Identifikasi Kondisi Biofisik Lahan dan Implikasinya terhadap Potensi Limpasan Permukaan (*Run Off*) DAS Penyangga Kota Surakarta

Alif Noor Anna
Fakultas Geografi UMS
Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, Surakarta 57102
Email: a.nooranna@gmail.com
Rudiyanto
Fakultas Geografi UMS
Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, Surakarta 57102
Email: rudiyanto.ums@gmail.com

ABSTRAK

Daerah penelitian merupakan daerah penyangga Kota Surakarta yang berdasarkan penelitian yang telah dilakukan telah mengalami alih fungsi lahan, sehingga akan berdampak pada potensi limpasan permukaannya. Tujuan spesifik dari penelitian ini adalah menentukan estimasi potensi limpasan permukaan dengan model Cooks.

Metode penelitian yang digunakan adalah survei. Distribusi curah hujan wilayah ditentukan dengan menggunakan poligon thiessen. Perhitungan estimasi potensi limpasan permukaan menurut Cooks mempertimbangkan variabel biofisik permukaan lahan, dengan modifikasi curah hujan. Adapun analisa yang digunakan adalah dengan menggunakan teknik skoring yang kemudian diolah menggunakan Sistem Informasi Geografis.

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah (1) potensi air permukaan yang didasarkan atas analisis Co, maka potensi air permukaan tersebar dari 4 sub sub DAS yang diteliti mempunyai kisaran antara 47,428% sampai dengan 53,109%. Adapun potensi air permukaan terbesar terjadi di sub sub DAS Samin, sedangkan yang terkecil di sub sub DAS Bambang. Besarnya potensi air permukaan di sub sub DAS Samin banyak disumbang oleh kondisi topografi yang mempunyai kemiringan lereng 10%-<30%, (2) berdasarkan interpretasi citra landsat yang memperhitungkan peran 4 parameter permukaan lahan yaitu topografi, tanah, cover, dan surface storage, maka parameter topografi merupakan parameter yang paling banyak berpengaruh terhadap perubahan potensi air permukaan daerah penelitian.

Kata kunci: biofisik lahan, potensi run off, model Cook,s, Sub DAS

I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang mempunyai fungsi penting bagi kehidupan makluk hidup. Setiap makhluk hidup membutuhkan air dalam proses pertumbuhandan perkembangannya. Air merupakan salah satu jenis energi yang dapat diperbaharui. Secara umum ada 2 (dua) macam jenis sumber air yang ada dipermukaan bumi diantaranya adalah air permukaan, dan air tanah. Keberadaan air permukaan dapat diketahui lebih cepat apabila dibandingkan dengan air tanah, sehingga deteksi potensi air permukaan lebih cepat apabila dibandingkan dengan air tanah.

Peningkatan jumlah penduduk tentunya menuntut penyediaan sarana dan prasarana untuk mencukupi kebutuhan yang pada akhirnya menuntut adanya alih fungsi lahan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Pawitan (2002) yang menyatakan bahwa meningkatnya tekanan penduduk terhadap sumber daya lahan dan air yang telah menunjukkan sejumlah dampak negatif yang serius seperti perubahan penggunaan lahan yang tidak terkendali berupa perambahan hutan dan penebangan liar ke daerah hulu, hilangnya tutupan lahan hutan menjadi jenis penggunaan lahan lainnya yang terbukti memiliki daya dukung lingkungan lebih terbatas, sehingga bencana banjir dan kekeringan semakin sering terjadi, disertai bencana ikutannya, seperti tanah longsor, korban jiwa, pengungsian penduduk, gangguan kesehatan, sampai kelaparan, dan anak putus sekolah.

Perubahan penggunaan lahan menyebabkan perubahan sifat biofisik suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Sucipto (2008) dalam penelitiannya di kawasan DAS Kaligarang menyatakan bahwa telah terjadi alih fungsi lahan di kawasan DAS Kaligarang selama kurun waktu 8 (delapan) tahun terakhir dari tahun 1998 sampai dengan tahun 2006. Adapun

ISBN 978-602-71228-3-3

perubahan alih fungsi lahan tersebut adalah adanya penciutan luas yang cukup besar pada lahan perkebunan sebesar 117 Ha (7,74%) dari 1.511,00 Ha (1998) menjadi 1.394,00 Ha (2006) atau 14,62 Ha/Th (0,97%/th). Begtiu juga untuk sawah dan tegalan ada penciutan yang cukup signifikan, akan tetapi disisi lain adanya penambahan luas untuk tegalan, pemukiman, industri dan lain-lain, khusus untuk pemukiman ada kenaikan sebesar 50 Ha (0,90 %) selama 8 tahun dari 5.558,00 Ha (1998) menjadi 5.608,00 (2006), sehingga tiap tahun ada peninigkatan untuk pemukiman rata-rata 8,50 Ha/tahun (0,11%/tahun). Perubahan alih fungsi lahan terutama dari perkebunan dan sawah menjadi tegalan dan pemukiman akan mempengaruhi fungsi lahan sebagai penyangga air hujan, aliran permukaan, erosi dan sedimen sebelum masuk ke sungai.

Alih fungsi lahan mengakibatkan adanya perubahan limpasan permukaan (*overlandflow*) dan fluktuasi aliran sungai (Setyowati, 2010). Konversi lahan akan memberikan pengaruh langsung terhadap total hujan limpasan. Perkembangan fisik perkotaan mengakibatkan terjadinya perubahan penggunaan lahan dari lahan terbuka menjadi lahan terbangun. Umumnya perubahan tersebut cenderung mengubah lahan pertanian menjadi lahan nonpertanian, sehingga mengakibatkan luas lahan pertanian di kota semakin berkurang dan luas lahan non pertanian semakin bertambah. Akibatnya perubahan tata guna lahan berdampak negatif, khususnya berdampak pada banjir dan genangan yang cenderung meningkat dari waktu ke waktu.

Terdapat beberapa model yang dapat diterapkan dalam estimasi potensi limpasan permukaan diantaranya adalah model Cook's dan Hassing. Koefisien limpasan permukaan biasanya dilambangkan dengan huruf C. Koefisien C didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Variabel ini merupakan variabel yang paling menentukan hasil perhitungan debit banjir. Pemilihan harga C yang tepat memerlukan pengalaman hidrologi yang luas. Variabel utama yang mempengaruhi C adalah laju infiltrasi tanah atau prosentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutup, dan intensitas hujan. Koefisien limpasan juga tergantung pada sifat dan kondisi tanah. Laju infiltrasi menurun pada hujan yang terus menerus.

Daerah penelitian merupakan daerah penyangga kota, dalam hal ini adalah penyangga Kota Surakarta yang merupakan kota terbesar kedua di Jawa Tengah setelah Kota Semarang. Daerah penyangga tersebut dipilih dari empat Sub-Sub DAS yang berada di sekitar Kota Surakarta, antara lain Sub-Sub DAS Pepe, Sub-Sub DAS Brambang, Sub-Sub DAS Mungkung, dan Sub-Sub DAS Samin.

Tujuan spesifik dari penelitian ini adalah (1) menentukan estimasi potensi limpasan permukaan dengan model Cooks, dan (2) parameter yang paling berpengaruh terhadap potensi limpasan permukaan (*run Off*) di daerah penelitian.

II. MODEL PENELITIAN

Data

Data Primer, terdiri atas:

- Tekstur tanah digunakan untuk sifat tanah dalam kemampuan tanah meresapkan air hujan,
- Permeabilitas tanah digunakan untuk menentukan kecepatan meresapkan air hujan.

Data Sekunder antara lain:

- Citra Landsat digunakan dalam pembuatan Peta Penggunaan Lahan,
- Peta Rupa Bumi Indonesia Digital digunakan sebagai peta dasar dalam pembuatan Peta Lereng (slope), Relief, Penggunaan Lahan, Kepadatan Aliran, dan penentuan batas administratif,
- Peta Geologi skala 1: 250.000 untuk mengetahui kondisi geologi daerah penelitian,
- Peta Jenis Tanah untuk mengetahui jenis tanah dan untuk pendekatan dalam penentuan tekstur tanah,
- Data-data meteorologi: suhu, curah hujan dan kelembaban udara untuk memperkirakan kondisi iklim dan distribusi air hujan,
- Data lain yang terkait dengan topik penelitian: referensi, penelitian sebelumnya, dan lain sebagainya.

Teknik Penelitian

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan metode survei. Adapun pendekatan yang digunakan adalah: pendekatan Biofisik Daerah Aliran Sungai dengan batas topografis, untuk memperkirakan potensi limpasan permukaan. Adapun pendekatan meteorologis untuk menentukan distribusi curah hujan.

Sampel dan Teknik Pengumpulan Data

Untuk menentukan tekstur tanah daerah penelitian dilakukan pengambilan sampel tanah. Adapun cara sampling yang digunakan adalah dengan proporsional random sampling. Proporsi yang digunakan dalam hal ini adalah luas tiap jenis tanah. Pada jenis tanah yang mempunyai luas yang

ISBN 978-602-71228-3-3

besar, maka pengambilan sampel tanah lebih banyak dari pada jenis tanah yang mempunyai luas yang sempit. Ketersediaan air hujan dilakukan dengan membuat Poligon Thiessen. Penggunaan Poligon ini dengan cara merubah data *point rainfall* menjadi *areal rainfall*. Dalam hal ini luas daerah dibatasi dengan cara membuat garis tegak lurus yang melalui dan membagi menjadi dua bagian yang sama dari setiap garis lurus yang menghubungkan dua stasiun hujan sebagai *point rainfall.*

Tahap Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada tahun pertama yaitu mengestimasi potensi limpasan permukaan berdasarkan model Cook's. Secara detail mengenai urutan penelitian ini dapat dilihat pada uraian di bawah ini:

Perkiraan nilai potensi limpasan permukaan ditentukan dengan Cara Cook's. Cara ini menilai variabel permukaan lahan yang terdiri atas kemiringan, tanah, vegetasi penutup, dan simpanan permukaan (*surface storage*), yang selanjutnya dari masing-masing variabel dilakukan penjumlahan. Adapun cara penilaian tersaji dari Tabel 1 sampai Tabel 3.

Tabel 1. Klasifikasi Kemiringan Lahan

Kelas (%)	Topografi	Nilai
0- 5	Datar	10
5- 10	Bergelombang	20
10 – 30	Berbukit	30
> 30	*Steep rugged*	40

Sumber: Soewarno, 2000

Tabel 2. Klasifikasi Tanah dengan Pendekatan Tekstur

Tekstur Tanah	Nilai
Sand, sands loams, porous soil	5
Pervious	10
Low intake rate, clay	15
Impervious	20

Sumber: Soewarno, 2000

Tabel 3. Vegetasi Penutup Lahan

Vegetasi Penutup Lahan	Nilai
> 90 % tertutup vegetasi, padang rumput yang baik	5
50 % tertutup vegetasi, padang rumput	10
Tanaman budidaya, tertutup vegetasi < 10 %	15
Tidak tertutup vegetasi	20

Sumber: Soewarno, 2000

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Fisik Daerah Penelitian

Daerah penelitian masuk dalam Wilayah Pengairan sub DAS Solo Hulu Tengah. sub DAS Solo Hulu Tengah yaitu sub sub DAS Pepe, Bambang, Mungkung, dan Samin. Secara astronomis, daerah penelitian terletak diantara 110º13'7,16"BT-110º26'57,10"BT dan 7º26'33,15"LS-8º6'13,81"LS. Berdasarkan hasil perhitungan daerah penelitia beriklim sedang dengan nilai Q berkisar antara 62,86 sampai 85,29 %.

Pada tahun 2014, di daerah penelitian terdapat 6 jenis penggunaan lahan yang meliputi: hutan, kebun, lahan kering, permukiman, sawah, dan daerah berair/waduk. Penggunaan lahan didominasi penggunaan lahan sawah dan kebun campur dengan luas masing-masing sebesar 1146,51 km^2 dan 1.190,76 km^2. Secara mengenai kondisi penggunaan lahan lihat Gambar 1. Daerah penelitian didominasi jenis tanah lithosols yang merata hampir di seluruh daerah mulai dari selatan ke utara. Jenis tanah ini tersebar seluas 1.465.301.804,06 m^2 (1.465,3 Km^2). Tanah ini mempunyai ketebalan/solum tanah 20 cm atau kurang, yang menumpang di atas batuan induk atau bahan induk (litik atau paralitik) apapun warna dan teksturnya. Secara detail mengenai jenis tanah di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. Daerah penelitian terbagi atas 4 daerah topografi, yaitu datar, bergelombang, berbukit, dan volkan. Daerah penelitian umumnya bertopografi datar (kemiringan 0-<5%) yaitu seluas 899,73 km^2 atau 71,56% dari luas keseluruhan wilayah daerah penelitian. Hal ini menandakan bahwa topografi di hampir seluruh daerah penelitian relatif rata. Sebagian lagi dengan kemiringan 10-<30% seluas 166,62 km^2. Kemiringan ini tersebar di tepi daerah penelitian, yakni di tepi selatan, timur, dan barat. Sebagian kecil dengan kemiringan 5-<10% dan 30% ke atas. Secara detail mengenai topografi di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3. Kondisi geologis daerah penelitian terdiri atas material Holocene, Alluvium, Old Quatenary Volcanic Product, Young Quatenary Volcanic Product, dan sisanya waduk atau daerah berair. Secara detail mengenai kondisi geologii di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.

Analisis Potensi Limpasan Permukaan Berdasarkan Faktor Biofisik Lahan

Secara umum terdapat 4 (tiga) parameter penentu potensi limpasan permukaan, berdasarkan model Cook,s diantaranya adalah topografi/kemiringan lahan, tekstur tanah, penggunaan lahan/*land cover*, dan simpanan

ISBN 978-602-71228-3-3

permukaan. Adapun untuk unit analisis dalam penelitian ini adalah Sub DAS.

Parameter Topografi

Topografi mencerminkan kondisi lahan yang berupa ketinggian dari permukaan air laut (dpal), panjang, dan derajat kemiringan pada bentangan lahan tertentu. Walaupun pada umumnya topografi lebih dikenal dengan derajat kemiringan lahan suatu wilayah. Dalam penelitian ini topografi wilayah dikelompokkan menjadi 4 kelas yaitu datar (0-<5 %), bergelombang (5-<10%), berbukit (10-<30%), dan volkan (30%+).

Tabel 4. Perhitungan Run Off Coefficient Berdasarkan Topografi

No	Sub Sub DAS	Topografi	Luas (km²)	%	Skor	Tertimbang	Co
1	Bambang	0-<5%	302,45	94,16	10	9,415	10,832
		5-<10%	10,82	3,37	20	0,674	
		10-<30%	7,95	2,47	30	0,743	
2	Mungkung	0-<5%	179,59	46,50	10	5,527	17,059
		5-<10%	68,05	17,62	20	4,189	
		10-<30%	70,48	18,25	30	6,508	
		30%+	68,06	17,62	40	0,835	
3	Pepe	0-<5%	214,19	72,23	10	7,223	14,390
		5-<10%	35,62	12,01	20	2,403	
		10-<30%	45,60	15,38	30	4,613	
		30%+	1,11	0,37	40	0,150	
4	Samin	0-<5%	203,49	64,68	10	6,467	15,175
		5-<10%	64,02	20,35	20	4,070	
		10-<30%	42,57	13,53	30	4,060	
		30%+	4,54	1,44	40	0,577	

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014

Hasil analisis SIG topografi daerah penelitian pada masing-masing sub sub DAS selengkapnya tersaji dalam Tabel 4. Berdasarkan tabel tersebut, terlihat bahwa dari 4 sub sub DAS terdapat 1 sub sub DAS, yakni sub-sub DAS Bambang yang mempunyai 3 klas topografi yaitu datar (0%-<5%), bergelombang (5-10%), dan berbukit (10-<30%). Tiga Sub sub DAS lainnya (Sub sub DAS Mungkung, Pepe, dan Samin) mempunyai 4 kelas topografi, yaitu datar (0-<5%), bergelombang (5-10%), dan berbukit (10-<30%), dan volkan (<30%). Secara detail mengenai nilai Co berdasarkan faktor topografi dapat dilihat pada Tabel 4.

Parameter Jenis Tanah

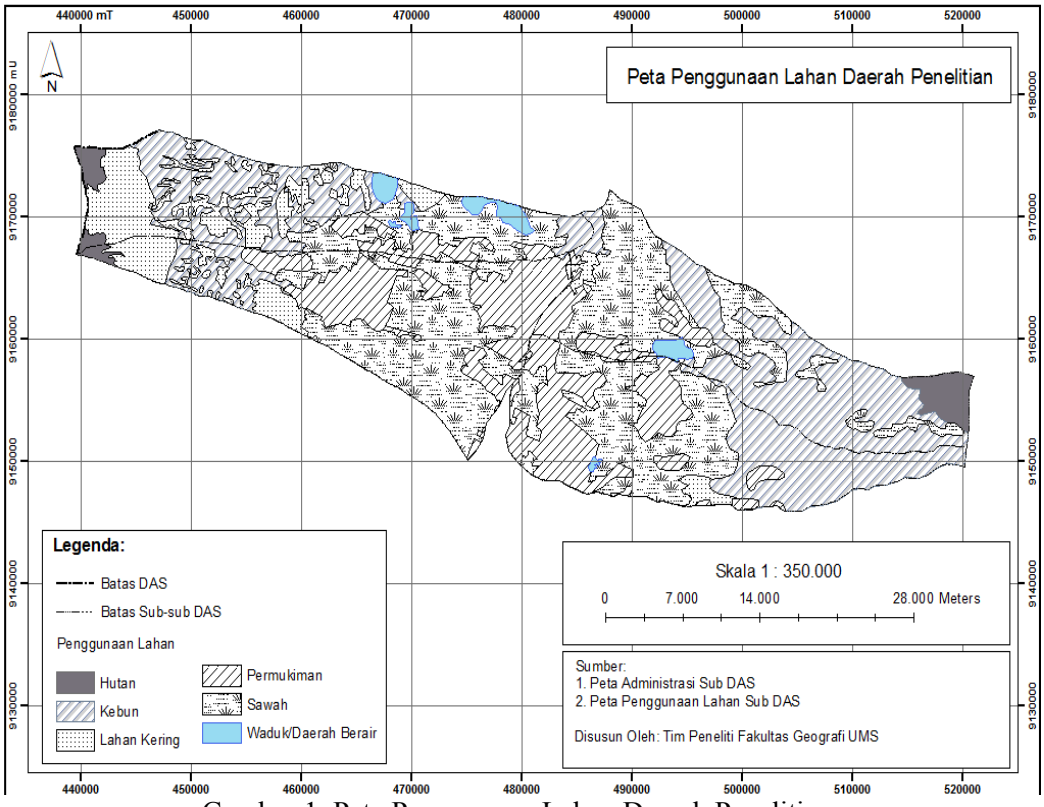
Parameter tanah dalam penentuan Co merupakan cerminan mudah atau tidaknya curah hujan yang akan menjadi limpasan. Hal ini tentunya sangat terkait dengan sifat fisik tanah yang bersangkutan. Adapun diantara sifat-sifat fisik tanah yang terkait dengan respon terhadap air hujan yang jatuh di permukaan tanah adalah tekstur dan permeabilitas. Respon sifat fisik terhadap air hujan secara kualitatif akan berkisar dari mudah meresap sampai sulit meresap ke dalam tanah. Berarti yang mudah meresap akan menghasilkan air permukaan yang lebih kecil dibanding dengan sulit meresap dalam tanah.

Hasil perhitungan nilai skor parameter tanah disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa skor tanah terkecil berada di sub sub DAS Bambang sebesar 5,454, sedangkan yang terbesar terdapat di sub sub DAS Wiroko Temon sebesar 16,858. Selanjutnya berturut-turut skor tanah dari kecil ke skor besar dimiliki oleh sub sub DAS Dengkeng (10,407), sub sub DAS Mungkung (10,872), sub sub DAS Samin (12,879), sub sub DAS Jlantah Walikun (13,582), sub sub DAS Keduang (14,241), dan sub sub DAS Alang Unggahan (16,612).

