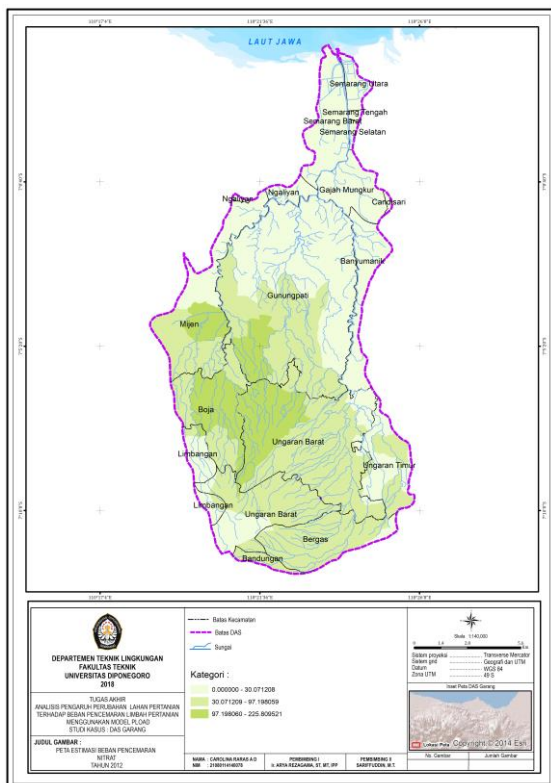
Hasil perhitungan menggunakan Model PLOAD menghasilkan beban pencemaran dengan satuan lbs/year, maka hasil di konversi ke dalam satuan kg/year. Berikut hasil estimasi perhitungan beban pencemaran lahan pertanian pencemar nitrat dan fosfat di kawasan DAS Garang :



Gambar 4. Peta Estimasi Beban Pencemaran Nitrat Lbs/Year Tahun 2006



Gambar 6. Peta Estimasi Beban Pencemaran Nitrat Lbs/Year Tahun 2017

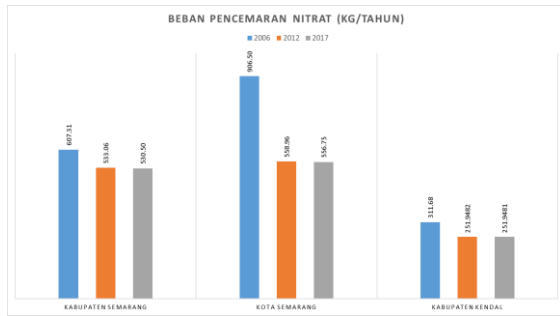


Gambar 5. Peta Estimasi Beban Pencemaran Nitrat Lbs/Year Tahun 2012

Melihat gambar 4 dan gambar 5 yakni peta beban pencemaran nitrat pada tahun 2006 ke 2012 beberapa Kelurahan di Kecamatan Gunungpati seperti Kelurahan Kandri, Pungapan, Kalisegoro, Patemon, Pakintelan dan Gonoharjo mengalami penurunan nilai beban pencemaran nitrat dari kategori sedang ke rendah dan di dukung dengan luas lahan sawah pada desa/kelurahan – kelurahan tersebut menurun banyak pada tahun 2006 ke 2012.

Hasil estimasi beban pencemaran dari PLOAD nantinya akan di klasifikasi menjadi 3 kelas yaitu “Rendah”, “Sedang”, dan “Tinggi” berdasarkan nilai jangkauan untuk tiap-tiap parameter. Klasifikasi dilakukan dengan *software* ArcMap menggunakan metode “Natural Breaks” yakni klasifikasi standar pada ArcMap yang menggunakan formula statistik khusus untuk menentukan jangkauan dari yang terkecil sampai dengan batas-batas yang ditentukan berdasarkan nilai jangkauan terbesar.