ISBN 978-602-71228-3-3

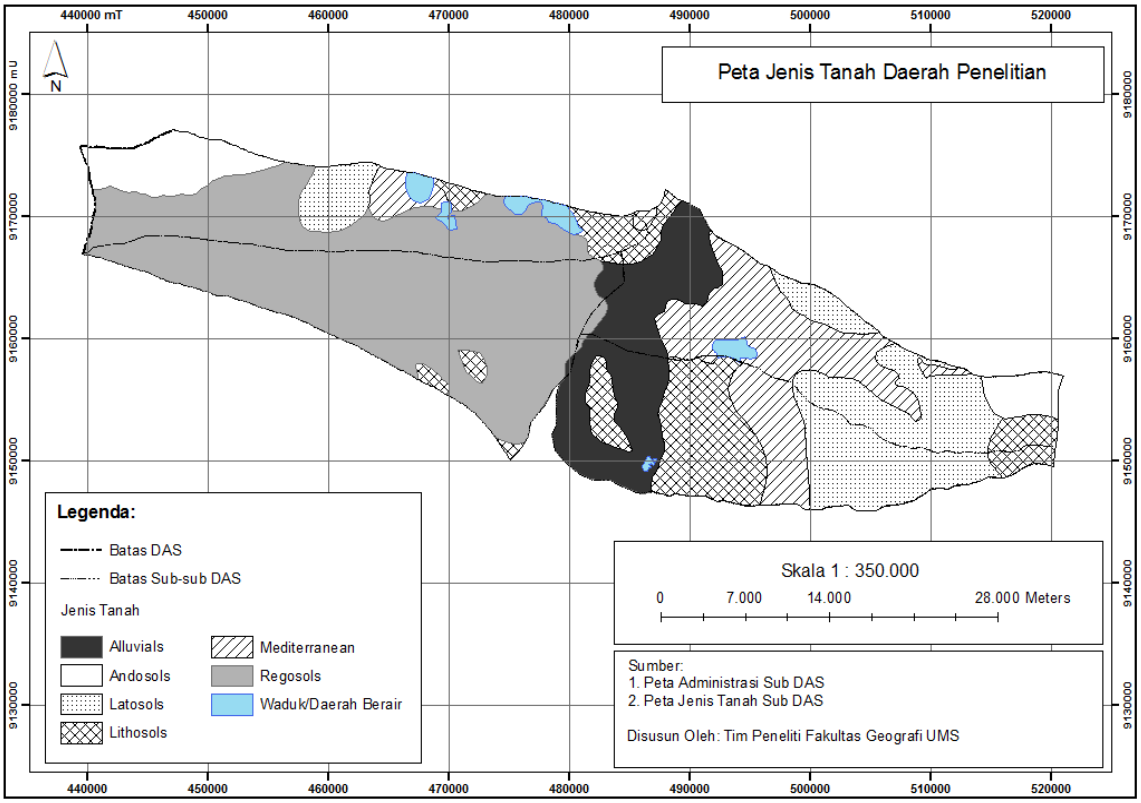
Tabel 5. Perhitungan Run Off Coefficient Berdasarkan Jenis Tanah

No	Sub Sub DAS	Tanah	Luas (km^2)	%	Skor	Tertimbang	Co
1	Bambang	Alluvials	5,67	1.77	7,5	0,132	5,454
		Lithosols	10,53	3.28	17,5	0,574	
		Regosols	305,02	94.95	5,0	4,748	
2	Mungkung	Alluvials	64,76	19.93	7,5	1,495	10,872
		Andosols	20,68	6.37	12,5	0,796	
		Latosols	95,04	29.25	15,0	4,388	
		Lithosols	22,69	6.98	17,5	1,222	
		Mediterranean	114,41	35.21	7,5	2,641	
		Regosols	2,59	0.80	5,0	0,040	
		Waduk/Daerah Berair	4,72	1.45	20,0	0,291	
3	Pepe	Andosols	54,37	18.34	12,5	2,292	9,117
		Latosols	28,60	9.65	15,0	1,447	
		Lithosols	20,99	7.08	17,5	1,239	
		Mediterranean	15,55	5.24	7,5	0,393	
		Regosols	161,94	54.61	5,0	2,731	
		Waduk/Daerah Berair	15,05	5.08	20,0	1,015	
4	Samin	Alluvials	76,80	24.41	7,5	1,831	12,879
		Latosols	79,85	25.38	15,0	3,807	
		Lithosols	108,44	34.47	17,5	6,032	
		Mediterranean	48,06	15.28	7,5	1,146	
		Regosols	0,61	0.19	5,0	0,010	
		Waduk/Daerah Berair	0,85	0.27	20,0	0,054	

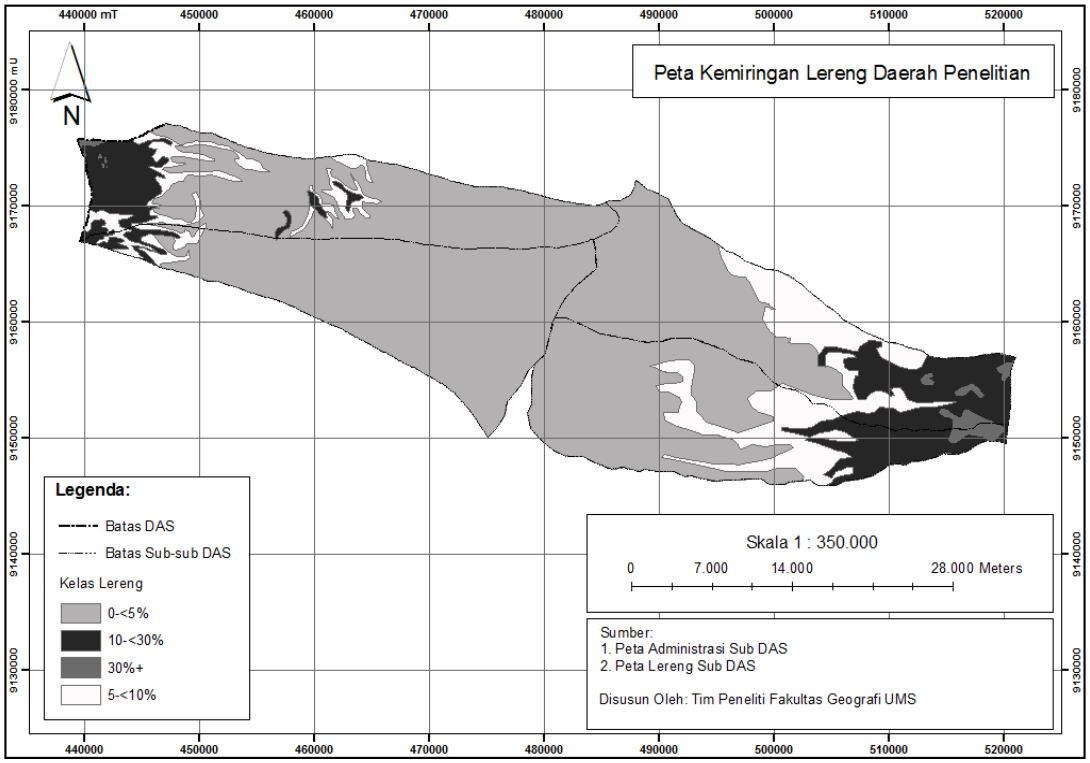


Gambar 1. Peta Penggunaan Lahan Daerah Penelitian

ISBN 978-602-71228-3-3

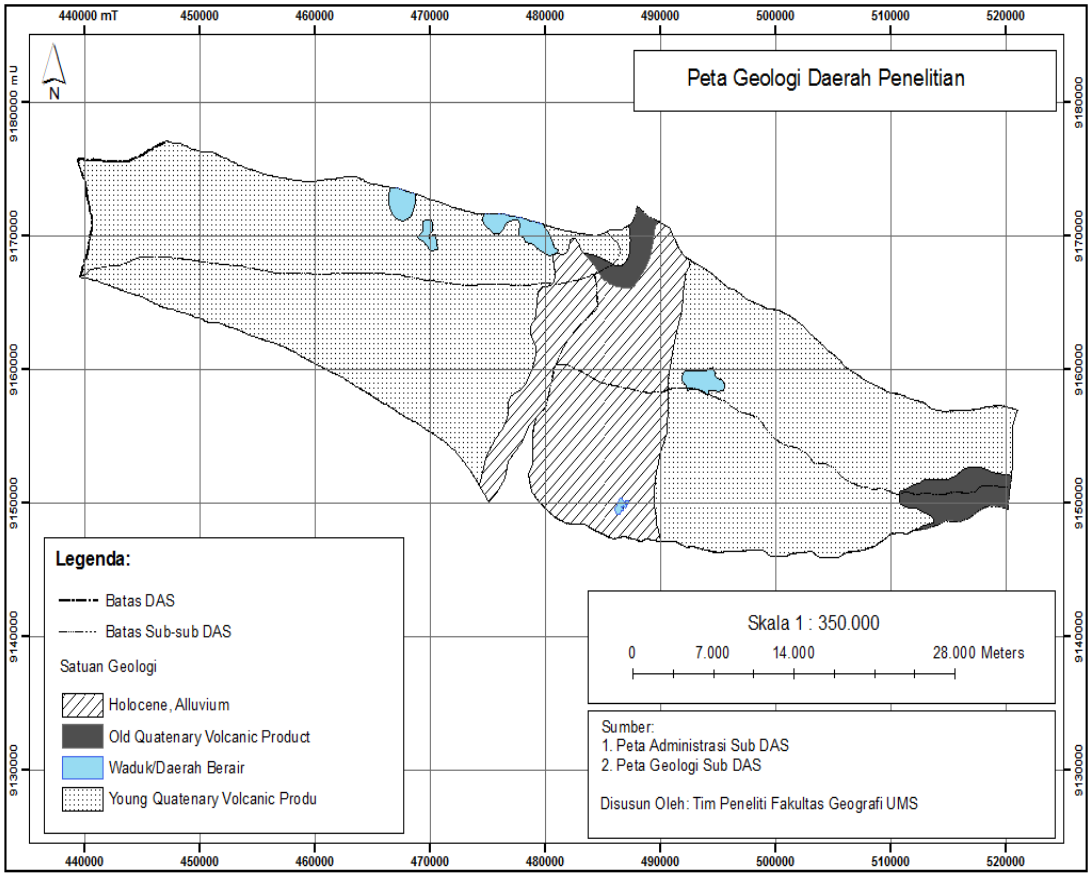


Gambar 2. Peta Jenis Tanah Daerah Penelitian



Gambar 3. Peta Kemiringan Lereng daerah Penelitian

ISBN 978-602-71228-3-3



Gambar 4. Peta Geologi Daerah Penelitian

Parameter Surface Storage

Surface storage merupakan simpanan/timbunan air yang terdapat dalam permukaan lahan. Umumnya *Surface storage* ini ditentukan dengan pendekatan kerapatan aliran atau sistem drainase yang terdapat dalam permukaan lahan dengan luasan tertentu. Sumberdaya air bukan hanya yang bersifat statis (sumur, mata air, danau), tetapi juga terdapat dalam permukaan lahan. Keberadaan *surface storage* dalam suatu wilayah menunjukkan bahwa sebagian air hujan jatuh di permukaan lahan akan tersimpan dalam lahan. Oleh karenanya hubungan antara *surface storage* dengan air permukaan mempunyai hubungan yang berbanding terbalik. Semakin besar parameter *surface storage*, maka limpasannya akan semakin kecil, sebaliknya semakin kecil parameter *surface* storage, maka hasil air permukaan akan semakin besar. Dengan demikian, semakin besar parameter *surface storage*, maka semakin kecil skor Co. Adapun selengkapnya perhitungan skor Co untuk parameter *surface storage* tersaji pada Tabel 6. berikut.

Tabel 6. Perhitungan Run Off Coefficient Berdasarkan Surface Storage

No	Sub Sub DAS	Luas (km²)	% Total	Co
1	Bambang	321.23	25,55	15
2	Mungkung	324.91	25,84	10
3	Pepe	296.53	23,58	15
4	Samin	314.64	25,02	10

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014

Dari Tabel 6 tersebut terlihat bahwa sebaran skor *surface storage* bervariasi dari seluruh 4 klas skor Co. Adapun skor Co terkecil berada ada di 2 Sub sub DAS Bambang dan Mungkung, sedangkan terbesar berada di 2 sub sub DAS yaitu pepe dan Samin.

ISBN 978-602-71228-3-3

Potensi Air Permukaan (Co) Berdasarkan Variabel Penentu

Terdapat beberapa metode untuk memperkirakan sebaran banyaknya air permukaan. Hal ini lebih banyak ditentukan oleh ketersediaan data. Diantaranya adalah dengan pendekatan *koefisien runoff* (Co). Adapun koefisien limpasan *(runoff)* banyak dipengaruhi oleh kondisi permukaan lahan, diantaranya topografi, laju infiltrasi yang direpresentasikan dari tekstur tanah, tanaman penutup, dan timbunan permukaan lahan pada luasan tertentu. Umumnya Co dinyatakan dalam %. Suatu wilayah dengan Co 100% berarti seluruh permukaan lahan tersebut kedap air, seperti perkerasan aspal atau atap rumah. Namun demikian, Co merupakan kombinasi dari beberapa faktor, diantaranya seperti telah disebut di atas. Analisis Co dengan metode Cook,s di daerah penelitian difokuskan pada tahun 2014. Hal ini disesuaikan dengan ketersediaan data citranya. Hasil perhitungan Co disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Ninai Run Off Coefficient Tahun 2014

No	Sub Sub DAS	Tabel Cook's 2014				
		T	S	C	SS	Co (%)
1	Bambang	10,832	5,454	16,142	15	47,428
2	Mungkung	17,059	10,872	12,453	10	50,384
3	Pepe	14,390	9,101	12,845	15	51,336
4	Samin	15,175	12,879	15,055	10	53,109
	Jumlah	57,456	38,306	56,495	50	202,257

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014

Berdasarkan Tabel 7. dapat kita ketahui bahwa potensi air permukaan di daerah penelitian cukup tinggi. Semua Sub sub DAS hampir lebih dari 50%. Potensi air permukaan tertinggi terdapat di Sub sub DAS Samin dengan nilai Co sebesar 53,109% dan terendah terdapat di Sub sub DAS Bambang dengan total Co sebesar 47,428%. Berdasarkan Tabel 7. dapat diambil kesimpulan bahwa yang paling berpengaruh terhadap kondisi Co di daerah penelitian adalah faktor topografi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan dan analisis dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan-kesimpulan sebagai berikut:

1. Potensi air permukaan yang didasarkan atas analisis Co, maka potensi air permukaan tersebar dari 4 sub sub DAS yang diteliti mempunyai kisaran antara 47,428% sampai dengan 53,109%. Adapun potensi air permukaan terbesar terjadi di sub sub

   DAS Samin, sedangkan yang terkecil di sub sub DAS Bambang. Besarnya potensi air permukaan di sub sub DAS Samin banyak disumbang oleh kondisi topografi yang mempunyai kemiringan lereng 10%-<30%. Potensi energi air permukaan yang cukup tinggi di daerah penelitian seharusnya dapat dimanfaatkan dan dikelola seoptimal mungkin, sehingga energi tersebut tidak menimbulkan bencana seperti banjir, erosi, maupun tanah longsor.
2. Berdasarkan interpretasi citra landsat yang memperhitungkan peran 4 parameter permukaan lahan yaitu topografi, tanah, cover, dan surface storage, maka parameter topografi merupakan parameter yang paling banyak berpengaruh terhadap perubahan potensi air permukaan daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Anna, Alif Noor. 2010. Analisis Karakteristik Parameter Hidrologi Akibat Alih Fungsi Lahan di Daerah Sukoharjo Melalui Citra Landsat Tahun 1997 dengan Tahun 2002, Jurnal Geografi UMS: *Forum Geografi, volume 14, Nomor 1, Juli 2010***.** Surakarta: Fakultas Geografi UMS.

Engelen, G.B; F. Klosterman. 1996. Hydrological System Analysis Method and Applications. Kluwer Academic Publisher. London.

Majidi A, Moradi M, Vagharfard H, Purjenaie A. 2012. Evaluation of Synthetic Unit Hydrograph (SCS) and Rational Methods in Peak Flow Estimation (Case Study: Khoshehaye Zarrin Watershed, Iran). International Journal of Hydraulic Engineering 2012, 1(5): 43-47 DOI: 10.5923/j.ijhe.20120105.03. Iran: Natural Resources Faculty, Hormozgan Agricultural Sciences & Natural Resources University

ISBN 978-602-71228-3-3

Pawitan, Hidayat. 2002. Perubahan Penggunaan Lahan dan Pengaruhnya terhadap Daerah Aliran Sungai. Bogor: Laboratorium Hidrometeorologi FMIPA IPB.

Setyowati, Dewi Liesnoor. 2010. Hubungan Hujan dan Limpasan pada Sub DAS Kecil Penggunaan Lahan Hutan, Sawah, Kebun Campuran di DAS Kreo, Jurnal Geografi UMS: Forum Geografi, volume 14, Nomor 1, Juli 2010. Surakarta: Fakultas Geografi UMS.

Soewarno. 2000. Hidrologi Operasional. Bandung: Citra Aditya Bakti.

Sucipto. 2008. Kajian Sedimentasi di Sungai Kaligarang dalam Upaya Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Kaligarang Semarang. Semarang: Tesis Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana UNDIP

Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Andi. Yogyakarta.

Ugro Hari Murtiono, dkk (2001). Laporan Penelitian. Studi Karakteristik Hujan Dan Regim Sungai DAS. Surakarta: Balai Teknologi Pengelolaan DAS Departemen Kehutanan.

ISBN 978-602-71228-3-3

Kajian Status Mutu Sungai Sambong di Kabupaten Batang Menggunakan Metode Indeks Pencemaran

Danny Widyakusuma Hermawan
Program Studi Magister Ilmu Lingkungan
Jl.Imam Bardjo, No.5 Semarang
dannyglory@gmail.com
Sudarno
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
Munifatul Izzati
Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro, Semarang

ABSTRAK

Air sungai sebagai salah satu komponen lingkungan yang berfungsi penting bagi kehidupan manusia. Kualitas air sungai yang tercemar akan mengakibatkan kondisi lingkungan hidup menjadi buruk sehingga akan mempengaruhi kondisi kesehatan dan serta kehidupan makhluk hidup lainnya. DAS Sambong adalah bagian dari Satuan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai SWP DAS Banger Blukar. Sungai utama DAS Sambong adalah Sungai Sambong dengan panjang sungai 34,43 km. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi status mutu Sungai Sambong dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) sesuai Kepmen LH no. 115 tahun 2003. Data parameter kualitas air diperoleh dengan melakukan pengambilan sampel sesaat di 6 lokasi sepanjang aliran Sungai Sambong berdasarkan lokasi segmen. Sampel diuji di laboratorium terakreditasi dan data hasil pengujian digunakan untuk perhitungan nilai IP. Sungai Sambong menurut nilai IP masih belum memenuhi baku mutu air baku kelas I hingga Kelas III karena memiliki nilai tercemar ringan hingga tercemar sedang. Nilai IP meningkat dari segmen Kedung Dowo Kramat (titik 1) hingga segmen Seturi (titik 6), tingkat pencemaran terbesar (tercemar sedang untuk baku mutu Kelas I dan Kelas II) di sekitar segmen Aci Sekalong (titik 3) hingga segmen Seturi (titik 6). Kontribusi nilai IP yang tinggi ini disebabkan oleh nilai BOD, COD, H_2S, Total coliform dan Fecal coliform yang melampui baku mutu. Pencemaran Sungai Sambong yang meningkat pada segmen tersebut karena adanya banyak pemukiman penduduk serta kegiatan industri tapioka, industri galangan kapal, industri tepung ikan dan industri tahu yang berkontribusi dalam menghasilkan air limbah yang mencemari sungai tersebut.

Kata kunci : Kabupaten Batang, DAS, Sungai Sambong, Indeks Pencemaran

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin meningkatnya populasi manusia di muka bumi ini maka kebutuhan akan ketersediaan air tentunya akan meningkat pula. Hal ini disebabkan karena air merupakan salah satu kebutuhan yang mutlak bagi kehidupan manusia, baik untuk kebutuhan sehari-hari maupun untuk kegiatan industri. Peningkatan kegiatan pembangunan di berbagai bidang selain berdampak positif bagi perokonomian negara, hal ini juga berdampak negatif terhadap terhadap kerusakan lingkungan termasuk di dalamnya pencemaran sungai yang berasal dari limbah domestik maupun limbah non domestik seperti kegiatan industri. Limbah domestik maupun limbah industri yang langsung dibuang ke sungai tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu tentunya akan menyebabkan masalah bagi kesehatan lingkungan dan masyarakat di sekitar aliran sungai tersebut. Oleh karena itu pencemaran air sungai dan lingkungan sekitarnya perlu dikendalikan seiring dengan laju pembangunan agar fungsi sungai dapat dipertahankan kelestariannya. Pencemaran sungai terjadi apabila kualitas air sungai turun sampai tingkat tertentu sehingga tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukkannya (PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air). Di Indonesia, sebagian besar sungai-sungainya telah mengalami pencemaran. Status mutu sungai pada tahun 2008 dari 30 sungai di Indonesia, 86 % telah mengalami pencemaan dari tingkat tercemar ringan sampai tercemar berat (Keraf, 2010). Berdasarkan hasil pemantauan Kementerian Lingkungan Hidup terhadap 57 sungai besar di 33 provinsi pada tahun 2014 menunjukkan bahwa, 75% sungai di Indonesia mengalami tercemar berat, 22% sungai yang tercemar sedang dan 3% tercemar ringan. Penyebab

ISBN 978-602-71228-3-3

utama pencemaran sungai tersebut sebesar 60% disebabkan oleh limbah domestik. Tidak hanya masyarakat, perilaku sektor industri juga berperan dalam pencemaran sungai-sungai di Indonesia saat ini. Kondisi ini juga terjadi di Sungai Sambong, Kabupaten Batang, Provinsi Jawa Tengah.