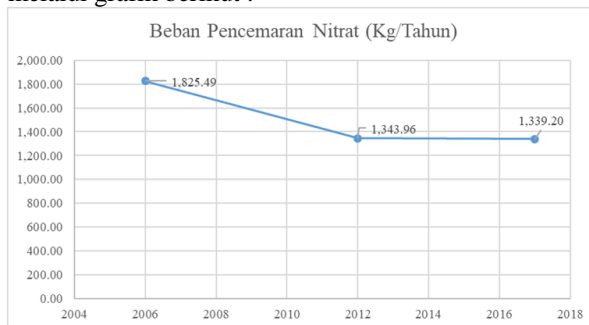
Pada tahun 2006 kawasan DAS Garang memiliki luas total lahan pertanian 4.134,04 Ha dan menghasilkan beban pencemaran parameter nitrat 1.825,49 kg/tahun; pada tahun 2012 memiliki luas total lahan pertanian 3.000,56 Ha dan menghasilkan beban pencemaran 1.343,96 kg/tahun dan pada tahun 2017 kawasan DAS Garang memiliki luas lahan pertanian total 2.990,66 Ha dan menghasilkan beban pencemaran 1.339,2 kg/tahun. Berikut grafik perubahan nilai beban pencemaran Nitrat di wilayah DAS Garang yang meliputi 3 Kabupaten:



Gambar 7. Grafik Estimasi Beban Pencemaran Nitrat (Kg/Tahun)

Merujuk pada gambar 7. Grafik estimasi beban pencemaran nitrat, beban pencemaran pada 3 Kabupaten diatas mengalami penurunan jumlah beban pencemaran nitrat pada tahun 2006 hingga 2017 seiring turunnya lahan pertanian tahun 2006 hingga tahun 2017. Kota Semarang mengalami penurunan estimasi beban pencemaran nitrat drastic dari tahun 2006 ke 2012 karena diikuti dengan lahan sawah di Kota Semarang yang menurun drastis pada tahun 2006 ke 2012 yakni 808,49 hektar.

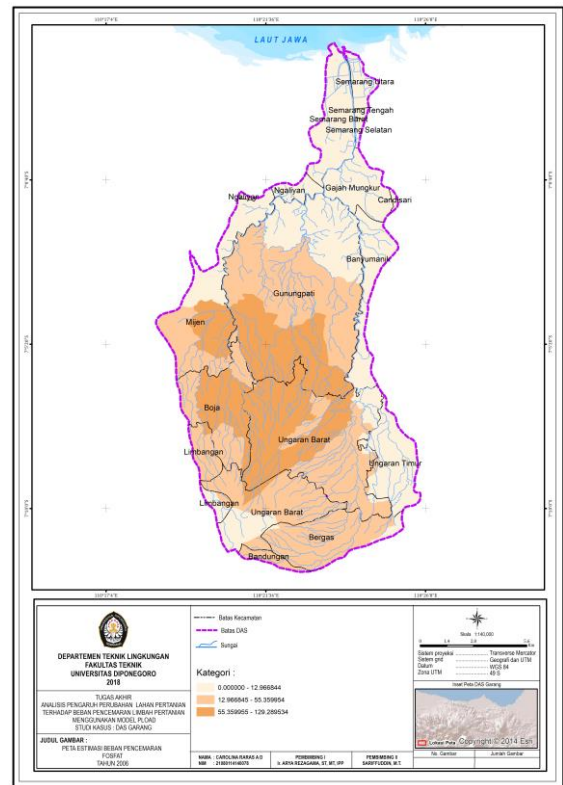
Nilai total beban pencemaran nitrat dari tahun 2006 hingga tahun 2017 mengalami penurunan. Dapat digambarkan penurunan jumlah melalui grafik berikut :



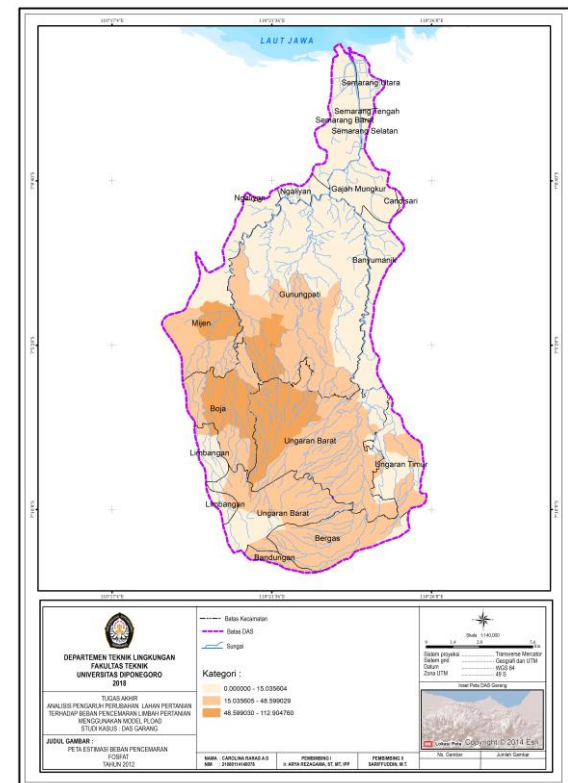
Gambar 8. Grafik Estimasi Perubahan Beban Pencemaran Nitrat Tahun 2006-2017

Sumbu x pada gambar grafik 8 menunjukkan tahun sedangkan sumbu y menunjukkan hasil beban pencemaran. Pada tahun 2006 hingga 2012 mengalami penurunan beban pencemaran nitrat pertanian (sawah) sebesar 26% atau 481,5311 Kg/Tahun sedangkan 2012 hingga 2017 sebesar 0,4% atau 4,7582 Kg/Tahun. Tahun 2012 hingga tahun 2017 tidak mengalami penurunan beban pencemaran nitrat yang berbeda jauh dikarenakan penurunan lahan pertanian pada tahun 2012 hingga 2017 tidak berbeda jauh yakni 9,90 Ha, sedangkan tahun 2006 hingga 2012 mengalami penurunan lahan pertanian (sawah) seluas 1.133,48 Ha. Semakin luas lahan pertanian sawah maka semakin tinggi beban pencemaran nitrat yang dihasilkan oleh sawah tersebut.

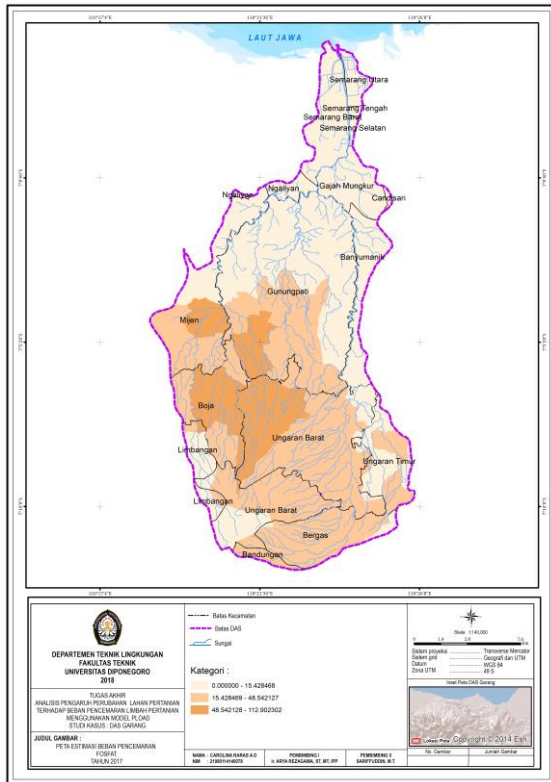
Berikut hasil estimasi beban pencemaran PLOAD berdasarkan lahan pertanian (sawah) tahun 2006 hingga tahun 2017 parameter fosfat :



Gambar 9. Peta Estimasi Beban Pencemaran Fosfat Tahun 2006



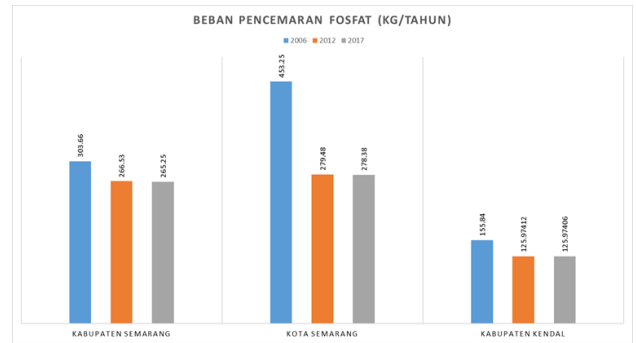
Gambar 10. Peta Estimasi Beban Pencemaran Fosfat Tahun 2012