Penurunan kualitas air sungai terjadi jika air tersebut tidak dapat digunakan sesuai dengan status mutu air secara normal. Status mutu air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan. Penentuan status mutu air dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan Metode Indeks Pencemaran (Kepmen LH No. 115 Tahun 2003). Indeks Pencemaran (IP) digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Indeks Pencemaran ditentukan untuk suatu peruntukan, kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai.

DAS Sambong adalah bagian dari Satuan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai SWP DAS Banger Blukar. Menurut BPDAS Pemali Jratun (2014), luas wilayah DAS Sambong seluas 20.931,34 ha atau sebesar 0,6165 % dari luas seluruh wilayah BPDAS Pemali Jratun. DAS Sambong memiliki keliling DAS sepanjang 80,15 Km. Sungai Utama DAS Sambong adalah Kali Sambong dengan panjang sungai 34,43 km. Letak geografis DAS Sambong terletak di bagian utara Jawa Tengah yang melintasi 2 kabupaten yaitu mulai dari yang terluas Kabupaten Batang (20.926,98 ha) dan Kabupaten Pekalongan (4,36 ha). Keberadaan Sungai Sambong saat ini kondisinya sangat memprihatinkan, hal ini disebabkan oleh keberadaan industri baik dalam skala kecil, menengah maupun besar yang berkontribusi langsung menyebabkan pencemaran pada Sungai Sambong ini. Kondisi fisik dari sungai ini sangat keruh dan berbau busuk sehingga airnya tidak dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan warga setempat. Apalagi saat musim kemarau, kondisi pencemaran sungai ini semakin parah yang disebabkan oleh sisa limbah dari sejumlah pabrik tekstil skala besar serta kecil dan home industri bergabung menjadi satu, selain buangan dari limbah domestik.

Berbagai macam kegiatan yang memanfaatkan air Sungai Sambong ini tentu saja menyebabkan kualitas airnya menurun sehingga perlu dilakukan pemantauan kualitas air Sungai Sambong terutama untuk mengetahui kondisi Sungai Sambong apakah layak untuk kegiatan tertentu. Dari hasil pemantauan Program kali bersih (Prokasih) yang dilaksanakan oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kabupaten Batang dengan laboratorium pengujian Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Semarang di Sungai Sambong dari tahun 2012 dan 2013 menunjukkan bahwa parameter yang sering melebihi Kriteria Mutu Air Kelas II menurut PP No. 82 Tahun 2001 adalah BOD, COD, DO, NO_2 dan H_2S.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan penelitian dalam penelitian ini mengkaji kondisi kualitas air sungai dan mengevaluasi status mutu Sungai Sambong dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003, serta kesesuaiannya terhadap baku mutu air sesuai peruntukannya.

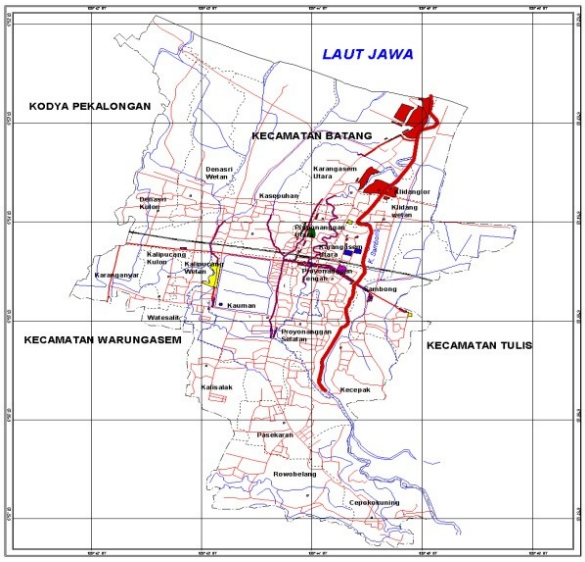
II. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dari kondisi kualitas air sungai Sambong. Penelitian dilakukan di Kecamatan Kramat dan Kecamatan Karangasem Selatan, Kabupaten Batang. Pengambilan sampel air dilakukan di Sungai Sambong. Penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai Mei 2015. Pengambilan sampel air sungai dilakukan dua kali yaitu pada Bulan Januari 2015 dan Mei 2015, sedangkan perwakilan musim kemarau menggunakan data sekunder yang dimiliki BLH Kota Batang.

Metode pengambilan sampel yang dilakukan dengan membagi daerah penelitian menjadi stasiun – stasiun yang diharapkan dapat mewakili karakteristik limbahnya. Penentuan titik pengambilan kualitas air sungai didasarkan pada pertimbangan kemudahan akses, biaya dan waktu sehingga ditentukan titik-titik yang dianggap mewakili kualitas air limbah domestik dan non domestik dan kualitas air sungai Sambong.

- Titik 1 : Bendung Kedungdowo, Proyonangan, Kramat, Batang
- Titik 2 : Jl. Jendral Sudirman, Karangasem Selatan, Batang
- Titik 3 : Dukuh Sekalong, Karangasem Selatan, Batang
- Titik 4 : Desa Klidang Wetan, Karangasem Selatan, Batang
- Titik 5 : Dukuh Karangsari, Karangasem Utara, Batang
- Titik 6 : Dukuh Seturi, Batang

ISBN 978-602-71228-3-3



Gambar 1. Gambaran Umum Sungai Sambong (BLH Kabupaten Batang)

Pengambilan sampel pada air sungai Sambong diambil dengan cara pengambilan sampel sesaat (*grab sample*). Sampel sesaat atau *grab sample* yaitu sampel yang diambil secara langsung dari badan air yang sedang dipantau, sampel ini hanya menggambarkan karakteristik air pada saat pengambilan sampel (Effendi, 2003). Berdasarkan karakteristik limbah domestik dan non domestik yang dibuang ke Sungai Sambong, maka parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi : Suhu, pH, DO, TSS, BOD, COD, NO_3, PO_4, Krom total, Phenol, Total Koliform dan Debit.

Data yang diperoleh dari hasil uji kualitas air sungai berupa parameter kimia maupun fisika dibandingkan terhadap baku mutu air yang telah ditetapkan. Baku mutu air sungai yang digunakan berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Penentuan status mutu air merupakan tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, penentuan status mutu air dapat menggunakan Metoda Storet atau Metoda Indeks Pencemaran (IP). Pada penelitian ini digunakan Metoda Indeks Pencemaran (IP).

Rumus yang digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran pada sungai digunakan rumus dibawah ini :

$$PI\ j = \sqrt{\frac{(ci/Lij)^2 M + (CI/liJ)^2 R}{2}}$$

dimana :

Lij = Kosentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukan air
Ci = Kosentrasi parameter kualitas air di lapangan
Pi = Indeks pencemaran bagi peruntukan
(Ci/Lij)R= Nilai, Ci/Lij rata-rata
(Ci/Lij)M= Nilai, Ci/Lij maksimum

Evaluasi terhadap nilai PI adalah :

$0 \leq Pij \leq 1{,}0$ → memenuhi baku mutu
$1{,}0 < PIj \leq 5{,}0$ → tercemar ringan
$5{,}0 < PIj \leq 10$ → tercemar sedang
$PIj > 10$ → tercemar berat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Kualitas Air Sungai Sambong

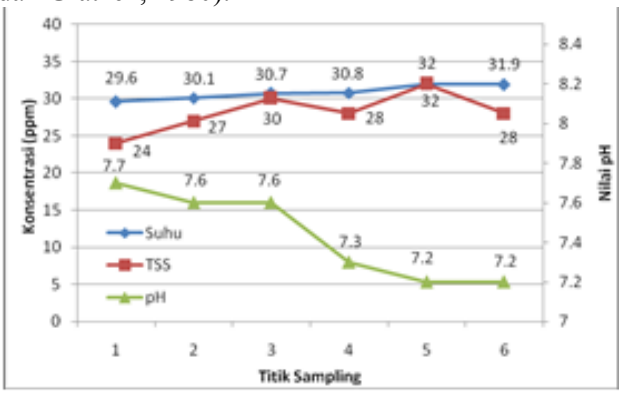
Analisis kualitas air dilakukan untuk mengetahui kesesuaian air untuk peruntukan tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air sesuai kelas air. Berdasarkan Peraturan Bupati Batang No. 3 tahun 2007, Sungai Sambong merupakan golongan air kelas IV, maka hasil pemantauan parameter fisika (suhu dan TSS) dan kimia (pH, DO, COD, BOD, , NO_3, PO_4, Krom total, Phenol, Total Koliform) pada masing-masing stasiun pengamatan dalam penelitian ini, selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu air kelas IV yang terdapat pada PP No.82 Tahun 2001. Hasil analisa terhadap masing-masing parameter adalah sebagai berikut :

3.1.1 Suhu

Berdasarkan hasil pemantauan parameter suhu air Sungai Sambong pada masing-masing titik sampling menunjukan bahwa tidak terjadi perbedaan yang terlalu besar yang berkisar antara 27,8 – 32,0^{O}C (Gambar 2). Suhu tertinggi terdapat pada Dukuh Karangsari (titik 5), sedangkan suhu terendah terdapat pada Bendung Kedungdowo (titik 1). Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas IV yang terdapat pada PP No.82 Tahun 2001 yaitu deviasi 3

ISBN 978-602-71228-3-3

dari keadaan alamiah, maka kondisi kualitas air Sungai Sambong ditinjau dari parameter suhu masih dalam batas baku mutu air sesuai peruntukannya. Suhu sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan (Effendi, 2003). Kenaikan suhu perairan juga menurunkan kelarutan oksigen dalam air, memberikan pengaruh langsung terhadap aktivitas ikan disamping akan menaikkan daya racun suatu polutan terhadap organisme perairan (Brown dan Gratzek, 1980).



Gambar 2. Hasil Pengujian Kualitas Sungai Sambong dengan Parameter Suhu, TSS dan pH

3.1.2 TSS (Total Suspended Solid)

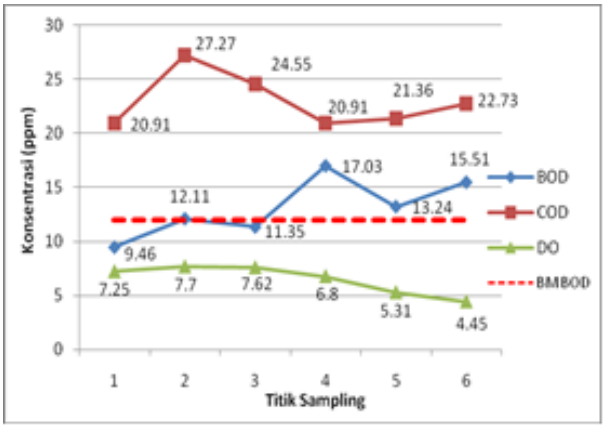
Berdasarkan hasil pemantauan parameter TSS air Sungai Sambong pada masing-masing titik sampling menunjukan bahwa tidak terjadi perbedaan yang terlalu besar yang berkisar antara 24 – 32 ppm (Gambar 2). Nilai TSS tertinggi terdapat pada Dukuh Karangsari (titik 5), sedangkan suhu terendah terdapat pada Bendung Kedungdowo (titik 1). Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas IV yang terdapat pada PP No.82 Tahun 2001 yaitu 400 ppm, maka kondisi kualitas air Sungai Sambong ditinjau dari parameter TSS masih dalam batas baku mutu air sesuai peruntukannya. Material tersuspensi memiliki efek yang kurang baik terhadap kualitas badan air karena dapat menyebabkan menurunkan kejernihan air dan dapat mempengaruhi kemampuan ikan untuk melihat dan menangkap makanan serta menghalangi sinar matahari masuk ke dalam air. Kandungan TSS dalam badan air sering menunjukan konsentrasi yang lebih tinggi pada bakteri, nutrien, pestisida, logam di dalam air (Margareth, 2009).

3.1.3 pH

Berdasarkan hasil pemantauan parameter pH air Sungai Sambong pada masing-masing titik sampling menunjukan bahwa tidak terjadi perbedaan yang terlalu besar yang berkisar antara pH 7,2 – 7,7 (Gambar 2). Nilai pH terendah terdapat pada Dukuh Karangsari (titik 5), sedangkan pH tertinggi terdapat pada Bendung Kedungdowo (titik 1). Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas IV yang terdapat pada PP No.82 Tahun 2001 yaitu berkisar pH 6 - 9, maka kondisi kualitas air Sungai Sambong ditinjau dari parameter pH masih dalam batas baku mutu air sesuai peruntukannya.

3.1.4. DO

Berdasarkan hasil pemantauan parameter DO air Sungai Sambong pada masing-masing titik sampling menunjukan bahwa nilai DO berkisar antara 4,45 – 7,7 ppm (Gambar 3). Nilai DO terendah terdapat pada Dukuh Seturi (titik 6), sedangkan DO tertinggi terdapat pada jl Jendral Sudirman (titik 2). Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas IV yang terdapat pada PP No.82 Tahun 2001 yaitu minimal 0 ppm, maka kondisi kualitas air Sungai Sambong ditinjau dari parameter DO masih dalam batas baku mutu air sesuai peruntukannya. Kandungan oksigen terlarut di dalam perairan berperan dalam menguraikan komponen-komponen kimia menjadi komponen yang lebih sederhana. Oksigen memiliki kemampuan untuk beroksida dengan zat pencemar seperti komponen organik sehingga zat pencemar tersebut tidak membahayakan. Oksigen juga diperlukan oleh mikroorganisme, baik yang bersifat aerob serta anaerob, dalam proses metabolisme. Dengan adanya oksigen dalam air, mikroorganisme semakin giat dalam menguraikan kandungan dalam air (Wetzel, 2001).



Gambar 3. Hasil Pengujian Kualitas Sungai Sambong dengan Parameter BOD, COD, DO

3.1.5. Chemical Oxygen Demand (COD)

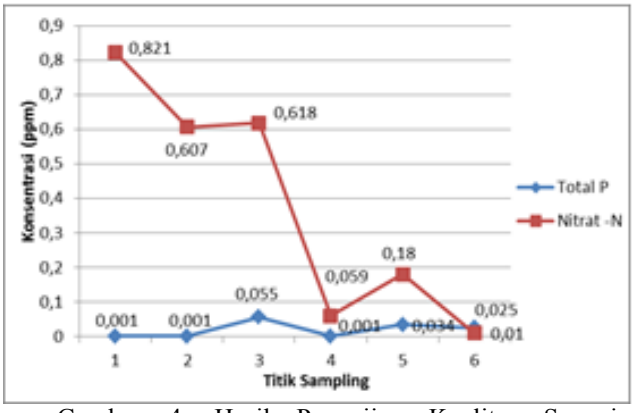
Berdasarkan hasil pemantauan parameter COD air Sungai Sambong pada masing-masing titik

ISBN 978-602-71228-3-3

sampling menunjukan bahwa tidak terjadi perbedaan yang terlalu besar yang berkisar antara 20,91 - 27,27 ppm (Gambar 3). Nilai COD terendah terdapat pada Bendung Kedungdowo (titik 1), sedangkan COD tertinggi terdapat pada jl Jendral Sudirman (titik 2). Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas IV yang terdapat pada PP No.82 Tahun 2001 yaitu 100 ppm, maka kondisi kualitas air Sungai Sambong ditinjau dari parameter COD masih dalam batas baku mutu air sesuai peruntukannya.

3.1.6. Biochemical oxygen demand (BOD)

Berdasarkan hasil pemantauan parameter BOD air Sungai Sambong pada masing-masing titik sampling menunjukan bahwa tidak terjadi perbedaan yang terlalu besar yang berkisar antara 9,460 – 17,03 ppm (Gambar 3). Nilai BOD terendah terdapat pada Bendung Kedungdowo (titik 1), sedangkan BOD tertinggi terdapat pada Desa Klidang Wetan (titik 4). Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas IV yang terdapat pada PP No.82 Tahun 2001 yaitu 12 ppm, maka kondisi kualitas air Sungai Sambong ditinjau dari parameter BOD sudah melampaui batas baku mutu air sesuai peruntukannya pada jl Jendral Sudirman; 12,11 ppm (titik 2), Desa Klidang Wetan; 17,03 ppm (titik 4), Dukuh Karangsari; 13,24 ppm (titik 5), Dukuh Seturi; 15,51 ppm (titik 6). BOD merupakan parameter untuk mengetahui jumlah O_2 yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mengurai hampir semua zat organik yang terlarut dan tersuspensi dalam perairan atau air limbah. Nilai BOD yang tinggi pada sungai menunjukkan bahwa terdapat kandungan senyawa organik yang tinggi dalam perairan tersebut (Salmin, 2005). Peningkatan nilai BOD dalam air Sungai Sambong dari hulu ke hilir menunjukkan bahwa sungai tersebut telah mengalami pencemaran terutama di daerah tengah hingga hilir sungai mengingat pada titik 4 dan titik 5 selain aktivitas penduduk juga terdapat aktivitas home industri tahu, tapioka dan batik. Sedangkan pada titik 5 dan titik 6 banyak juga mulai banyak industri galangan kapal laut yang semuanya itu belum memiliki IPAL.



Gambar 4. Hasil Pengujian Kualitas Sungai Sambong dengan Parameter Total P dan Nitrat

3.1.7. Total Phospat (PO_4)

Berdasarkan hasil pemantauan parameter total Phospat air Sungai Sambong pada masing-masing titik sampling menunjukan bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan yang berkisar antara <0,001 - 0,055 ppm (Gambar 4). Nilai total Phospat terendah terdapat pada hulu Sungai Sambong, semakin ke hilir nilai total Phospat semakin meningkat. Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas IV yang terdapat pada PP No.82 Tahun 2001 yaitu 5 ppm, maka kondisi kualitas air Sungai Sambong ditinjau dari parameter total Phospat masih dalam batas baku mutu air sesuai peruntukannya. Nilai total Phospat yang fluktuatif di Sungai Sambong ini dikarenakan banyaknya pemukiman penduduk di sekitar Sungai Sambong yang umumnya menggunakan detergen. Penggunaan deterjen yang mengandung surfaktan seperti A*lkyl Benzene Sulphonate* (ABS) dan *Linear Alkylbenzene Lulphonate* (LAS) dalam jumlah berlebih akan menghasilkan limbah detergen yang jika langsung dibuang ke sungai maka akan dapat meningkatkan senyawa fosfat pada air sungai tersebut (Widyakusuma, 2007).

3.1.8. Nitrat (NO_3)

Berdasarkan hasil pemantauan parameter Nitrat air Sungai Sambong pada masing-masing titik sampling menunjukan bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan yang berkisar antara <0,010 - 0,821 ppm (Gambar 4). Nilai Nitrat terdapat terdapat pada hulu Sungai Sambong, semakin ke hilir nilai Nitrat semakin menurun. Hal ini dikarenakan pada hulu Sungai Sambong masih dijumpai aktivitas pertanian yang menggunakan pupuk yang mengandung Nitrogen. Penurunan Nitrat menuju hilir ini disebabkan oleh adanya proses pengenceran sepanjang aliran Sungai Sambong sehingga

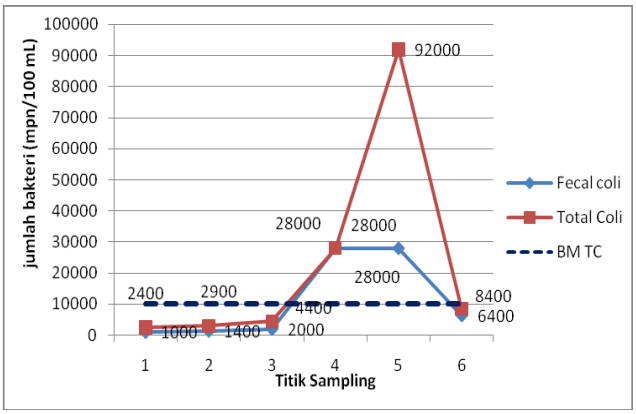
ISBN 978-602-71228-3-3

kosentrasi Nitrat mengalami penurunan Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas IV yang terdapat pada PP No.82 Tahun 2001 yaitu 20 ppm, maka kondisi kualitas air Sungai Sambong ditinjau dari parameter Nitrat masih dalam batas baku mutu air sesuai peruntukannya. bakteri *Nitrosomonas* akan mengubah amonia menjadi Nitrit. Selanjutnya bakteri *Nitrobacter* akan mengubah nitrit menjadi nitrat yang siap digunakan oleh tumbuhan sebagai bahan baku asam amino pembentuk protein. Protein yang telah dibentuk oleh tumbuhan dapat dikonsumsi oleh hewan untuk kelangsungan hidupnya. Proses pengubahan amonia menjadi nitrit yang dilanjutkan menjadi nitrat disebut dengan proses Nitrifikasi. Sumber nitrat pada air sungai dapat berasal dari limbah pertanian dan limbah domestik maupun oksidasi Nitrit oleh bakteri *Nitrobacter* (Michael, 2002).