Gambar 11. Peta Estimasi Beban Pencemaran Fosfat Tahun 2017

Pada tahun 2006 kawasan DAS Garang memiliki luas total lahan pertanian 4.134,04 Ha dan menghasilkan beban pencemaran parameter fosfat 912,742 kg/tahun; pada tahun 2012 memiliki luas total lahan pertanian 3.000,56 Ha dan menghasilkan beban pencemaran 671,979 kg/tahun dan pada tahun 2017 kawasan DAS Garang memiliki luas lahan pertanian total 2.990,66 Ha dan menghasilkan beban pencemaran 669,6 kg/tahun. Melihat peta beban pencemaran fosfat pada tahun 2006 ke 2012 beberapa Kelurahan di Kecamatan Gunungpati seperti Kelurahan Kandri, Pungangan, Kalisegoro, Patemon, Pakintelan dan Gonoharjo mengalami penurunan nilai beban pencemaran fosfat dari kategori sedang ke rendah dan di dukung dengan luas lahan sawah pada desa/kelurahan-kelurahan tersebut menurun banyak pada tahun 2006 ke 2012.

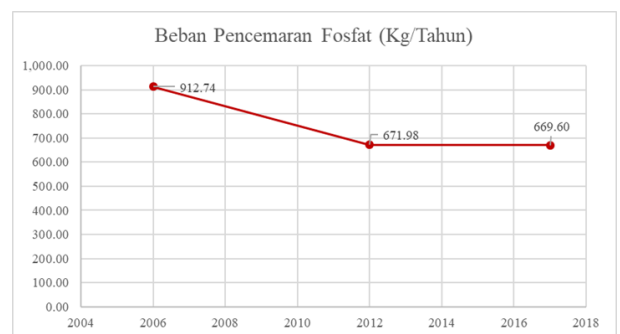
Berikut grafik perubahan nilai beban pencemaran Fosfat di wilayah DAS Garang yang meliputi 3 Kabupaten :



Gambar 12. Grafik Estimasi Beban Pencemaran Fosfat (Kg/Tahun)

Beban pencemaran pada 3 Kabupaten diatas mengalami penurunan jumlah beban pencemaran fosfat pada tahun 2006 hingga 2017 seiring turunnya lahan pertanian tahun 2006 hingga tahun 2017. Kota Semarang mengalami penurunan estimasi beban pencemaran nitrat drastis dari tahun 2006 ke 2012 karena diikuti dengan lahan sawah di Kota Semarang yang menurun drastis pada tahun 2006 ke 2012 yakni 808,49 hektar.

Nilai total beban pencemaran fosfat dari tahun 2006 hingga tahun 2017 mengalami penurunan. Dapat digambarkan penurunan jumlah melalui grafik berikut :



Gambar 13. Grafik Estimasi Perubahan Beban Pencemaran Fosfat Tahun 2006-2017

Merujuk pada gambar 13. Grafik estimasi perubahan beban pencemaran fosfat tahun 2006-2017 bahwa pada tahun 2006 hingga 2012 mengalami penurunan beban pencemaran fosfat pertanian (sawah) sebesar 240,7655 Kg/Tahun sedangkan 2012 hingga 2017 sebesar 2,3791 Kg/Tahun. Tahun 2012 hingga tahun 2017 tidak mengalami penurunan beban pencemaran fosfat yang berbeda jauh dikarenakan penurunan lahan pertanian pada tahun 2012 hingga 2017 tidak berbeda jauh yakni 9,90 Ha, sedangkan tahun 2006 hingga 2012 mengalami penurunan seluas 1.133,48 Ha. Semakin luas lahan pertanian sawah maka semakin tinggi beban pencemaran fosfat yang dihasilkan oleh sawah tersebut. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya di East Fork Little Miami River, Ohio USA oleh Susanna Tong dan Wenli Chen, bahwa penggunaan lahan terkait dengan parameter kualitas air dan jika terjadi

perubahan penggunaan lahan maka tingkat kontaminasi akan berubah sesuai. Luas lahan berpengaruh terhadap estimasi beban pencemaran hasil model PLOAD dikarenakan sebagai salah satu koefisien pengali pada persamaan "Simple Method" yang dipilih sebagai metode yang digunakan untuk model PLOAD.

Selain menggunakan model PLOAD untuk mengetahui beban pencemaran yang dihasilkan, dapat menghitung menggunakan faktor emisi sebagai pembanding.

Rumus yang digunakan dalam perhitungan beban cemaran BOD/N/P pertanian^[11].

$$P = H \times \text{BOD/N/P}$$

dimana:

P = Beban cemaran pertanian (kg/hari)

H = Luas lahan pertanian (Ha)

N/P = beban polutan N/P limbah pertanian (kg/Ha/hari)

Estimasi beban polutan dari limbah pertanian .

Nitrogen = 0,02 kg/ha/hari

Nitrat = 75%-85% N

Asumsi Nitrat = 85% = 0,017 kg/ha/hari

Fosfat = 0,001 kg/ha/hari

Pada tahun 2006 kawasan DAS Garang memiliki luas total lahan pertanian 4.134,04 Ha dan menghasilkan beban pencemaran parameter nitrat menggunakan perhitungan faktor emisi 25651,72 kg/tahun; pada tahun 2012 memiliki luas total lahan pertanian 3.000,56 Ha dan menghasilkan beban pencemaran 18618,29 kg/tahun dan pada tahun 2017 kawasan DAS Garang memiliki luas lahan pertanian total 2.990,66 Ha dan menghasilkan beban pencemaran menggunakan perhitungan faktor emisi 18556,92 kg/tahun.

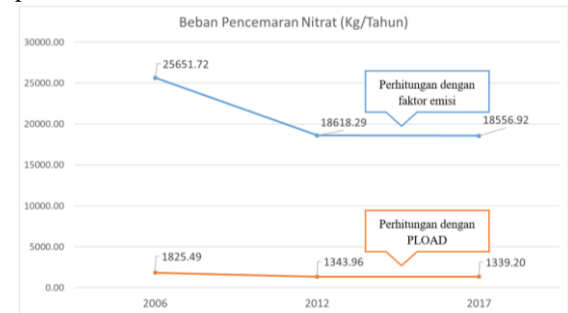
Nilai total beban pencemaran nitrat dari tahun 2006 hingga tahun 2017 mengalami penurunan. Dapat digambarkan penurunan jumlah melalui grafik berikut :



Gambar 14. Grafik Perubahan Total Beban Pencemaran Nitrat Tahun 2006-2017

Sumbu x pada gambar grafik 14 menunjukkan tahun sedangkan sumbu y menunjukkan hasil beban pencemaran. Pada tahun 2006 hingga 2012 mengalami penurunan beban

pencemaran nitrat pertanian (sawah) sebesar 27% atau 7033,43 Kg/Tahun sedangkan 2012 hingga 2017 sebesar 0,3% atau 61,37 Kg/Tahun. Tahun 2012 hingga tahun 2017 tidak mengalami penurunan beban pencemaran nitrat yang berbeda jauh dikarenakan penurunan lahan pertanian pada tahun 2012 hingga 2017 tidak berbeda jauh yakni 9,90 Ha, sedangkan tahun 2006 hingga 2012 mengalami penurunan seluas 1.133,48 Ha.



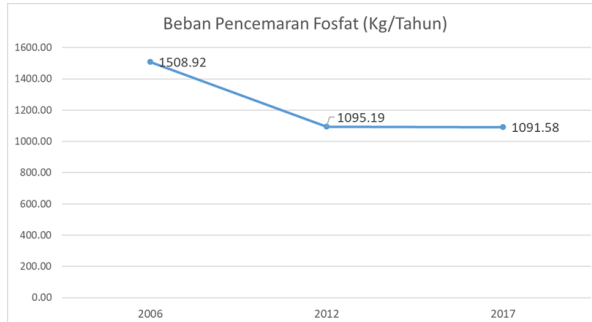
Gambar 15. Grafik Beban Pencemaran Nitrat Hasil PLOAD dengan Perhitungan Faktor Emisi Tahun 2006-2017

Sumbu x pada gambar grafik 15 menunjukkan tahun sedangkan sumbu y menunjukkan hasil beban pencemaran. Garis biru menunjukkan hasil beban pencemaran dari perhitungan faktor emisi, garis merah menunjukkan hasil beban pencemaran dari aplikasi PLOAD. Pada tahun 2006 hingga 2012 mengalami penurunan beban pencemaran nitrat pertanian (sawah) dari perhitungan faktor emisi sebesar 27% atau 7033,43 Kg/Tahun sedangkan 2012 hingga 2017 sebesar 0,3% atau 61,37 Kg/Tahun. Sedangkan hasil dengan menggunakan aplikasi Basins model PLOAD pada tahun 2006 hingga 2012 mengalami penurunan beban pencemaran nitrat pertanian (sawah) sebesar 26% atau 481,5311 Kg/Tahun sedangkan 2012 hingga 2017 sebesar 0,4% atau 4,7582 Kg/Tahun.