3.1.9. Total Koliform

Berdasarkan hasil pemantauan parameter Total Koliform air Sungai Sambong pada masing-masing titik sampling menunjukan bahwa tidak terjadi perbedaan yang terlalu besar yang berkisar antara 2400 - 92.000 mpn/100 mL (Gambar 5). Nilai Total Koliform terendah terdapat pada Bendung Kedungdowo (titik 1), sedangkan nilai Total Koliform semakin meningkat pada bagian hilir sungai. Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas IV yang terdapat pada PP No.82 Tahun 2001 yaitu 10.000 mpn/100 mL, maka kondisi kualitas air Sungai Sambong ditinjau dari parameter Total Koliform sudah melampaui batas baku mutu air sesuai peruntukannya pada Desa Klidang Wetan; 28.000 mpn/100 mL (titik 4), Dukuh Karangsari; 92.000 mpn/100 mL (titik 5).

Tingginya nilai koliform ini disebabkan oleh tingginya aktivitas pemukiman di segmen sungai tersebut yang membuang limbah MCK langsung ke sungai tanpa melalui septik tank. Rendahnya tingkat kesadaran penduduk tentang pentingnya sanitasi yang baik inilah yang berkontribusi langsung dalam meningkatkan jumlah bakteri koliform (total koliform dan fekal koliform) di sungai, termasuk di Sungai Sambong. Berkurangnya nilai Total Koliform pada perairan muara dan pantai disebabkan oleh ketidakmampuan bakteri koliform hidup dan berkembang biak di lingkungan perairan muara dan pantai yang memiliki kadar garam yang tinggi (Tri et al., 2004). Jumlah koliform total dapat memberikan indikasi umum kondisi sanitasi dari suatu pasokan air. Total koliform ini termasuk bakteri yang dapat ditemukan di lingkungan tanah dan air yang telah terpengaruh oleh air permukaan serta limbah pembuangan kotoran manusia dan hewan (Lay dan Hastowo, 2000). Contoh bakteri koliform antara lain *Escherichia coli, Salmonella spp., Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella,* dll (Pracoyo, 2006).



Gambar 5. Hasil Pengujian Kualitas Sungai Sambong dengan Parameter Total Koliform dan Fecal Coliform

3.2 Analisa Status Mutu Air Sungai Sambong

Berdasarkan Metode Indeks Pencemaran (IP) pada Tabel 1 diketahui bahwa Sungai Sambong hanya memenuhi baku mutu air kelas IV pada segmen Kedung Dowo Kramat (titik 1) sampai Aci Sekalong (titik 3). Sedangkan Sungai Sambong pada titik 4 hingga titik 6 sudah tidak sesuai untuk peruntukan air kelas IV. Sehingga Sungai Sambong memerlukan upaya pengelolaan air supaya sungai tersebut dapat dimanfaatkan sesuai peruntukannya. Berdasarkan metode IP, Sungai Sambong masih belum memenuhi baku mutu air baku kelas I hingga Kelas III karena memiliki nilai tercemar ringan hingga tercemar sedang.

Tabel 1. Status Mutu Air Sungai Sambong

Lokasi	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
Titik 1	Ringan	Ringan	Ringan	BM
Titik 2	Ringan	Ringan	Ringan	BM
Titik 3	Sedang	Ringan	Ringan	BM
Titik 4	Sedang	Sedang	Ringan	Ringan
Titik 5	Sedang	Sedang	Ringan	Ringan
Titik 6	Sedang	Ringan	Ringan	Ringan

Sumber pencemar utama pada Sungai Sambong di Jl. Jendral Sudirman, Karangasem Selatan, Batang didominasi oleh limbah domestik yang berasal dari sampah rumah tanggga. Pada Sungai Sambong di Dukuh Sekalong, Karangasem Selatan, Batang didominasi oleh adanya limbah domestik

ISBN 978-602-71228-3-3

dan limbah home industri tapioka. Pada Desa Klidang Wetan, Karangasem Selatan, Batang didominasi oleh kegiatan home industri tahu dan tapioka serta limbah domestik. Sedangkan pada Dukuh Karangsari dan Dukuh Seturi, Batang banyak didominasi oleh kegiatan rumah tangga serta industri galangan kapal dan industri tepung ikan yang berpotensi dalam menghasilkan limbah yang dibuang ke Sungai Sambong, Batang.

Limbah domestik ini dihasilkan dari sisa pembuangan makanan, sisa barang-barang yang sudah tidak terpakai, air bekas mencuci atau mandi dan kotoran yang berasal dari tubuh manusia seperti feses dan urin (Sastrawijaya, 2000). Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 yang dimaksud dengan air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate),* rumah makan (restoran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Limbah yang dihasilkan oleh kegiatan perkotaan di Indonesia sebagian besar tanpa melalui proses pengolahan sebelum dibuang langsung ke sungai. Besarnya limbah domestik di sungai perkotaan yang dihasilkan oleh rumah tangga, dengan ciri utama berupa tingginya nilai BOD yang disebabkan oleh keberadaan kandungan bahan organik yang berkisar antara 50 – 75 %, sedangkan sisanya berasal dari kegiatan industri (Mukhtasor, 2007). Supaya kualitas air Sungai Sambong dapat memenuhi baku mutu kelas IV maka diperlukan upaya pengelolaan air, sehingga kualitas air Sungai Sambong dapat dimanfaatkan sesuai peruntukannya. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan cara :

- Melakukan sosialisasi kepada masyarakat di sekitar Sungai Sambong tentang pentingnya sanitasi lingkungan yang baik. Sehingga masyarakat di sekitar sungai tidak membuang langsung limbah rumah tangga maupun limbah kegiatan industrinya ke sungai. Sungai yang telah mengalami pencemaran pada akhirnya akan merugikan masyarakat di sekitar sungai, terutama berdampak pada kesehatan masyarakat sekitar.
- Melakukan pengelolaan limbah sebelum dibuang ke sungai. Hal ini dapat dilakukan dengan cara membuat IPAL komunal untuk mengolah air limbah domestik mulai dari hulu hingga hilir sungai. Selain itu pengelolaan Sungai Sambong dapat dilakukan dengan cara membuat IPAL komunal untuk industri kecil (IPAL komunal home industri tahu, industri tepung ikan, dan industri galangan kapal) di sepanjang sungai tersebut.
- Menetapkan daya tampung beban pencemaran. Menurut menurut Kepmen Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003, penetapan daya tampung beban pencemaran merupakan pelaksanaan pengendalian pencemaran air yang menggunakan pendekatan kualitas air. Pendekatan ini bertujuan mengkontrol zat pencemar yang berasal dari berbagai sumber pencemar yang masuk ke dalam sumber air dengan mempertimbangkan kondisi intrinsik sumber air dan baku mutu air yang ditetapkan. Hasil penetapan daya tampung beban pencemaran dapat dipergunakan sebagai bahan pertimbangan dalam berbagai kebijakan, beberapa diantaranya adalah :
  - Penetapan rencana tata ruang
  - Pemberian izin usaha dan/atau kegiatan yang lokasinya secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi kualitas sumber air
  - Pemberian izin lingkungan yang berkaitan dengan pembuangan air limbah ke sumber air
  - Penetapan mutu air sasaran serta kebijakan pengendalian pencemaran air.

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

- Kondisi kualitas air Sungai Sambong ditinjau dari parameter BOD dibandingkan dengan baku mutu air kelas IV yang terdapat pada PP No.82 Tahun 2001 sudah melampaui batas baku mutu air sesuai peruntukannya pada mulai dari jl Jendral Sudirman (titik 2), Desa Klidang Wetan (titik 4), Dukuh Karangsari (titik 5) hingga Dukuh Seturi (titik 6).
- Sungai Sambong berdasarkan Metode Indeks Pencemaran hanya memenuhi baku mutu air kelas IV pada segmen Kedung Dowo Kramat (titik 1) sampai Aci Sekalong (titik 3). Sedangkan Sungai Sambong pada titik 4 hingga titik 6 sudah tidak sesuai untuk peruntukan air kelas IV.

DAFTAR PUSTAKA

Brown, EE dan Gratzek, JB, 1980, *Fish Farming Handbook*, Avi Publishing Company, Connecticdut

Effendi, H. 2003, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*, Yogyakarta, Penerbit Kanisius

ISBN 978-602-71228-3-3

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air

Lay, B.W & S. Hastowo, 2000, *Mikrobiologi*, Rajawali Press, Jakarta

Michael H. G. 2002. *Nitrification and Denitrification in the Activated Sludge Process*, New Jersey, John Wiley & Sons, inc

Mukhtasor, 2007, *Pencemaran Pesisir dan Laut*, Jakarta, Pradnya Paramita

Margareth, P, 2009, *Analisa Kadar Total Suspended Solid (TSS), Amoniak (NH_3), Sianida dan Sulfida pada Limbah Cair Bapedaldasu,* Medan, Universitas Sumatera Utara

Odum, E.P, 1996, *Dasar – Dasar Ekologi*. Alih Bahasa, Cahyono,S, FMIPA IPB, Gadjah Mada University Press

Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Pracoyo NE et al, 2006, *Penelitian bakteriologik air minum isi ulang di daerah Jabotabek*, Cermin Dunia Kedokteran 152:37-40

Salmin, 2005, *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator 4ntuk Menentukan Kualitas Perairan,* Jurnal Oseana, Volume XXX, Nomor 3, pp : 21-26

Sastrawijaya, A.T, 2000, *Pencemaran Lingkungan,* Jakarta, Rineka Cipta

Tri, YA., Tony B., Ocky KR., Agus, S. 2004. *Kandungan Koprostanol dan Bakteri Coliform Pada Lingkungan Perairan Sungai, Muara, dan Pantai di Banjir Kanal Timur, Semarang Pada Monsun Timur,* Jurnal Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang. Maret 2004, Vol 9 (I) : 54-60

Wetzel, R.G. 2001, *Limnology Lake and River Ecosystems*, Third Edition, Academic Press, San Diego, California

Widyakusuma, Danny, 2007, *Potensi Konsorsium Strain-Strain Bakteri Anggota Pseudomonas Pembentuk Biofilm dalam Mendegradasi Linear Alkylbenze Sulfonat (LAS)*, Skripsi, Malang, Universitas Brawijaya

Wisnu, A, W. 2004, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Yogyakarta, Penerbit Andi

ISBN 978-602-71228-3-3

Analisis Indeks Dan Status Keberlanjutan Pengelolaan Lubang Resapan Biopori Di Kelurahan Srondol Wetan Kota Semarang

Elesvera Destry[1)], Hartuti Purnaweni[2)], Syafrudin Syafrudin[3)]
[1)]Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro
[2)] Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro
[3)]Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Imam Bardjo SH No 5 Tembalang, Semarang 50275 (024)8453635
Email : elesveradestryst@yahoo.co.id

ABSTRAK

Lubang Resapan Biopori (LRB) adalah salah satu upaya dalam konservasi sumber daya air yang berkelanjutan. Salah satu langkah yang dilakukan Pemerintah Kota Semarang melalui Badan Lingkungan Hidup sejak tahun 2011 sampai dengan 2013 dalam rangka upaya konservasi sumber daya air, menghadapi perubahan iklim serta mengurangi masalah sampah perkotaan adalah dengan pembuatan LRB di masyarakat Kota Semarang. Untuk itu perlu dilakukan evaluasi keberlanjutan pengelolaan LRB di Kota Semarang khususnya di Kelurahan Srondol Wetan sebagai salah satu daerah resapan air. Tujuan Penelitian ini (1) mengkaji status keberlanjutan pengelolaan LRB ditinjau dari aspek ekologi, ekonomi, sosial, teknologi serta hukum dan kelembagaan (2)mengkaji atribut yang berpengaruh terhadap status keberlanjutan. Metode penelitian yang digunakan untuk menentukan status keberlanjutan adalah Rap-Biopore dan analisis Pareto untuk menentukan atribut yang berpengaruh terhadap indeks keberlanjutan pengelolaan LRB. Hasil penelitian menunjukan untuk dimensi ekologi kurang berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan 40,79, dimensi ekonomi kurang berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan 38,77, dimensi sosial kurang berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan 37,29, dimensi teknologi kurang berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan 39,72 dan dimensi hukum dan kelembagaan kurang berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan 31,15. Atribut yang berpengaruh terhadap status keberlanjutan dimensi ekologi berupa permeabilitas, suhu, tekstur dan curah hujan. Dimensi ekonomi dipengaruhi atribut peran LRB terhadap ekonomi. Dimensi sosial dipengaruhi oleh atribut yaitu ketersediaan informasi tentang LRB dan persepsi masyarakat tentang LRB.. Dimensi Teknologi dipengaruhi atribut singkronisasi jumlah ideal LRB dilapangan, akses teknologi, manfaat LRB terhadap banjir dan kekeringan. Dimensi Hukum dan Kelembagaan atribut yang mempengaruhi yakni ketersediaan regulasi tentang LRB). Dari 28 atribut yang dianalisis terdapat 12 atribut sensitif sehingga diperlukan upaya perbaikan terhadap atribut sensitif untuk meningkatkan indeks dan status keberlanjutan pengelolaan LRB di masyarakat Kelurahan Srondol Wetan. Upaya perbaikan dengan peningkatan pengawasan dan pendampingan, pembuatan bank kompos, peningkatan sosialisasi dari pemerintah, ketersediaan regulasi tentang LRB, serta penentuan letak dan jumlah ideal LRB di masyarakat.

***Kata Kunci** : Biopori, indeks keberlanjutan, konservasi sumber daya air, rap biopore, Pareto*

I. PENDAHULUAN

Masalah lingkungan terus menjadi perhatian dunia saat ini. Isu lingkungan paling dominan beberapa tahun terakhir ini adalah isu pemanasan global beserta semua kaitan permasalahannya. Pemanasan global membangkitkan fenomena perubahan iklim yang pada gilirannya menjadi biang bencana lingkungan dari skala paling kecil sampai dengan bencana lingkungan dahsyat yang berpotensi menghancurkan kehidupan di bumi. Bencana itu antara lain berupa badai yang dari tahun ke tahun semakin ganas, iklim yang tidak lagi stabil, munculnya fenomena- fenomena la niana atau el nino, temperatur yang meningkat, kenaikan muka air laut, mencairnya es di kutub, banjir dan sebagainya.

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk membantu memecahkan masalah lingkungan yang kian kompleks. Isu dominanan lingkungan lainnya adalah masalah sampah perkotaan. Penanganan sampah selama ini masih menggunakan paradigma lama, yaitu sampah hanya dikumpulkan, diangkut dan dibuang begitu saja *(open dumping)* dan dibakar sembarangan,

ISBN 978-602-71228-3-3

menimbulkan dampak lepasnya *gas methane* (CH_4) ke udara sehingga ikut memicu terjadinya pemanasan global & perubahan iklim. Isu- isu lingkungan tersebut tidak lepas dari masalah peningkatan jumlah penduduk setiap tahunnya. Akibatnya kebutuhan lahan juga meningkat seiiring pertumbuhan penduduk dan kegiatan sosial ekonomi. Sejalan dengan permintaan dan pemenuhan kebutuhan lahan, terjadi pergeseran fungsi atau alih fungsi yang terjadi di kawasan perkotaan dan pinggiran yaitu lahan yang tadinya diperuntukkan sebagai kawasan hutan, daerah resapan air, /pertanian dan perkebunan, berubah fungsi menjadi kawasan komersial.

Adapun potensi dampak yang dapat terjadi akibat perubahan penggunaan lahan tersebut adalah timbulnya dan dominannya limpasan permukaan meliputi rusaknya lahan produktif/erodibilitas lahan (pertanian/perkebunan, ladang dan tegalan), dan banjir/genangan lokal di berbagai kawasan permukiman. Apabila dikaitkan dengan terjadinya banjir yang disebabkan oleh rendahnya kemampuan infiltrasi tanah, sehingga menyebabkan tanah tidak mampu lagi menyerap air. Selain itu, terjadinya banjir juga dapat disebabkan oleh limpasan permukaan yang meluap dan volumenya melebihi kapasitas pengaliran sistem drainase atau sistem aliran sungai (Haryani, et al., 2008).

Tujuan Penelitian adalah (1)untuk mengkaji status keberlanjutan pengelolaan Lubang Resapan Biopori ditinjau dari aspek ekologi, ekonomi, sosial, teknologi serta hukum dan kelembagaan. (2) mengkaji atribut yang berpengaruh terhadap status keberlanjutan. Metode penelitian yang digunakan untuk menentukan status keberlanjutan adalah Rap-Biopore dan analisis pareto untuk menentukan atribut yang berpengaruh terhadap indeks keberlanjutan

II. METODE PENELITIAN

I. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah adalah Kelurahan yang telah melaksanakan program Lubang Resapan Biopori. Dasar pemilihan Kelurahan Srondol Wetan diantaranya adalah wilayah Kelurahan Srondol Wetan merupakan daerah recharge area Kota Semarang.

II. Data dan Analisis

Dalam Penelitian ini jenis data dibagi dua yaitu Data Primer dan Data Sekunder. Data Primer adalah data yang diperoleh langsung dari obyek penelitian sesuai dengan ruang lingkup yang diteliti. Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari obyek penelitian, baik dokumen maupun publikasi yang menunjang pokok pembahasan penelitian (Danim, Sudarwanto, 2002). Sumber data primer yaitu masyarakat Kelurahan dan orang yang memeiliki kompentensi untuk memberikan keteranagan yang relevan dengan tema penelitian. Yang termasuk dalam hal ini adalah pengurus RT/RW, BLH Kota Semarang, masyarakat penerima bantuan, pejabat Kelurahan, Pelaksana/Pendamping, Akedemisi. Pengambilan data dilakukan dengan wawancara dan kuisoner. Disamping itu dilakukan pengujian Laboratorium Tanah dan Uji Kualitas Air Tanah untuk kondisi terkini lokasi penelitian.

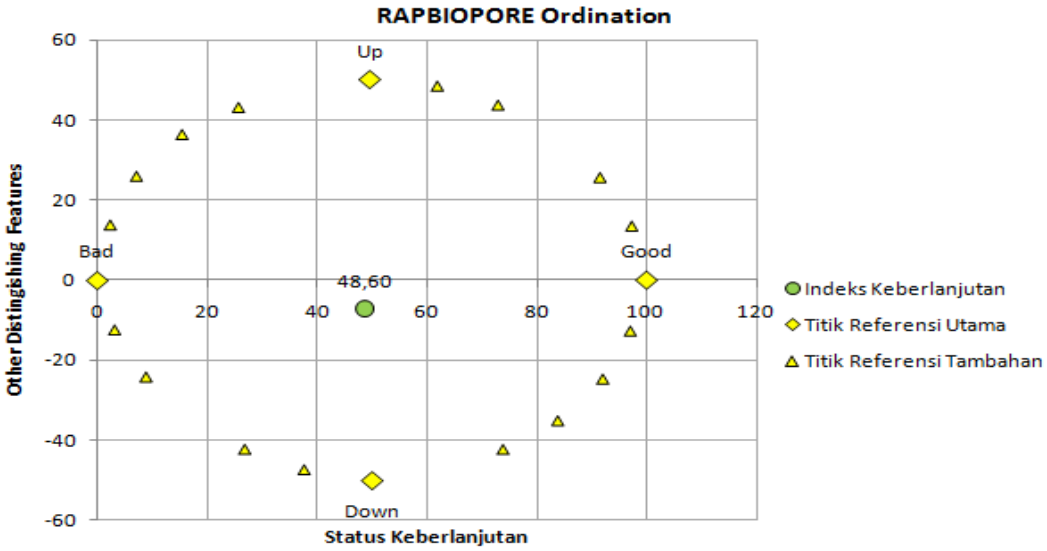
Dalam melakukan analisis keberlanjutan metode yang dipergunakan adalah Rap-Biopore yang merupakan modifikasi dari Rap-Biopore (Rapid Apraissal fishery)(Mulyaningsih,2014). Menurut Fauzi dan Anna tahun 2005, Rap-Fish adalah suatu teknik multi-disiplinary untuk mengevaluasi Comparative sustainability berdasarkan berbagai dimensi yang diturunkan menjadi sejumlah atribut/indikator untuk dilakukan scoring. Setiap indikator dalam variabel pengelolaan biopori diberi scoring dalam skala mulai dari 1 – 5 dan 1 – 2 yang diartikan dari keadaan buruk sampai baik. Semakin besar nilai, maka dapat diartikan bahwa semakin mendukung keberlanjutan pengelolaan LRB di Kota Semarang. Hasil dari Rap-Biopore kemudian di analisis menggunakan pareto sehingga didapatkan hasil atribut sensitif setiap dimensi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Indek dan Status Keberlanjutan Multi Dimensi

Hasil Analisis Secara Rap-biopore multidimensi, Indek keberlanjutan pengelolaan lubang resapan biopori (LRB) di Kelurahan Srondol Wetan kurang berkelanjutan dengan nilai indek keberlanjutan sebesar 48,60 (kurang berkelanjutan). Pengelolaan Lubang Resapan Biopori kurang berkelanjutan dengan 12 atribut sensitif. Sehingga masih diperlukan pengelolaan ataupun perbaikkan terutama terhadap atribut–atribut dimensi keberlanjutan yang memiliki pengaruh signifikan terhadap keberlanjutan Hasil analisis dilihat pada gambar 1.

ISBN 978-602-71228-3-3

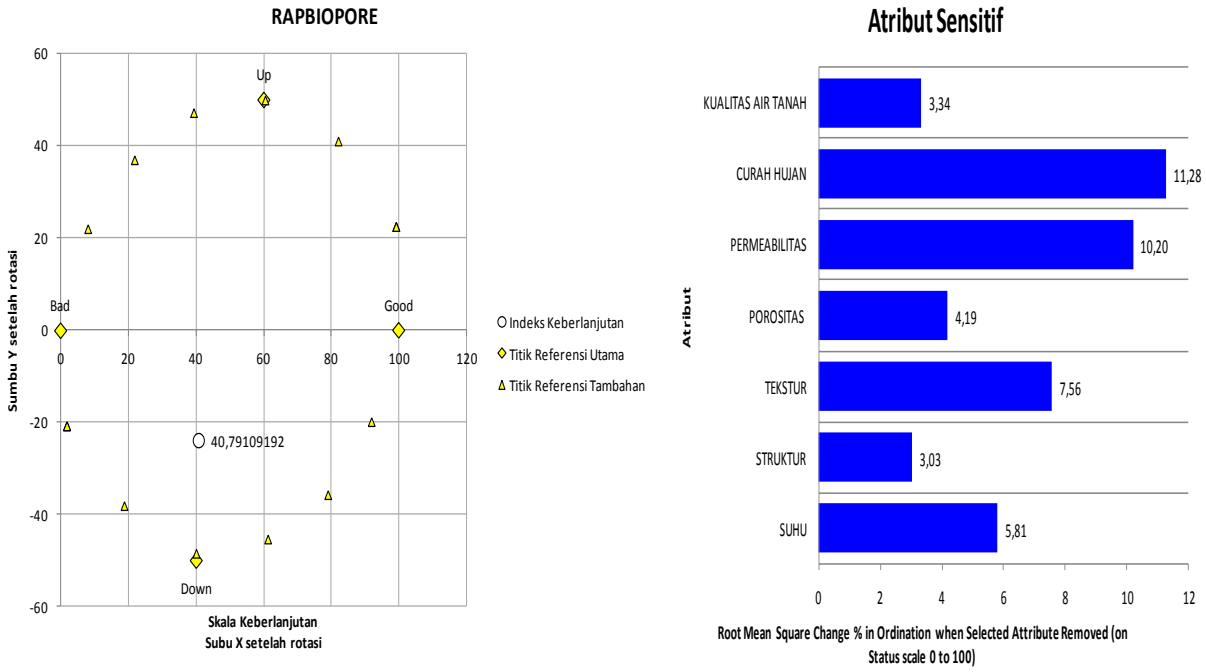


Gambar1. Indeks Keberlanjutan Multidimensi Rap Biopore Pengelolaan LRB di Kel. Srondol Wetan

B. Indek dan Status Keberlanjutan Dimensi Ekologi

Dimensi ekologi menggambarkan kondisi lingkungan wilayah pengelolaan LRB beserta proses–proses alami didalamnya yang secara operasional diterjemahkan melalui tujuh atribut. Berdasarkan hasil analisis dengan pareto didapat atribut yang sensitif yang memberikan pengaruh terhadap tingkat keberlanjutan pengelolaan LRB pada dimensi ekologi yaitu permeabilitas, suhu, tekstur dan curah hujan. Berdasarkan hasil analisis Laboratorium permeabilitas di lokasi penelitian sangat lambat yaitu <1mm, suhu 27^0, porositas 50%, dan rata-rata curah hujan tinggi yaitu 145mm/jam. Oleh karena itu 4 atribut sensitif tersebut perlu mendapat perhatian khusus untuk menaikkan status keberlanjutan pengelolaan LRB di Keluruhan Srondol Wetan. Berdasarkan hasil analisa MDS, diperoleh nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi Kelurahan Srondol Wetan 40,79% (seperti terlihat dalam gambar a.). Nilai indeks dimaksud termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan dan berarti bahwasanya pengelolaan LRB di bidang ekologi belum memberikan dampak yang cukup bagus terhadap perkembangan ekologi di Kelurahan Srondol Wetan. Berdasarkan Kavanagh dan Pitcher (2004), hasil analisis dianggap cukup akurat dan dapat dipertanggungjawabkan jika nilai stress lebih kecil dari 0,25 dan nilai koefisien determinasi (R2) mendekati 1. Hasil analisis menggunakan software Rapfish menunjukkan bahwa pada dimensi ekologi yang dikaji cukup akurat dan dapat dipertangungjawabkan, dimana nilai stress sebesar 0,13 dan nilai koefisien determinasi 0,94.

ISBN 978-602-71228-3-3



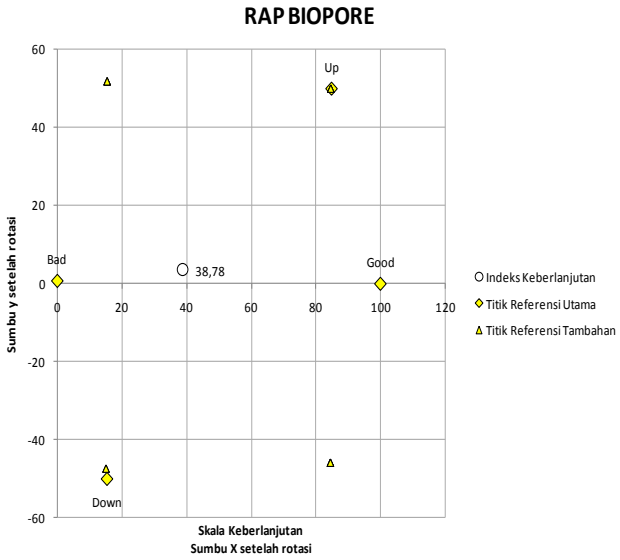
(a) (b)

Gambar (a) Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekologi ;(b) Atribut sensitif pada dimensi ekologi

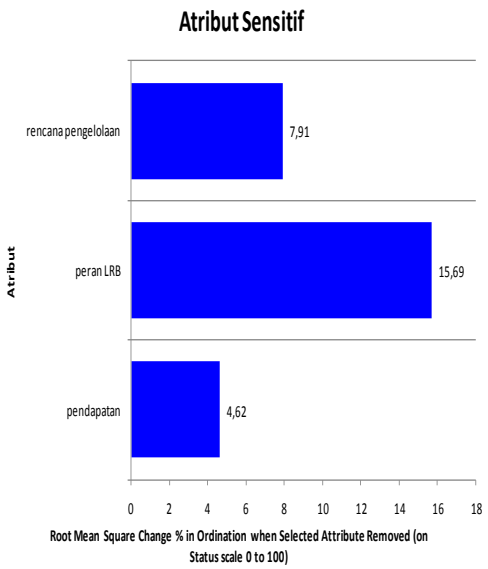
C. Indek dan Status Keberlanjutan Dimensi Ekonomi

Dimensi ekonomi menggambarkan bagaimana pengelolaan LRB di Kelurahan Srondol Wetan berpengaruh terhadap ekonomi masyarakat di kelurahan tersebut melalui tiga atribut. Berdasarkan hasil analisis Pareto didapat atribut yang sensitif yang memberikan pengaruh terhadap tingkat keberlanjutan pengelolaan LRB pada dimensi ekonomi yaitu peran LRB dalam meningkatkan pendapatan masyarakat. Berdasarkan hasil analisis dilapangan, peran LRB terhadap peningkatan penghasilan masyarakat belum terlihat. Oleh karena itu atribut sensitif tersebut perlu mendapat perhatian khusus untuk menaikkan status keberlanjutan pengelolaan LRB di Keluruhan Srondol Wetan misalnya dengan pembuatan Bank Kompos kemudian menggalakan pembuatan pupuk kompos yang bisa dijual oleh masyarakat. Berdasarkan hasil analisa MDS, diperoleh nilai indeks keberlanjutan dimensi ekonomi Kelurahan Srondol Wetan 38,78% (seperti terlihat dalam gambar a.). Nilai indeks dimaksud termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan dan berarti pengelolaan LRB di bidang ekonomi kurang memberikan dampak terhadap ekonomi masyarakat di Kelurahan Srondol Wetan. Berdasarkan Kavanagh dan Pitcher (2004), hasil analisis dianggap cukup akurat dan dapat dipertanggungjawabkan jika nilai stress lebih kecil dari 0,25 dan nilai koefisien determinasi (R2) mendekati 1. Hasil analisis menggunakan software Rapfish menunjukkan bahwa pada dimensi ekologi yang dikaji cukup akurat dan dapat dipertangungjawabkan, dimana nilai stress sebesar 0,17 dan nilai koefisien determinasi 0,92.

ISBN 978-602-71228-3-3



(a)



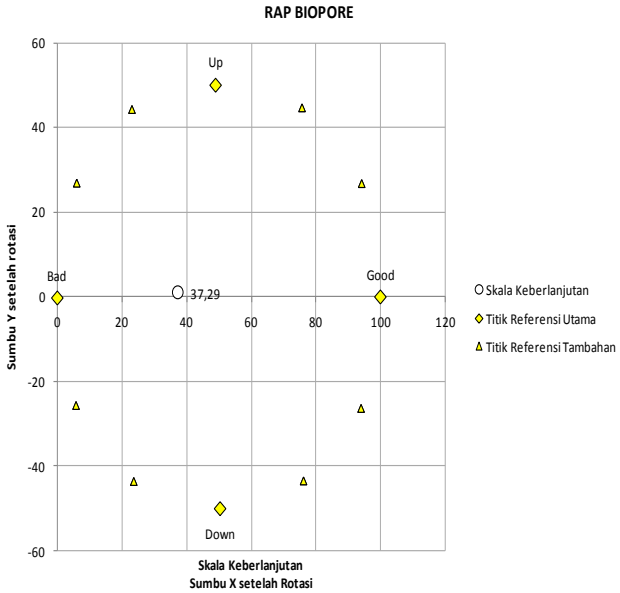
(b)

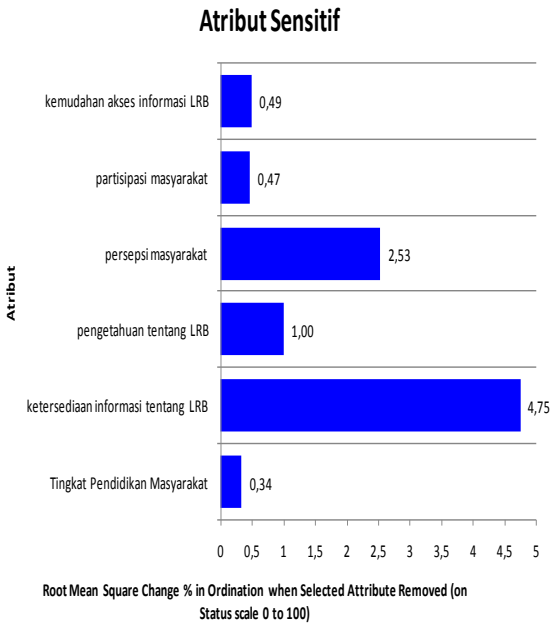
Gambar (a). Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekonomi (b) ; Atribut sensitif pada dimensi ekonomi

D. Indek dan Status Keberlanjutan Dimensi Sosial

Dimensi sosial menggambarkan kondisi sosial wilayah pengelolaan LRB yang secara operasional diterjemahkan melalui lima atribut. Dimensi sosial menggambarkan apakah dengan teknologi LRB masyarakt mudah untuk mengaplikasikannya di wilayah pengelolaan LRB, yang secara operasional diterjemahkan melalui delapan atribut. Berdasarkan hasil analisis dengan pareto didapat atribut yang sensitif yang memberikan pengaruh terhadap tingkat keberlanjutan pengelolaan LRB pada dimensi sosial yaitu ketersediaan informasi tentang LRB dan persepsi masyarakat tentang LRB. Berdasarkan hasil analisis partisipasi masyarakat mendapatkan scor 1,5 (sangat rendah), persepsi masyarakat tentang LRB mendapatkan scor 4(tinggi) dan tingkat pengetahuan masyarakat mendapatkan scor 3,5 (sedang). Ketiga atribut saling berkaitan sehingga hasil analisis menunjukan bahwa masyarakat menempatkan ketiga atribut ini adalah atribut sensitif. Berdasarkan hasil analisa MDS, diperoleh nilai indeks keberlanjutan dimensi sosial Kelurahan Srondol Wetan 37,29% (seperti terlihat dalam gambar a.). Nilai indeks dimaksud termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan dan berarti bahwa pengelolaan LRB di bidang sosial belum memberikan dampak yang cukup bagus terhadap perkembangan sosial di Kelurahan Srondol Wetan. Berdasarkan kavanagh dan Pitcher (2004), hasil analisis dianggap cukup akurat dan dapat dipertanggungjawabkan jika nilai stress lebih kecil dari 0,25 dan nilai koefisien determinasi (R2) mendekati 1. Hasil analisis menggunakan software Rapfish menunjukkan bahwa pada dimensi sosial yang dikaji cukup akurat dan dapat dipertangungjawabkan, dimana nilai stress sebesar 0,15 dan nilai koefisien determinasi 0,94.

ISBN 978-602-71228-3-3





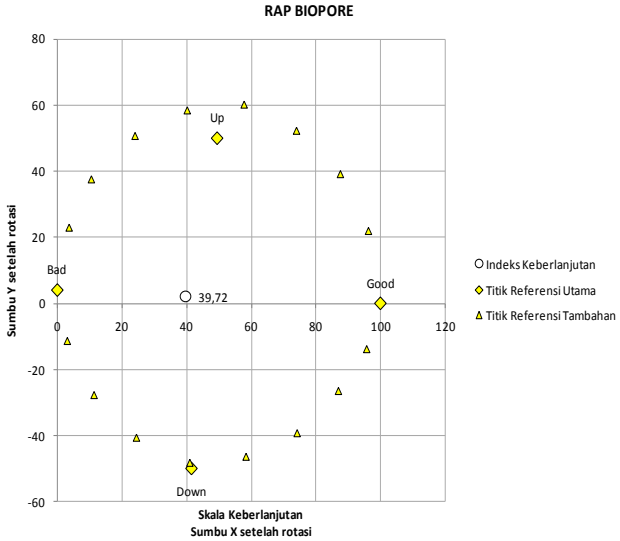
(a) (b)

Gambar (a). Indeks Keberlanjutan dimensi sosial (b) ; Atribut sensitif pada dimensi sosial

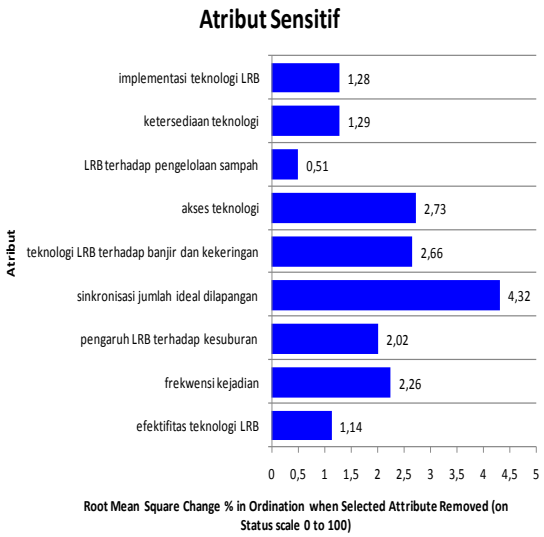
E. Indek dan Status Keberlanjutan Dimensi Tekhnologi

Berdasarkan hasil analisis Pareto didapat atribut yang sensitif yang memberikan pengaruh terhadap tingkat keberlanjutan pengelolaan LRB pada dimensi teknologi yaitu singkronisasi jumlah ideal LRB dilapangan, akses teknologi, manfaat LRB terhadap banjir dan kekeringan. Berdasarkan pengamatan dilapangan dan hasil dari kuisoner bahwa LRB yang ada dilapangan belum termasuk jumlah ideal yang seharusnya. Sehingga manfaat yang dirasakan juga tidak maksimal. Masyarakat sebagian merasakan manfaat LRB terhadap banjir, genangan air dan kekeringan, oleh karena itu masyarakat menggangap atribut ini penting sebagai atribut yang mempengaruhi terhadap pengelolaan LRB. Akses teknologi memiliki peranan sebagai faktor yang mempengaruhi kemudahan masyarakat dalam aplikasi teknologi LRB. Implementasi pembuatan LRB juga menjadi faktor penting karena akan mempengaruhi manfaat yang diambil. Berdasarkan hasil analisa MDS, diperoleh nilai indeks keberlanjutan dimensi teknologi Kelurahan Srondol Wetan 39,72% (seperti terlihat dalam gambar a.). Nilai indeks dimaksud termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan dan berarti bahwa pengelolaan LRB di bidang teknologi belum memberikan dampak yang cukup bagus terhadap perkembangan teknologi di Kelurahan Srondol Wetan. Hasil analisis menggunakan software Rapfish menunjukkan bahwa pada dimensi teknologi yang dikaji cukup akurat dan dapat dipertangungjawabkan, dimana nilai stress sebesar 0,14 dan nilai koefisien determinasi 0,93.

ISBN 978-602-71228-3-3



(a)



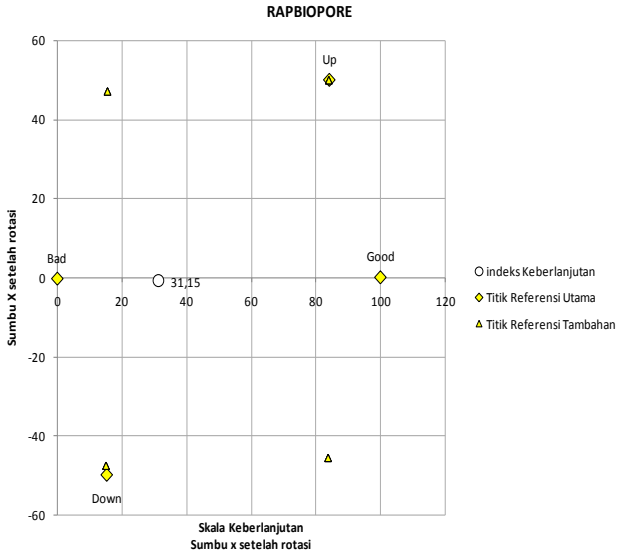
(b)

Gambar (a). Indeks Keberlanjutan dimensi teknologi ;(b) Atribut sensitif pada dimensi teknologi

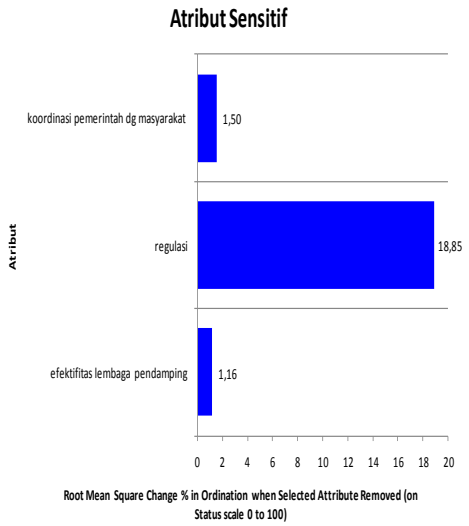
F. Indek dan Status Keberlanjutan Dimensi Hukum dan Kelembagaan

Dimensi hukum dan kelembagaan menggambarkan bagaimana hukum dan kelembagaan berjalan di wilayah pengelolaan LRB, yang secara operasional diterjemahkan melalui tiga atribut. Berdasarkan hasil analisis dengan pareto didapat atribut yang sensitif yang memberikan pengaruh terhadap tingkat keberlanjutan pengelolaan LRB pada dimensi hukum dan kelembagaan adalah ketersediaan regulasi tentang LRB. Regulasi tentang pengelolaan Lubang Resapan Biopori terdapat pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan, Peraturan Menteri Kahutanan Nomor 70 Tahun 2008 tentang Pedoman Teknis Rehabilitasi Hutan dan Lahan dan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 67 Tahun 2013 tentang Petunjuk Teknis Penggunaan DAK Bidang Kehutanan Tahun Anggaran 2014. Berdasarkan pengamatan dilapangan dan hasil dari kuisoner bahwa LRB, masyarakat tidak mengetahuai banyak tentang regulasi yang sudah ada. Kelemahan lainnya yakni regulasi ditingkat kota juga belum ada, terkait himbauan ke masayarakat tentang pemanfaatan air hujan melalui LRB. Berdasarkan hasil analisa MDS, diperoleh nilai indeks keberlanjutan dimensi hukumdan kelembagaan Kelurahan Srondol Wetan 31,15% (seperti terlihat dalam gambar a.). Nilai indeks dimaksud termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan dan berarti bahwa pengelolaan LRB di bidang hukum dan kelembagaan belum memberikan dampak yang bagus terhadap manfaat LRB di Kelurahan Srondol Wetan. Hasil analisis menggunakan software Rapfish menunjukkan bahwa pada dimensi ekologi yang dikaji cukup akurat dan dapat dipertangungjawabkan, dimana nilai stress sebesar 0,17 dan nilai koefisien determinasi 0,92.