Hasil perhitungan beban pencemaran berdasarkan faktor emisi dengan hasil perhitungan estimasi beban pencemaran menggunakan model PLOAD menghasilkan angka yang berbeda dikarenakan model PLOAD memperhitungkan presipitasi, koefisien runoff tipe penggunaan lahan persawahan serta strom ratio (default=0,9) dan EMC atau konsentrasi polutan spesifik yang terkandung dalam limpasan air hujan, sedangkan perhitungan beban pencemaran berdasarkan faktor emisi hanya menghitung dari luas lahan dan faktor emisi dari tiap beban pencemaran dari lahan pertanian.

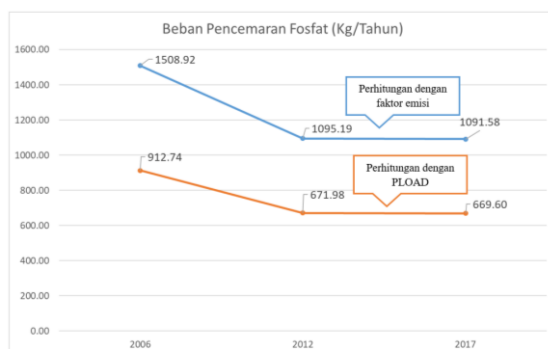
Pada tahun 2006 kawasan DAS Garang memiliki luas total lahan pertanian 4.134,04 Ha dan menghasilkan beban pencemaran parameter fosfat menggunakan perhitungan faktor emisi 1508,92 kg/tahun; pada tahun 2012 memiliki luas total lahan pertanian 3.000,56 Ha dan menghasilkan beban pencemaran menggunakan perhitungan faktor emisi 1095,19 kg/tahun dan pada tahun 2017 kawasan DAS Garang memiliki luas lahan pertanian total

2.990,66 Ha dan menghasilkan beban pencemaran 1091,58 kg/tahun. Nilai total beban pencemaran fosfat dari tahun 2006 hingga tahun 2017 mengalami penurunan. Dapat digambarkan penurunan jumlah melalui grafik berikut :



Gambar 15 Grafik Perubahan Total Beban Pencemaran Fosfat Tahun 2006-2017

Pada tahun 2006 hingga 2012 mengalami penurunan beban pencemaran fosfat pertanian (sawah) sebesar 27% atau 413,73 Kg/Tahun sedangkan 2012 hingga 2017 sebesar 0,3% atau 3,61 Kg/Tahun. Tahun 2012 hingga tahun 2017 tidak mengalami penurunan beban pencemaran fosfat yang berbeda jauh dikarenakan penurunan lahan pertanian pada tahun 2012 hingga 2017 tidak berbeda jauh yakni 9,90 Ha, sedangkan tahun 2006 hingga 2012 mengalami penurunan seluas 1.133,48 Ha.



Gambar 16 Grafik Beban Pencemaran Fosfat Hasil PLOAD dengan Perhitungan Faktor Emisi Tahun 2006-2017

Sumbu x pada gambar grafik 16 menunjukkan tahun sedangkan sumbu y menunjukkan hasil beban pencemaran. Garis biru menunjukkan hasil beban pencemaran dari perhitungan faktor emisi, garis merah menunjukkan hasil beban pencemaran dari aplikasi PLOAD. Pada tahun 2006 hingga 2012 mengalami penurunan beban pencemaran nitrat pertanian (sawah) dari perhitungan faktor emisi sebesar 27% atau 413,73 Kg/Tahun sedangkan 2012 hingga 2017 sebesar 0,3% atau 3,61 Kg/Tahun. Sedangkan hasil dengan menggunakan aplikasi Basins model PLOAD pada tahun 2006 hingga 2012 mengalami penurunan

beban pencemaran nitrat pertanian (sawah) sebesar 26% atau 240,7655 Kg/Tahun sedangkan 2012 hingga 2017 sebesar 0,4% atau 2,3791 Kg/Tahun.