ISBN 978-602-71228-3-3



(a)



(b)

Gambar (a). Indeks Keberlanjutan dimensi hukum dan kelembagaan;
(b) Atribut sensitif pada dimensi hukum dan kelembagaan

IV. KESIMPULAN

1. Untuk dimensi ekolologi kurang berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan sebesar 40,79, dimensi ekonomi kurang berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan 38,77, dimensi sosial kurang berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan 37,29, dimensi teknologi kurang berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan 39,72 dan dimensi hukum dan kelembagaan kurang berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan 31,15.
2. Atribut yang berpengaruh terhadap status keberlanjutan dimensi ekologi berupa permeabilitas, suhu, tekstur dan curah hujan. Dimensi ekonomi dipengaruhi atribut peran LRB terhadap ekonomi. Dimensi sosial dipengaruhi oleh atribut ketersediaan informasi tentang LRB dan persepsi masyarakat tentang LRB. Dimensi Teknologi dipengaruhi atribut singkronisasi jumlah ideal LRB dilapangan, akses teknologi, manfaat LRB terhadap banjir dan kekeringan. Dimensi Hukum dan Kelembagaan atribut yang mempengaruhi yakni ketersedian regulasi tentang LRB
3. Dari 28 atribut yang dianalisis terdapat 12 atribut sensitif sehingga diperlukan upaya perbaikan atau intervensi terhadap atribut sensitif untuk meningkatkan indeks dan status keberlanjutan pengelolaan LRB di masyarakat Kelurahan Srondol Wetan. Upaya perbaikan itu Upaya perbaikan dengan peningkatan pengawasan dan pendampingan, pembuatan bank kompos, peningkatan sosialisasi dari pemerintah, ketersediaan regulasi tentang LRB, serta penentuan letak dan jumlah ideal LRB di masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, S. 2012. *Konservasi Tanah dan Air dalam Penyelamatan Sumber Daya A*ir .Yayasan Pustaka Obor Indonesia

Brata, R., & Nelistya, A. 2008. *Lubang Resapan Biopori*. Jakarta. Penebar Swadaya.

Budi, B.S. *Model Peresapan Air Hujan dengan Menggunakan Metode Lubang Resapan Biopori (LRB) dalam Upaya Pencegahan Banjir*. Wahana Teknik Sipil. Vol. 16 No. 1. 2013.

Danim, Sudarwan. 2002. *Menjadi Peneliti Kualitatif*. Bandung : CV Pustaka Setia

Fauzi, A. & Anna, S. 2005. *Permodelan sumber daya Perikanan dan Kelautan* (p. 339). Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama.

Fort, H.D. 1988. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah* (p. 782). Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.

Ginting, R.Br. *Laju Resapan Air pada Berbagai Jenis Tanah dan Berat Jerami dengan Menerapkan Teknologi Biopori Di Kecamatan Medan Amplas*. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.

ISBN 978-602-71228-3-3

Hanafiah, K.A. 2004. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah* (p.360). Jakarta. PT.Rajawaligrafindo Persada.

Haryani, Suryo., Fajar Yulianto dan Anneke. (2008). *Analisis Tingkat Rawan Banjir di Propinsi Jawa Timur Dari Data Penginderaan Jauh dan SIG*. Bidang Pemantauan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. PIT MAPIN XVII, Bandung, 10-12-2008.

Juliandari, M., Nirmala, A., dan Yuniarti, E. 2011. *Efektivitas Lubang Resapan Biopori Terhadap Laju Resapan (Infiltrasi)*. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tanjung Pura Pontianak.

Kavanagh. 2001. *Rapid Appraisal of Fisheries (Rapfish) Project. Rapfish Software Description (for Microsoft Excel)* University of British Coloumbia. Fisheries Centre. Vancouver. Canada

Mulyaningsih, T.. 2014. *Pengelolaan Lubang Resapan Biopori secara Berkelankutan di Kelurahan Langkapura Kecamatan Langkapura Kota Bandar Lampung.* Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemanfaatan Air Hujan.

Peraturan Presiden Nomor 46 Tahun 2008 tentang Dewan Nasional Perubahan Iklim.

Pitcher, T.J. 1999. *Rapfish, A Rapid Appraisal Technique For Fisheries, And Its Application To The Code Of Conduct For Responsible Fisheries*. FAO Fisheries Circular No. 947: 47pp.

Rasmita, G. 2010. *Laju Resapan Air Pada Berbagai Jenis Tanah Dan Berat Jerami Dengan Menerapkan Teknologi Biopori Di Kecamatan Medan Amplas*. Universitas Sumatera Utara. Medan.

ISBN 978-602-71228-3-3

Tingkat Pencemaran Lingkungan Perairan Di Pantai Kartini Jepara Kecamatan. Jepara, Kabupaten. Jepara, Jawa Tengah.

Faisal Riza [1)],
1Mahasiswa Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia;
(faisalrizablitar@gmail.com)
Azis Nur Bambang [2)]
2 Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
(azis_undip2013@yahoo.com)
Kismartini[3)]
3Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
(kis_martini@yohoo.co.id)

ABSTRAK

Peningkatan aktivitas manusia terutama di daerah pesisir menghasilkan limbah yang bersumber dari kegiatan budidaya perikanan, limbah domestik, pariwisata, dan kegiatan perikanan tangkap. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung indeks pencemaran Perairan di Pantai Kartini melalui parameter Fisika, kimia dan Logam berat antara lain adalah kecerahan, Suhu, TSS, DO, BOD5, pH, Salinitas, Deterjen, Minyak dan lemak serta logam berat Pb. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2015. Metode survey digunakan dalam penelitian ini. Sifat penelitian deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan Kualitas perairan kawasan muara memiliki kecerahan 0,8-1 m, Suhu 30^{o} C, TSS 24-30 mg/l, DO 5,79-6,19 mg/l, BOD_5 6,429-7,182 mg/l , pH 7,9 Salinitas berkisar antara 34- 35‰, Deterjen <0,001 mg/l MBAS, Minyak dan Lemak 0,1 mg/l, Pb <0,003mg/l status pencemaran pantai kartini (tercemar ringan, IP = 1,09) sesuai metode indeks pencemaran pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003.

***Keywords**; Waste, Water Quality, pollution Index.*

I.PENDAHULUAN

Muara Sungai Demaan Dan Pantai Kartini Kabupaten Jepara Jawa Tengah yang merupakan kawasan pesisir yang memiliki potensi dalam bidang perikanan dan juga sebagai kawasan wisata (pantai kartini dan pulau panjang), kegiatan pelayaran, pelabuhan, pertambakan (tradisional dan intensif) dan rumah tangga. Kondisi seperti ini akan menyebabkan terjadinya ancaman pencemaran di sekitar perairan. Salah satu sumber pencemaran yang berasal dari aktivitas penduduk adalah dihasilkannya limbah organik dan logam berat yang dapat menurunkan kualitas perairan. Logam berat dapat berasal dari peptisida, pupuk, insektisida, limbah industri, limbah domestik, limbah bengkel, limpasan jalan, limbah rumah sakit dan limbah pasar (BAPEDALDA, 2007).

Secara kuantitas, limbah domestik merupakan limbah yang dominan mempengaruhi kualitas suatu perairan. Limbah domestik adalah limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama (Kep. MENLH NO.112 tahun 2003). Perlu disadari juga bahwa limbah domestik yang dominan merupakan bahan organik, dengan jumlah yang besar, mempunyai peranan yang penting terhadap perubahan kualitas suatu perairan. Basis Data Neraca Kualitas Lingkungan Hidup Daerah (NKLHD) Jepara tahun 2004 menunjukkan bahwa masukan limbah terbesar berasal dari limbah domestik dengan persentase 68,05 % dan dari agro industri adalah 31,95 %.

Pencemaran lingkungan perairan dapat disebabkan oleh polutan organik maupun anorganik. Polutan organik yang sering mencemari perairan antara lain DDT, PAH, pestisida, insektisida, deterjen dan limbah rumah tangga. Sedangkan polutan anorganik yang sering dijumpai di perairan misalnya logam berat Cd (Kadmium), Pb (Timbal), Hg (Merkuri), As (Arsen), Zn (seng), Cu (Tembaga), Ni (Nikel), dan Cr (Krom). Logam berat ini dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Lebih jauh lagi, logam berat ini akan bertindak sebagai alergen, mutagen, atau karsinogen bagi manusia. Jalur masuknya adalah melalui kulit, pernafasan, dan pencernaan. Masing-masing

ISBN 978-602-71228-3-3

logam berat tersebut memiliki dampak negatif terhadap manusia jika dikonsumsi dalam jumlah yang besar dalam waktu yang lama (Tahril *et al*, 2012).

II.METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survey dengan sifat deskriptif kuantitatif.

A.Parameter yang diamati

Parameter yang diamati adalah Fisik, kimia dan Logam berat antara lain adalah kecerahan, Suhu, TSS, DO, BOD5, pH, Salinitas, Deterjen, Minyak dan lemak serta logam berat Pb.

B.Penentuan titik sampling.

Titik sampling ditentukan berdasarkan lokasi yang dekat dengan sumber kegiatan yang diduga memberikan beban pencemaran ke perairan pantai meliputi, limbah cair pemukiman (*sewage*), limbah cair perkotaan (*urban stormwater*), pariwisata, pelayaran (*shipping*), perikanan tangkap (*Fishing)* dan perikanan budidaya. Dalam penelitian sampel diambil mewakili kondisi lingkungan yang merupakan sumber masukan limbah ke dalam perairan dengan metode *purposive sampling.* Pengambilan kualitas air didasarkan pada pertimbangan kemudahan akses, biaya dan waktu yang diharapkan dapat mewakili wilayah penelitian

1. Stasiun 1, daerah yang diperkirakan sebagai daerah masukan pencemar ke laut (meliputi muara sungai Demaan, sekitar pembuangan limbah domestik dan tambak masyarakat, pertemuan drainase dengan laut, dan pasar ikan).
2. Stasiun 2, daerah yang diperkirakan sebagai daerah masukan pencemar ke laut (meliputi muara sungai outlet tambak intensif BBPBAP Jepara, sekitar pembuangan limbah rumah tangga pemukiman pantai kartini, pelabuhan PELNI penyeberangan pulau karimun jawa).

.

Gambar 1. Denah Lokasi pengambilan Contoh air

3. Stasiun 3, daerah yang diperkirakan sebagai daerah masukan pencemar ke laut (meliputi muara sungai outlet pemukiman tempat pariwisata pantai kartini Jepara, alur transportasi perahu wisata pulau panjang).

Pemilihan lokasi uji sampel didasarkan pada keterwakilan terhadap kegiatan yang ada di sekitar perairan, yang dapat memberi pengaruh terhadap kualitas air. Data dan estimasi dispersi ini kemudian digunakan untuk memprediksi sejauh mana pengaruh kegiatan terhadap kondisi lingkungan perairan.

C.Alat dan Bahan.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu: Global Positioning System (GPS), botol sampel, plastik sampel, pH meter, thermometer raksa, refraktometer, DO meter.

ISBN 978-602-71228-3-3

D.Analisa laboraturium.

Analisis laboraturium dilakukan di Laboraturium Pengujian Kualitas Lingkungan Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Semarang.

E.Pengumpulan data.

Pengumpulan data meliputi data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dari wawancara dan survei di wilayah penelitian. Data sekunder penelitian ini meliputi data dan peta gambaran umum, data pemanfaatan perairan pantai Kartini jepara dan profil perairan, dan data kegiatan usaha di pantai Kartini jepara.

F.Perhitungan Indeks Pencemaran.

Pencemaran Dari hasil uji laboraturium selanjutnya dilakukan perhitungan dengan indeks pencemaran sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Tentang Status Mutu Air. Dengan rumus untuk perhitungan indeks pencemaran sebagai berikut :

$$Pij = \frac{\sqrt{(\mathrm{Ci/Lix})\mathrm{R}^2 - (\mathrm{Ci/Lix})\mathrm{M}^2}}{2}$$

Lij = konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukan air (j).

Ci = konsentrasi parameter kualitas air hasil survey.

Pij = Indeks pencemaran bagi peruntukan (j)

(Ci/Lix)R = Nilai rata-rata dari jumlah konsentrasi dari parameter yang diuji.

(Ci/Lix)M = Nilai maksimal dari hasil pembagian hasil nilai konsentrasi dengan baku mutu.

Metode ini dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan suatu perairan dipakai untuk peruntukan tertentu dan dengan nilai parameter-parameter tertentu.

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Laboraturium

Hasil uji laboraturium dilakukan setelah pengambilan sampel air dilokasi penelitian dengan beberapa parameter menghasilkan data sebagai berikut;

Tabel 1. Hasil pengukuran kualitas air

Parameter	satuan	Baku mutu*	Stasiun		
			1	2	3
Fisika					
Suhu Air	C^0	28-30	30	30,1	30,3
TSS	mg/l	20	30	30	24
Kecerahan	m	>5	0,8	1	1,5
Kimia					
DO	mg/l	>5	5,79	5,9	6,19
BOD5	mg/l	20	6,429	6,783	7,182
pH		7-8,5	7,9	7,8	7,8
Salinitas	‰	33-34	35,2	34,8	35,1
Detergen	µg/l	1	<0,01	<0,01	<0,01
minyak lemak	mg/l	1	0,1	0,1	0,1
Logam berat					
Pb	mg/l	0,008	<0,003	<0,003	<0,003

* KepMenLH No. 51 Tahun 2004

Berdasarkan data parameter kualitas perairan tersebut, kemudian dilakukan perhitungan Indeks Pencemaran (IP) pada stasiun penelitian.

Tabel 2. Hasil pengukuran Indeks Pencemaran

Mutu Perairan	**Nilai IP***	Stasiun		
		1	2	3
Baik	0 < Pij < 1			0,88
tercemar ringan	1 < Pij < 5	1,09	1,09	
tercemar sedang	5 < Pij < 10			
tercemar berat	Pij > 10			

*Kep Men L H No. 115 Tahun 2003

Perhitungan Indeks pencemaran menunjukkan nilai 1,09 pada stasiun 1, 1,09 pada stasiun 2 dan 0,88 pada stasiun 3 dengan status tercemar ringan pada stasiun 1 dan 2 sedangkan pada stasiun 3 pada kondisi baik . Hasil pengamatan secara visual Muara Sungai Demaan pada stasiun 1dan 2 terdapat limbah domestik yang terbawa melalui sungai. Oleh karena berdekatan dengan pasar tradisional dan pasar ikan maka cukup banyak limbah yang langsung dibuang di lokasi ini dari pemukiman penduduk sekitarnya. Pengaruh pelabuhan penyeberangan juga turut menyumbang bahan pencemar ke perairan. Pada umumnya limbah domestik mengandung sampah padat (berupa dedaunan kulit buah, sayur, plastik,

ISBN 978-602-71228-3-3

kaleng, botol) dan cair yang berasal dari sampah rumah tangga serta limbah cair sisa buangan pasar ikan.

B.Suhu perairan.

Suhu merupakan faktor yang berperan dalam ekosistem perairan. Sifat sifat kimia seperti kelarutan oksigen, proses respirasi biota perairan, dan kecepatan degradasi bahan pencemaran atau kecepatan reaksi kimia dan daya racun bahan pencemar dipengaruhi oleh suhu. Effendi (2003) menyatakan bahwa peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air, dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu juga dapat menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Dari hasil pengukuran diperoleh hasil suhu perairan berkisar 30^{o}C.

C.Padatan tersuspensi total

Padatan tersuspensi total (Total suspended solid atau TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter>1μm) yang tertahan pada saringan Millipore dengan diameter pori 0,45μm. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air (Effendi, 2003). Padatan tersuspensi pada umumnya terdiri dari partikel-partikel organik dan non organik, ataupun campuran keduanya. Padatan tersuspensi dapat menurunkan produktivitas suatu perairan karena perairan dengan padatan tersuspensi yang tinggi akan meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari kekolom air sehingga menghambat proses fotosintesis. Nilai pengukuran TSS adalah 24-30 mg/l di atas ambang batas yang ditetapkan.

D.Kecerahan

Menurut Effendi (2003), kecerahan merupakan salah satu parameter fisika yang menggambarkan ukuran transparansi dan sifat optik perairan terhadap transmisi cahaya. Pengukuran kecerahan perairan dapat ditunjukkan oleh secchidisk, kedalaman secchidisk berhubungan erat dengan intensitas sinar matahari yang masuk ke suatu perairan. Semakin tinggi kedalaman secchidisk, maka akan semakin dalam penetrasi cahaya matahari kedalam lapisan air. Penetrasi cahaya matahari yang baik ke dalam lapisan air akan meningkatkan laju proses fotosintesis diperairan, sehingga sangat menentukan produktivitas dari perairan tersebut. Hasil pengukuran menunjukkan kecerahan perairan pada kisaran 0,8-1,5 m, hal ini disebabkan muara sebagai daerah pertemuan arus dan adanya pengadukan sedimen.

E.Oksigen terlarut/*Dissolved Oxygen* (DO)

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan (Salmin, 2005). Oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Oksigen terlarut dalam air dapat berasal dari hasil fotosintesis oleh fitoplankton atau tumbuhan air, maupun berasal dari proses difusi dari udara. Kandungan oksigen terlarut di perairan dapat dijadikan petunjuk tentang adanya pencemaran bahan organik akibat bertambahnya aktivitas dekomposisi dalam menguraikan limbah yang masuk mengakibatkan penurunan oksigen dalam air (Nybakken, 1992). Oksigen terlarut akan menurun sebagai akibat dari proses perombakan bahan organik oleh mikroorganisme. Hasil penelitian menunjukkan kadar oksigen terlarut sebesar 5,79-6,19 mg/l. Nilai ini menunjukkan masih dalam ambang batas yang ditetapkan akibat dari proses perombakan bahan organik di muara sungai Demaan akibat penumpukan bahan organik dari berbagai kegiatan masyarakat disekitarnya.

F. Kebutuhan oksigen biologi/*Biological Oxygen Demand* (BOD)

Nilai BOD dapat digunakan sebagai indikator tentang banyaknya bahan organik mudah urai yang masuk ke lingkungan perairan. Semakin banyak limbah organik yang masuk ke suatu perairan, maka akan semakin tinggi nilai BOD perairan tersebut. BOD merupakan ukuran kebutuhan oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air. Semakin besar nilai BOD suatu perairan, maka akan semakin rendah kadar oksigen terlarut (Mukhtasor,

ISBN 978-602-71228-3-3

2007). Hasil pengukuran BOD menunjukkan kisaran 6,429-7,182 mg/l, nilai ini di bawah ambang batas yang telah ditetapkan, hal ini menunjukkan limbah organik yang masuk ke perairan telah diencerkan oleh arus laut.

G.pH (Derajat Keasaman).

Derajat keasaman atau pH merupakan parameter penting dalam pemantauan kualitas perairan. pH adalah gambaran jumlah atau aktifitas ion hidrogen dalam air. Secara umum, nilai pH menggambarkan seberapa asam atau basa suatu perairan. Nilai pH air sangat menentukan sifat dan laju reaksi biokimiawi dalam air (Widigdo, 2010). Dari hasil pemantauan menunjukkan nilai pH berkisar 7,9-8,0 masih dalam kisaran normal suatu perairan.

H.Salinitas.

Salinitas adalah jumlah garam-garam terlarut yang terdapat dalam satu kilogram air laut yang dinyatakan dalam satuan perseribu (ppt) (Nybakken, 1992). Jenis-jenis garam yang terdapat didalam air laut yang paling utama adalah garam natrium klorida, selain itu juga terdapat pula garam-garam yang lain seperti garam magnesium kalsium dan lain sebagainya (Nontji,1987). Dari hasil pemantauan menunjukkan nilai salinitas berkisar 35 ppt masih dalam kisaran normal suatu perairan laut.

I.Deterjen/Surfaktan

Deterjen merupakan bahan yang mengandung *Methylene Blue Active Substance* (MBAS) yang banyak dipakai masyarakat untuk kegiatan schari- hari sebagai salah satu akibat daripada perkembangan budaya masyarakat yang cenderung terus membutuhkan kelengkapan alat-alat sebagai kebutuhan sekunder, dan menimbulkan masalah pencemaran. Sumber utama pencemaran deterjen berasal dari Iimbah domestik, sisa buangan deterjen lebih tahan dan tidak berubah dalam berbagai media baik dalam media asam dan alkali. lebih spesifik dari deterjen adalah bahan pembersih yang mengandung senyawa petrokimia atau surfaktan sintetik lainnya. Surfaktan merupakan bahan pembersih utama yang terdapat dalam deterjen. Deterjen ini juga tidak menguntungkan karena deterjen ternyata memiliki sifat sulit terurai yang disebabkan oleh adanya rantai bercabang pada strukturnya (Rompas, 2010). Hasil pengukuran Deterjen menunjukkan nilai <0,01 mg/l pada nilai ini dibawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan, hal ini disebabkan adanya pengenceran dari arus laut.

J.Lapisan minyak dan lemak.

Minyak tidak dapat larut didalam air dan akan mengapung di permukaan air. Bahan buangan minyak yang di buang ke lingkungan perairan akan mengapung dan menutupi permukaan air. Lapisan minyak tersebut akan mengganggu kehidupan mikroorganisme di dalam air, hal ini dikarenakan lapisan minyak akan menghalangi difusi oksigen dari udara ke air sehingga jumlah oksigen yang terlarut dalam air akan berkurang. Selain itu adanya lapisan minyak tersebut, juga akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air, sehingga proses fotosintesis oleh tanaman air menjadi terhambat (Effendi, 2003). Hasil pengukuran minyak dan lemak menunjukkan nilai 0,1 mg/l nilai ini dibawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan akibat pengenceran dari arus laut, sumber minyak berasal dari adanya aktivitas perahu motor nelayan, pasar ikan serta pasar tradisional.

K.Kandungan logam berat Pb

Senyawa Pb yang terdapat pada emisi kegiatan transportasi dan industri kemudian masuk ke perairan melalui pengkristalan di udara dan jatuh melalui hujan (Palar, 1994). Logam Pb dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Peningkatan kadar Pb di badan perairan bersumber dari emisi gas buang kendaraan bermotor dan limbah industri yang menggunakan Pb. Di perairan muara sungai Demaan kadungan logam berat Pb dapat berasal dari emisi gas buang perahu motor yang digunakan untuk kegiatan

ISBN 978-602-71228-3-3

perikanan. Menurut Wittman (1979) dalam Connel dan Miller (2006) bahwa salah satu sumber utama pemasukan logam ke perairan adalah cairan limbah rumah tangga. Jumlah logam runutan yang cukup besar disumbangkan ke dalam cairan limbah rumah tangga oleh sampah-sampah metabolik, korosi pipa-pipa cair (Cu, Pb, Zn dan Cd) dan produk-produk konsumer (misalnya formula deterjen yang mengandung Fe, Mn, Cr, Ni, Co, Zn, Cr dan As). Hasil pengukuran menunjukkan kadar Pb dalam perairan dibawah nilai ambang batas nilai ambang batas yang telah ditetapkan yaitu sebesar < 0,003 mg/l.

V.KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan menggunakan indeks pencemaran sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Tentang Status Mutu Air bahwa status perairan Pantai kartini jepara tercemar ringan, masih sesuai untuk kegiatan budidaya perikanan.

DAFTAR PUSTAKA.

Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (BAPEDALDA). 2007. Analisis Kualitas Air Sungai Pada 21 Sungai Lintas Kabupaten / Kota Di Provinsi Bali Pada Musim Hujan. Denpasar – Bali.

Connel, D.W. dan GJ.Miller, 2006, Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran, Y. Koestoer (Penerjemah), Universitas Indonesia Press, Jakarta.

Effendi,H.2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Kosnett M.J. 2007. Heavy metal intoxication & chelators. In Katzung B.G. (ed): Basic & Clinical Pharmacology, 10th Ed (International Ed), Boston, New York: Mc Graw Hill. P. 970-981.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

Kementrian Lingkungan Hidup, 2003. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, No. 115 tahun 2003, tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*, Jakarta.

MENLH. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Nomor 112 Tahun 2003. Tentang Baku Mutu Limbah Domestik.

Mukhtasor,2007. Pencemaran pesisir dan laut. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Nontji, A. 1987. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.

Nybakken,J.W.1992. Biologi laut suatu pendekatan ekologis. PT Gramedia, Jakarta.

Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta. 50 hal.

Pemerintah Kabupaten Jepara, Neraca Kualitas Lingkungan Hidup Daerah (NKLHD) Kabupaten Jepara. 2004.

Rompas, 2010. *Toksikologi Kelautan. Diterbitkan Oleh Dewan Kelautan Indonesia*. Dicetak Oleh PT Walaw Bengkulen. Jakarta.

Salmin.2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. Jurnal Oseana, 30(3):21-26.

Widigdo, B. 2010. *Rumusan Kriteria Ekologi Dalam Menentukan Potensi Alami Kawasan Pesisir Untuk Budidaya Tambak*. Bahan Ajar Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan FPIK. IPB. Bogor.

ISBN 978-602-71228-3-3

Kajian Dampak Budidaya Laut Sistem Keramba Jaring Apung Terhadap Lingkungan Perairan

Lutfi Hardian Murtiono
Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro
lutfihardian@gmail.com
Sutrisno Anggoro
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Dwi P Sasongko
Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro

ABSTRAK

Teluk Ambon Dalam (TAD) memiliki potensi untuk pengembangan kawasan budidaya laut dengan sistem keramba jaring apung (KJA). Penetapannya dalam RTRW Kota Ambon sebagai kawasan budidaya laut dengan sistem KJA menunjukkan arti penting teluk ini. Namun patut disadari bahwa salah satu kunci keberhasilan budidaya adalah dengan penentuan lokasi yang sesuai dan memperhatikan aspek daya dukung lingkungannya. Secara geografis, letak teluk dikelilingi oleh permukiman penduduk Kota Ambon yang semakin bertambah dari tahun ke tahun. Akibatnya tekanan yang tinggi terhadap teluk ini menyebabkan penurunan kualitas perairan dari tahun ke tahun. Sedangkan di sisi lain, kegiatan budidaya juga menghasilkan limbah organik yang berasal dari sisa pakan dan hasil metabolisme kultivan budidaya. Karena itu perlu dilakukan tinjauan terhadap daya dukung lingkungan perairan TAD dari aspek loading nutrient. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung lingkungan melalui pendekatan nutrient loading di perairan Teluk Ambon Dalam. Metodologi yang digunakan adalah dengan telaah pustaka dari beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan dampak kegiatan budidaya laut.

Beban limbah organik yang dihasilkan oleh kegiatan budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung mencapai 816,89 kg N.

Kata kunci : budidaya laut, daya dukung lingkungan, keramba jaring apung.

I. PENDAHULUAN

Budidaya laut berkembang dengan pesat menjadi sebuah industri yang penting di dunia, termasuk Indonesia seiring dengan tingginya permintaan atas produk perikanan laut yang disebabkan oleh peningkatan populasi manusia (Holmer et al., 2002). Beberapa komoditas budidaya laut yang ekonomis dan banyak dikembangkan di Indonesia salah satunya adalah ikan kerapu (*Serranidae*). Tingginya permintaan ikan kerapu untuk konsumsi di restoran-restoran di dalam dan luar negeri membuatnya memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Tingginya permintaan dan tidak diimbangi dengan produksi memunculkan ide untuk membudidayakan ikan ini. Ikan kerapu biasa diekspor dalam bentuk ikan segar, ikan olahan setengah jadi (*fillet* dan *sashimi*) serta kondisi hidup ke beberapa negara seperti Singapura, Jepang, Hongkong, Taiwan, Malaysia dan Amerika Serikat (Noor, 2009).

Salah satu teknik pembesaran ikan kerapu yaitu dengan menggunakan keramba jaring apung (KJA) dengan lokasi pemeliharaan di pesisir pantai ataupun teluk-teluk yang relatif terlindung. Namun muncul kekhawatiran tentang dampak lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan budidaya laut di perairan terbuka. Aktivitas keramba jaring apung berpotensi menghasilkan limbah dari sisa-sisa pakan berupa bahan organik dikarenakan sistem budidaya dengan keramba jaring apung melepaskan limbahnya langsung ke dalam lingkungan, sebagian besar berupa padatan atau terikat dalam partikulat material dan mengendap menjadi sedimen (Islam, 2005). Ditambahkan oleh Garno (2002), bahwa limbah KJA adalah limbah organik yang tersusun oleh karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, fosforus, sulfur dan mineral lainnya dan dalam perairan dapat berbentuk padatan yang terendap, koloid, tersuspensi maupun terlarut.

Teluk Ambon bagian Dalam (TAD) merupakan bagian penting dari Pulau Ambon yang

ISBN 978-602-71228-3-3

terletak pada 128°11'29'' BT sampai dengan 128°19'25" BT dan 3°37'40" LS sampai 3°39'50" LS telah ditetapkan sebagai kawasan pengembangan untuk kegiatan budidaya laut dengan sistem keramba jaring apung dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Ambon Tahun 2011-2031 (Bappekot Ambon, 2011). Sebagai perairan semi tertutup, TAD memiliki kelebihan untuk menjadi lokasi budidaya laut dengan sistem KJA. Namun di sisi lain, tekanan terhadap lingkungan sekitar dimana letak TAD yang dikelilingi oleh kawasan permukiman menyebabkan tekanan yang tinggi terhadap teluk ini. Cemaran bahan organik dari lingkungan sekitar akan masuk ke dalam teluk sehingga juga menyebabkan pencemaran terhadap perairan TAD, belum lagi jika teluk ini dimanfaatkan untuk menjadi kegiatan budidaya laut yang semakin tahun tumbuh dengan pesat. Penentuan daya dukung lingkungan sangat penting dalam penghitungan kapasitas perairan yang mampu untuk mendukung kegiatan budidaya. Salah satu pendekatan dalam penghitungan daya dukung lingkungan adalah dengan *loading nutrient,* yang memperhitungkan besaran limbah dari kegiatan budidaya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji besaran limbah dari kegiatan budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung di perairan Teluk Ambon Dalam.

II. METODOLOGI

2.1. Waktu dan tempat pengkajian

Kegiatan pengkajian dampak budidaya laut dengan sistem keramba jaring apung terhadap lingkungan perairan ini dilaksanakan pada bulan Maret – Mei 2015 di perairan Teluk Ambon bagian Dalam (TAD), Kota Ambon, Provinsi Maluku.

2.2. Estimasi pendugaan limbah dari kegiatan budidaya

Estimasi pendugaan limbah kegiatan budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung menggunakan pendekatan pasokan nutrient (*loading nutrient*) dalam hal ini adalah nitrogen yang bersumber dari pakan yang digunakan untuk kegiatan budidaya ikan kerapu dalam KJA yang masuk ke dalam lingkungan perairan (*nitrogent budget*). Formula yang digunakan mengacu pada Iwama (1991) sebagai berikut :

- Jumlah bahan organik yang masuk dalam perairan

  $TO = TU + TFW$ …….1)

  Keterangan :

  TO = Total output partikel bahan organik (kg)

  TU = Total pakan tidak termakan (kg)

  TFW = Total limbah feses dan ekskresi (kg)
- Penentuan Total Pakan Tidak Termakan (TU) dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

  $TU = TF\ x\ UW$……2)

  Keterangan :

  TU = Total pakan tidak termakan (kg)

  TF = Total pakan diberikan (kg)

  UW = Persentase pakan tidak termakan (%) / rasio total pakan dimakan terhadap total pakan diberikan.
- Penentuan Total Limbah Feses dan Ekskresi (TFW) dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

  $TFW = F\ x\ TE$……3)

  Keterangan :

  TFW = Total Limbah Feses dan Ekskresi (kg)

  F = Persentase Feses (%) / rasio total feses terhadap total pakan yang dimakan.

  TE = Total pakan dimakan.
- Penentuan Total Pakan Dimakan (TE) dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

  $TE = TF - TU$……4)

  Keterangan :

  TE = Total pakan dimakan (kg)

  TF = Total pakan diberikan (kg)

  TU = Total pakan tidak dimakan (kg)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Melalui penentuan nilai konversi pakan (*feeding convertion ratio*) maka akan dapat diketahui jumlah pakan yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 ton ikan kerapu. Ikan kerapu sebagai ikan karnivora lebih menyukai pakan rucah (*trash fish*) jika dibandingkan dengan pakan buatan yang harus melalui pembiasaan terlebih dahulu. Selain itu di beberapa lokasi budidaya seperti di wilayah Maluku sangat sulit mendapatkan pakan buatan dan harganya sangat mahal sedangkan ikan segar sebagai pakan sangat cukup tersedia.

Pendekatan estimasi beban limbah budidaya yang diterapkan mengacu pada penelitian Noor (2008) dan merupakan pengembangan

ISBN 978-602-71228-3-3

formula estimasi dari beban pakan yang masuk ke perairan. Diketahui untuk memproduksi 1 ton ikan kerapu membutuhkan 7.830 kg ikan rucah (BPBL Ambon, 2014). Hasil analisis proksimat didapatkan kandungan N pada pakan rucah sebanyak 12,6% yaitu sebesar 986,58 kg. pakan terbuang (sisa) adalah sebanyak 18,1% yaitu sebesar 1.417 kg, dengan nilai N (12,6%) sebesar 178,57 kg. Total pakan yang dimakan oleh ikan (total pakan yang diberikan – total pakan yang terbuang) adalah 6.412,77 kg (81,9%), dengan nilai kandungan N sebesar 808,01 kg. Banyaknya feses yang dikeluarkan oleh ikan adalah 39,4% dari pakan yang dimakan sebesar 2.507,39 kg, dengan nilai N sebesar 153,91 kg. Kandungan N yang tersimpan dalam daging (retensi) adalah sebesar 170,68 kg, sedangkan N yang terbuang sebagai ekskresi adalah 484,41 kg. sehingga jumlah total *loading* N dari kegiatan budidaya yang masuk ke perairan adalah sebesar 816,89 kg.

Tabel 1. Estimasi beban limbah budidaya kerapu dengan sistem KJA.

Variabel	Bobot (kg)	N (kg)
Jumlah total pakan untuk 1 ton ikan (kandungan N 12,6%)	7.830	986,58
Pakan yang dimakan (*eaten food*) (81,9% dari total pakan)	6.412,77	808,01
Pakan yang tidak dimakan (*uneaten food*) (18,1% dari total pakan)	1.417,23	178,57
Feses (39,4% dari pakan yang dimakan dengan N 15,6%)	2.507,39	153,91
Retensi (N dalam daging) (17,3% dari pakan)	-	170,68
Ekskresi (49,1% dari pakan)	-	484,41
Loading N (UF+Feses+Ekskresi)	-	816,89

Kajian ini untuk kegiatan pembesaran kerapu dengan bobot individu rata-rata 100 g sampai berat konsumsi yaitu 500 g dengan lama pemeliharaan 8 bulan. Berdasarkan luas lahan perairan Teluk Ambon Dalam (TAD) untuk kegiatan budidaya keramba jaring apung, maka akan diperoleh estimasi beban limbah yang masuk ke perairan sebagai berikut :

Jika luas perairan TAD adalah 1.172 ha (Mainassy, 2005) dengan seluruhnya dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya, serta 1 unit KJA terdiri atas 4 petak berukuran 3 x 3 x 3 m^3 dan padat penebaran sebanyak 50 ekor/m^3 dan *survival rate* dengan bobot akhir 500 g/ekor.
1 ha = 10.000 m^2 /luas petak KJA (9 m^2) = 111 petak (28 unit KJA)

Jadi untuk luasan TAD sebesar 1.172 ha dapat menampung 130.092 petak (32.523 unit KJA). Umumnya untuk 1 unit KJA, sebanyak 3 petak untuk budidaya dan 1 petak untuk rumah jaga. Maka akan terdapat 97.569 petak KJA. Dengan padat tebar 50 ekor/m^3 maka setiap unit KJA akan menebar benih sebanyak = 50 ekor/m^3 x 9 m^3 x 3 petak = 1.350 ekor/unit KJA. Jika diasumsikan nilai SR sebesar 70% dan bobot panen adalah 500 g/ekor akan diperoleh 472.500 g/unit KJA. Sehingga kebutuhan pakan untuk 1 unit KJA adalah 3.699 kg pakan dengan N sebesar 466,07 kg.

Besaran nilai limbah organik yang dihasilkan lebih besar jika dibandingkan dengan pakan buatan berupa pellet komersil. Leung *et al* (1999) menyatakan bahwa pakan rucah berpotensi memberikan cemaran organik yang lebih tinggi dibanding pakan buatan. Beveridge (1996) menyatakan bahwa 70% nitrogen yang dikonsumsi oleh ikan akan terbuang ke perairan. Limbah organik KJA yang berupa bahan organik, biasanya tersusun oleh karbon, hidrogen, nitrogen, fosfor, sulfur dan mineral lainnya (Garno, 2002). Limbah dalam perairan dapat berbentuk padatan yang terendap, koloid, tersuspensi dan terlarut.

Beberapa penelitian terkait *loading* nitrogen dari Leung *et al* (1999) menunjukkan bahwa ikan kerapu, *E. aerolatus* melepaskan nitrogen sebesar 320,6 kg/ton dengan pakan ikan rucah. Sedangkan untuk ikan bandeng (*Chanos chanos*), beban limbah N yang dihasilkan adalah 43,28 kg N/ton ikan (Rachmansyah, 2004).

IV. PENUTUP

Kesimpulan yang dapat diambil dari kajian ini adalah bahwa beban limbah organik di perairan Teluk Ambon Dalam dari kegiatan budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung adalah sebesar 816,89 kg N/ton.

ISBN 978-602-71228-3-3

DAFTAR PUSTAKA

Bappekot Ambon. 2011. *Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Ambon Tahun 2011-2031*. Badan Perencanaan Pembangunan Kota (Bappekot) Ambon. Ambon.

Garno, Y.S. 2002. *Beban pencemaran limbah perikanan budidayadan yutrofikasi di perairan waduk pada DAS Citarum*. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 3. Hal. 112-120.

Holmer, M., Marba, N., Terrados, J., Duarte, C.M., Fortes, M.D. 2002. *Impacts of milkfish (Chanos chanos) aquaculture on carbon and nutrient fluxes in the Bolinao area, Philippines*. Marine Pollution Bulletin. Vol 44. Hal. 685-696.

Islam, M.S. 2005. *Nitrogen and phosphorus budget in coastal and marine cage aquaculture and impacts of effluent loading on ecosystem: review and analysis towards model development*. Marine Pollution Bulletin, Vol. 50. Hal. 48-61.

Iwana, G.K. 1991. *Interactions between aquaculture and the environment*. Critical Reviews in Environmental Control, Vol. 21(2). Hal. 177-216.

Leung, K.M.Y., Chu, J.C.W., Wu, R.S.S. 1999. *Nitrogen budgets for the Aerolated grouper, Epinephelus aerolatus cultured under laboratory conditions and in open-sea cages*. Marine Ecology Progress Series, Vol. 186. Hal. 271-281.

Mainassy, B. 2005. *Aplikasi sistem informasi geografis untuk penentuan lokasi pengembangan budidaya laut di Teluk Ambon Dalam.* Unpatti. Ambon.

Noor, A. 2009. *Model pengelolaan kualitas lingkungan berbasis daya dukung (carrying capacity) perairan teluk bagi pengembangan budidaya keramba jaring apung ikan kerapu (Studi kasus di Teluk Tamiang, Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan)*. IPB. Bogor.

Rachmansyah, R. 2004. *Analisis daya dukung lingkungan perairan Teluk Awarange Kabupaten Barru Sulawesi Selatan bagi pengembangan budidaya bandeng dalam keramba jaring apung.* IPB. Bogor.