KESIMPULAN

Perubahan tutupan lahan khususnya lahan pertanian di wilayah DAS Garang pada tahun 2006, 2012 dan 2017 mengalami penurunan. Pada tahun 2006 jumlah lahan pertanian (sawah) seluas 4134,04 Ha dan mengalami penurunan sebanyak 1133,48 Ha pada tahun 2012 dengan luas total menjadi 3000,56 Ha. Hingga tahun 2017 dari tahun 2012 mengalami penurunan yang tidak cukup banyak yakni 9,90 Ha dengan total luas lahan pertanian (sawah) pada tahun 2017 sebesar 2990,66 Ha. Penurunan jumlah lahan pertanian dari tahun 2012 ke 2017 tidak besar dikarenakan pemerintah telah menetapkan Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan, dalam rangka pengendalian alih fungsi lahan pertanian pangan. LP2B lebih lanjut diatur dalam Peraturan Pemerintah RI Nomor 12 Tahun 2012 tentang Insentif Perlindungan Lahan Pertanian Berkelanjutan. Pemerintah daerah menindaklanjuti dengan adanya Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 2 Tahun 2013 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan Provinsi Jawa Tengah.

Estimasi beban pencemaran limbah pertanian yang dihasilkan di DAS Garang dengan menggunakan software BASINS (Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources) dengan model PLOAD didapatkan nilai total beban pencemaran parameter Fosfat tahun 2006 sebesar 912,74 kg/tahun ; tahun 2012 sebesar 671,98 kg/tahun dan tahun 2017 sebesar 669,60 kg/tahun. Parameter Nitrat di dapati hasil total pada tahun 2006 sebesar 1.825,49 kg/tahun ; tahun 2012 sebesar 1.343,96 kg/tahun dan pada tahun 2017 sebesar 1.339,20 kg/tahun. Adanya perubahan lahan pertanian (sawah) dicakup wilayah DAS Garang menjadi salah satu faktor terhadap nilai beban pencemaran yang dihasilkan dalam wilayah tersebut. Semakin luas wilayah pertanian (sawah) di DAS Garang maka akan semakin tinggi nilai beban pencemaran fosfat dan nitrat yang dihasilkan.

Penelitian ini masih terdapat kekurangan sehingga diajukan beberapa saran antara lain Fdiperlukan penelitian lanjutan untuk mengembangkan detail penelitian ini khususnya dengan mengganti tutupan lahan (land cover) dengan land use dan diperlukan penelitian lanjutan untuk mengembangkan penelitian ini khususnya penelitian yang menganalisis nilai EMCs spesifik di wilayah studi untuk mendapatkan estimasi beban pencemaran dengan model PLOAD yang lebih akurat.



REFERENSI

- [1]Tanika, L., Rahayu, S., Khasanah, N. & Dewi, S., 2016. Fungsi Hidrologi Pada DAS: Pemahaman, Pemantauan, dan Evaluasi. Bogor: World Agroforestry Centre (ICRAF).
- [2] B. P. D. P. J., 2014. Laporan Monev Kinerja DAS Garang. Semarang: Kementrian Kehutanan.
- [3] Widyastuti dan Marfai. 2004. Kajian Daya Tampung Sungai Gadjahwong terhadap Beban Pencemaran.Yogyakarta: UGM.
- [4] Abdi, Z., 2010. Kajian Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Batanghari Pada Penggal Gasiang-Sungai Langok Sumatera Barat. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada.
- [5] USEPA, 2013. Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources .BASINS 4.1 User's Manual.Office of Water;US
- [6] Rais, J; Sulistiyo, B; Diamar, S; Gunawan, T; Sumampouw, M; Soeprapto, TA; Suhardi, I; Karsidi, A; Widodo, MS. 2004. Menata Ruang Laut Terpadu. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [7] Casali, J. R. Gimenez, J. Diez, J. Álvarez-Mozos, J. D.V. de Lersundi, M. Goni, M.A. Campo, Y. Chahor, R. Gastesi, J. Lopez. 2010. Sediment production and water quality of watersheds with contrasting land use in Navarre (Spain). Agricultural Water Management
- [8] USEPA,2001. "PLOAD version 3.0. GIS Pollutant Loading Application — Users Manual," no. January, p. 48
- [9] Sumaryanto, et al. 2007. Konversi Lahan Sawah ke Penggunaan Nonpertanian dan Dampak Negatifnya,dalam <http://balittanah.litbang.pertanian.go.id>
- [10]Davis, M.L., and D.A. Cornwell. 1991. Introduction To Environmental Engineering. Second Edition. New York: Mc-Graw-Hill. Inc.
- [11]James, A. 1984. An Introduction to Water Quality Modelling.West Sussex, England: John Willey & Sons Ltd. New York.