ISBN 978-602-71228-3-3

Status Keberlanjutan Ekologi Kawasan Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Mojo Kecamatan Ulujami, Kabupaten Pemalang

Mutia Novenda Putri
Mahasiswa Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro
Jl. Imam Barjo SH. No.5, Semarang 50241 Telp.024-8453635
mutianovenda@ymail.com
Bambang Yulianto
Jurusan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, S.H Tembalang, Semarang **, Tel: 024-7474698**
bbyulianto@gmail.com
Sudarno
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, S.H Tembalang, Semarang, Tel: +6224 76480678
sudarno_utomo@yahoo.com

ABSTRAK

Kawasan budidaya udang vaname Mojo merupakan salah satu kawasan budidaya percontohan di Kabupaten Pemalang. Untuk itu perlu dikaji tingkat keberlanjutan dari kawasan tersebut dilihat dari dimensi ekologi lingkungan sebagai salah satu strategi pengembangan dalam mendukung budidaya berkelanjutan. Penelitian ini dilaksakan di Kawasan Budidaya Udang Vaname Mojo dan dilaksanakan pada bulan Maret hingga April 2015. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi status keberlanjutan serta mengidentifikasi atribut yang sensitif mempengaruhi keberlanjutan Kawasan budidaya udang vaname Mojo dilihat dari dimensi Ekologi. Penelitian ini menggunakan metode analisis Multi Dimensional Scalling (MDS) dengan bantuan modifikasi software RAPFISH (Rapidly Appraisal For Fisheries). Pada penelitian ini digunakan 7 atribut. Hasil analisis keberlanjutan menunjukkan posisi keberlanjutan dimensi ekologi lingkungan pada kawasan tersebut cukup berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan 71,13. Dari hasil analisis leverage terdapat 3 atribut yang sensitif mempengaruhi keberlanjutan kawasan budidaya Mojo. Dalam rangka meningkatkan status keberlanjutan ke depan (jangka panjang), perlu dilakukan perbaikan atau intervensi secara menyeluruh terhadap semua atribut yang sensitif dalam peningkatan status kawasan.

Kata kunci :Kawasan budidaya Mojo, RAPFISH, Status keberlanjutan

I. PENDAHULUAN

Salah satu pendekatan pembangunan yang dilakukan untuk pengelolaan lingkungan hidup adalah pembangunan berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan di Indonesia sudah merambah dan dijadikan acuan pembangunan disegala bidang, salah satunya adalah pembangunan di sektor kelautan dan perikanan. Untuk mendapatkan hasil yang baik, sumberdaya alam harus dieksploitasi secara optimal dan tentunya tanpa mengesampingkan kelestarian lingkungan di sekitarnya sehingga perlunya rencana strategi yang tepat sasaran.

Indonesia sebagai Negara kepulauan memiliki potensi kelautan dan perikanan yang begitu besar. Luas laut Indonesia mencapai 5,8 juta km2 atau sekitar 2/3 luas wilayah RI dengan panjang pantai sekitar 95,1818 km. Capaian produksi perikanan terus meningkat sebesar 6,2% per tahun. Total produksi perikanan pada tahun 2013 sebesar 11,06 juta ton. Angka ini disumbang oleh subsektor perikanan budidaya sebesar 5,20 juta ton. Pertumbuhan produksi budidaya meningkat cukup signifikan dalam kurun waktu 5 tahun terakhir yaitu sebesar 8,83% (KKP, 2013). Pada tahun 2013, tingkat pemanfaatan lahan untuk budidaya pertambakan sebesar 650.509 Ha. Dari potensi lahan tersebut perikanan budidaya Indonesia dapat memproduksi 9.599.765 ton pada tahun 2012 (KKP, 2014). Potensi yang besar dan tersedia ini sudah saatnya ditangani secara seksama dan konsisten dengan memperhatikan aspek keseimbangan lingkungan (Yuliati, 2003).

Kegiatan budidaya sejak dulu memang sudah diusahakan oleh masyarakat di daerah pesisir, termasuk juga masyarakat pesisir di daerah kabupaten Pemalang. Kawasan budidaya Mojo merupakan salah satu sentra produksi budidaya air

ISBN 978-602-71228-3-3

payau/tambak yang melakukan budidaya udang vaname di Kabupaten Pemalang. Kawasan ini awalnya merupakan salah satu kawasan percontohan yang ada di Kabupaten Pemalang. Udang merupakan salah satu komoditas sektor perikanan yang bernilai tinggi. Udang mendominasi lebih dari 40% hasil perikanan untuk diekspor. Kegiatan pembudidayaan udang vaname yang ada di Desa Mojo Kecamatan Ulujami Kabupaten Pemalang, memang memiliki perkembangan yang cukup baik, akan tetapi status keberlanjutan dari kawasan budidaya ini masih belum dapat diketahui. Sehingga belum adanya penetapan strategi dan kebijakan yang baik. Penelitian ini dilakukan untuk menjaga eksistensi dan keberlanjutan kawasan yang dilihat dari dimensi ekologi agar terciptanya keselarasan antara sumberdaya alam dan sumberdaya buatan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji status keberlanjutan dari kawasan budidaya udang vaname Mojo dan untuk mengetahui atribut/faktor yang sensitif mempengaruhi dikaji dari aspek ekologi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dari pengembangan pengelolaan Kawasan Budidaya Udang Vaname.

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksakan pada bulan Maret hingg April 2015 di Kawasan budidaya udang vaname yang berada di Desa Mojo Kecamatan Ulujami Kabupaten Pemalang (Gambar 1). Adapun data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa atribut-atribut yang terkait dengan Dimensi ekologi. Sementara data sekunder berupa data penunjang yang diperoleh dari dinas, instansi atau lembaga tertentu yang terkait.

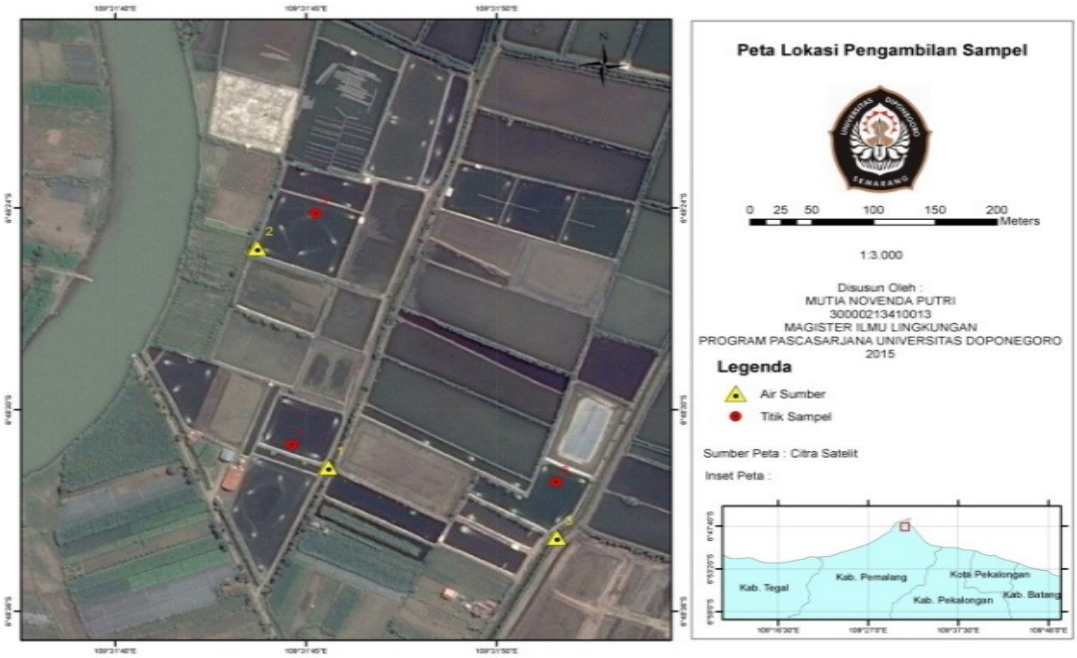
Untuk mengevaluasi keberlanjutan kawasan budidaya udang vaname Mojo dilakukan dengan menggunakan metode *multi variable* non-metrik yang dikenal sebagai *Multi Dimensional Scaling (MDS)* dengan menggunakan modifikasi dari perangkat Rapfish (*Rapid Assesment Techniques for Fisheries*). *Multi Dimensional Scaling (MDS)* adalah teknik statistik yang mencoba melakukan transformasi multi dimensi ke dalam dimensi yang lebih rendah. Sedangkan Rapfish merupakan teknik yang dikembangkan oleh University of British Colombia Canada untuk mengevaluasi keberlanjutan dari perikanan secara multidisipliner (Zulfikar, 2012). Terdapat 7 (tujuh) atribut yang dianalisis dalam penelitian ini yakni Kualitas air sumber, Effluen tambak budidaya, Hasil produksi, Kesesuaian benih, Peluang masuknya zat-anorganik, Perolehan air tawar, Pengolahan limbah. Hasil skor dari setiap atribut dianalisis dengan MDS untuk menentukan titik yang mencerminkan posisi keberlanjutan terhadap dua titik acuan yaitu titik baik (*good*) dan titik buruk (*bad*). Adapun nilai skor yang merupakan nilai indeks keberlanjutan setiap dimensi dapat dilihat pada tabel 1. Metode MDS juga menyediakan analisis *leverage* yang digunakan untuk mengetahui atribut yang sensitif terhadap keberlanjutan Kawasan budidaya Mojo. Setelah dilakukan analisis *leverage* dilakukan analisis *Pareto* untuk memperkuat pemilihan atribut yang sensitif mempengaruhi dan analisis *Monte Carlo* yang digunakan untuk mengevaluasi dampak kesalahan.

Tabel 1. Katagori Status Keberlanjutan

Nilai Indeks	Katagori
0,00 – 25,00	Buruk (tidak berkelanjutan)
25,01 – 50,00	Kurang (kurang berkelanjutan)
50,01 – 75,00	Cukup (cukup berkelanjutan)
75,01 – 100,00	Baik (sangat berkelanjutan)

Sumber: Hasim, *et al.,* (2012)

ISBN 978-602-71228-3-3



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

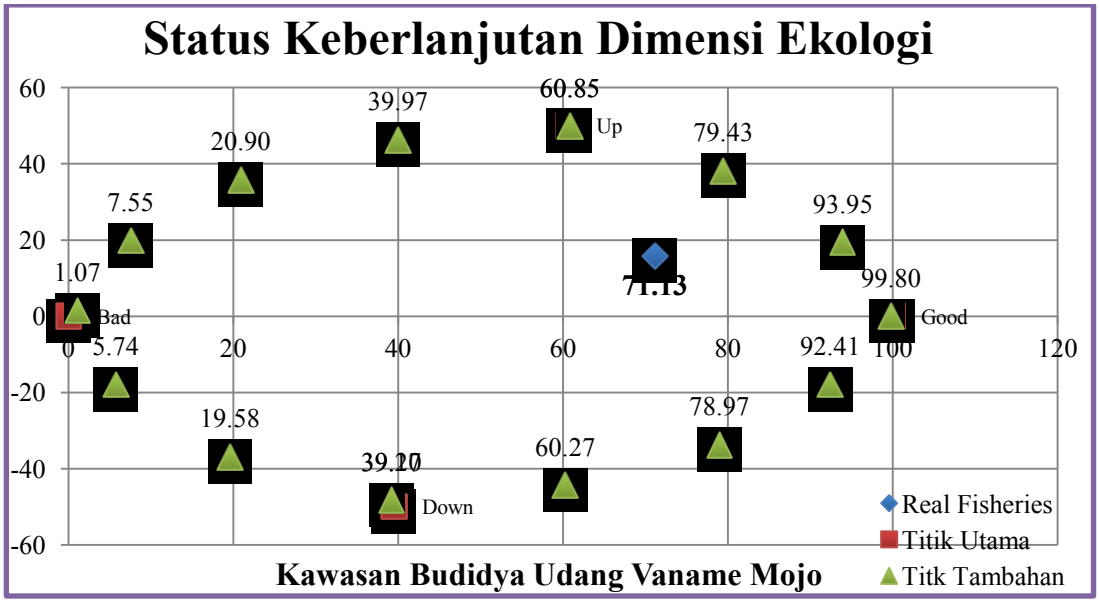
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama yang dilakukan sebelum melakukan pengolahan data keberlanjutan menggunakan *Rapfish* yaitu melakukan skoring terlebih dahulu pada setiap atribut pada dimensi ekologi. Hasil dari skoring menunjukkan Kualitas air sumber dan Effluen tambak budidaya memiliki nilai sedang, Hasil produksi, Peluang masuknya zat anorganik dan kesesuaian benih memiliki skor baik, Perolehan air tawar serta Pengolahan limbah memiliki nilai cukup rendah dan rendah. Setelah itu dilakukan analisis MDS dengan bantuan modifikasi Software *Rapfish.*

Berdasarkan hasil analisis MDS, dengan input 7 atribut menghasilkan nilai indeks keberlanjutan kawasan budidaya udang vaname Mojo sebesar 71,13 dengan skala keberlanjutan 0-100 (Gambar 2). Hal ini berarti bahwa kondisi dimensi ekologi pada Kawasan budidaya udang vaname Mojo berada pada status cukup berkelanjutan sesuai dengan katagori status keberlanjutan Kawasan budidaya Mojo (tabel 1). Nilai stress dan koefisien determinasi (R^2) berfungsi untuk menentukan perlu tidaknya penambahan atribut untuk mencerminkan dimensi yang dikaji secara akurat. Model yang baik ditunjukkan dengan nilai stress di bawah nilai 0,25 dan R^2 mendekati 1 sehingga mutu dari analisis MDS dapat dipertanggung jawabkan (Kavanagh and Pitcher, 2004). Dari tingkat stress pada analisis *Rap-analysis* dengan nilai 0,14 dinilai sudah dapat menggambarkan pada kondisi yang sesungguhnnya.

Hasil analisis *leverage* yang dilakukan terhadap dimensi ekologi menghasilkan atribut sensitif. Atribut sensitif tersebut berperan sebagai faktor pengungkit *(leverage factor)* terhadap dimensi secara parsial. Oleh karena itu data tersebut menjadi dasar informasi tentang atribut yang perlu ditingkatkan dan dijaga kualitasnya. Penentuan atribut yang sensitif selain melalui analisis *leverage* juga ditentukan melalui analisis Pareto sebagai penguat dari analisis *Leverage*. Sehingga didapatkan atribut yang sensitif yakni Perolehan Air Tawar Kesesuaian Benih dan Hasil Produksi. (Gambar 3).

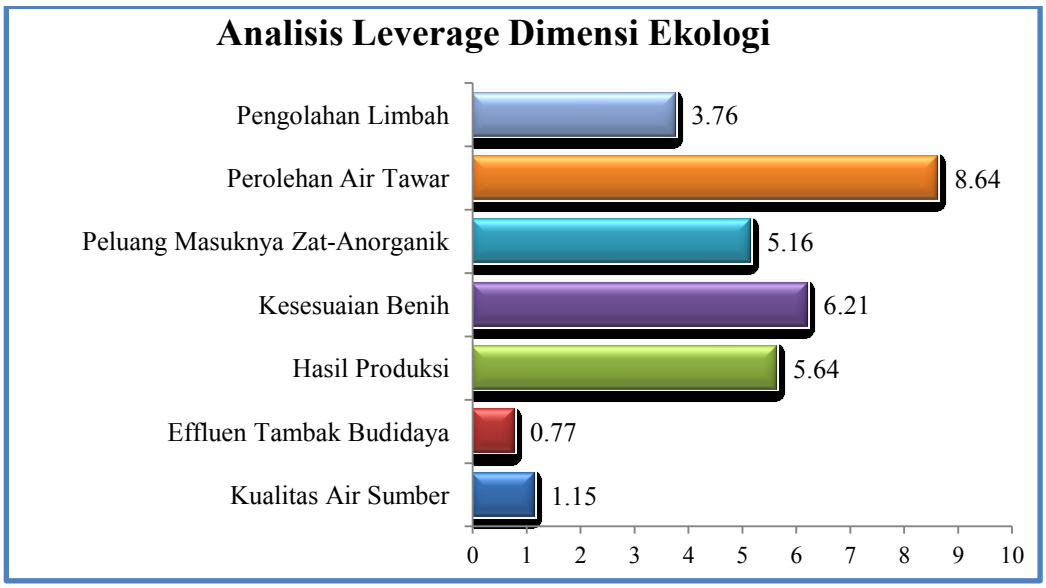
ISBN 978-602-71228-3-3



Gambar 2. Posisi Indeks Keberlanjutan Kawasan Budidaya Udang Vaname Mojo Berdasarkan Aspek Ekologi

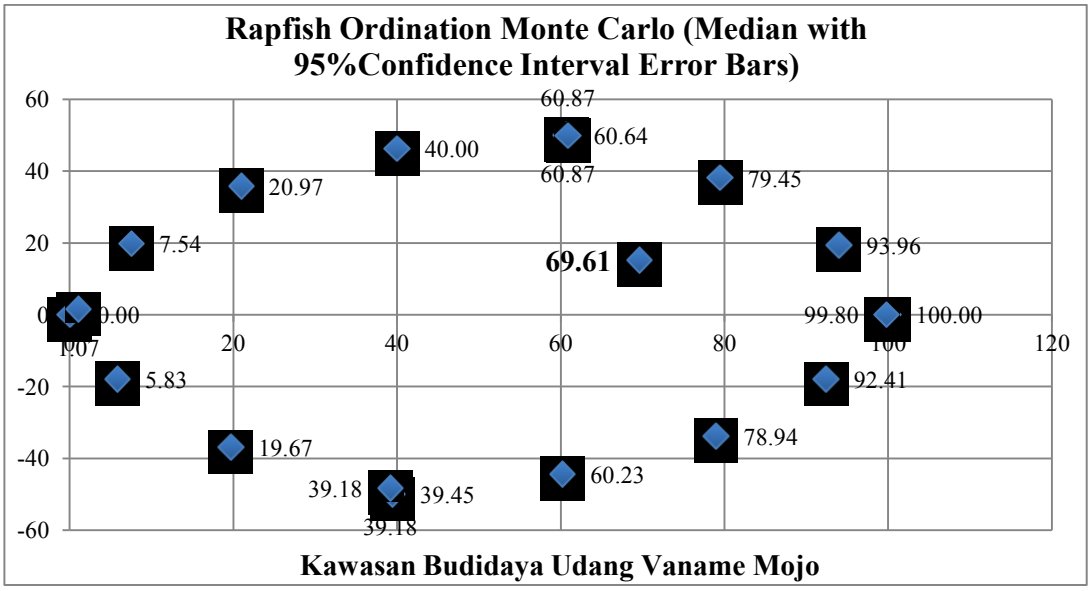
Atribut yang sensitif tersebut dirasa saling berkaitan. Dimana dengan perolehan air tawar yang kurang atau tidak sesuai dengan standar baku mutu untuk budidaya dapat mempengaruhi hasil produksi dari budidaya tersebut. Begitu juga dengan kesesuaian benih yang digunakan. Apabila benih berasal dari pembenihan (*hatchery*) yang tidak baik dan benih tidak memenuhi kriteria SPF (*Spesific Pathogen Free*) maka benih dapat mengganggu proses budidaya sehingga produksi dari budidaya juga tidak dapat berkelanjutan.

Perolehan air tawar yang digunakan untuk Kawasan budidaya udang vaname Mojo berasal dari pengeboran air tanah. Hal ini dikarenakan badan air disekitar Kawasan budidaya dirasa kurang memenuhi syarat untuk digunakan sebagai air pasok. Selain itu pada kawasan tersebut tidak menggunakan tambak tandon yang berfungsi sebagai tempat pengendapan untuk perbaikan kualitas air sebelum digunakan atau dimasukkan ke dalam tambak budidaya.



Gambar 3. Analisis *Leverage* Dimensi Ekologi Keberlanjutan Kawasan Budidaya Udang Vaname

ISBN 978-602-71228-3-3



Gambar 4. Analisis Monte Carlo

Atribut sensitif yang kedua adalah kesesuain benih. Benih yang digunakan adalah yang bebas dari virus dan diperoleh dari pembenihan (hatchery) bersertifikat dan menerapkan Cara Pembenihan Ikan yang Baik (CPIB). Benih yang dihasilkan harus telah memenuhi kriteria SPF (Specific PathogenFree). Induk udang yang di datangkan dari luar negeri harus telah lulus uji oleh Balai Karantina, minimal bebas dari WSSV, TSV, IMNV dan EMS (BMP Udang Vaname, 2014). Benih yang digunakan untuk budidaya pada kawasan tersebut adalah benih super dan bebas dari penyakit. Hal ini dirasa penting, karena apabila benih tidak sesuai dengan standar mutu, hal itu dapat mengganggu proses dari budidaya. Selain itu apabila kualitas benih tidak baik, dapat ditakutkan pada saat proses budidaya banyak benih yang mati atau mengalami proses molting yang berlebihan, hal ini nantinya akan berimbas pada kualitas air pada tambak pemeliharaan dan kualitas effluent dari tambak tersebut. Dari kedua atribut senstif tersebut tentunya sangat berpengaruh terhadap hasil produksi. Kualitas lingkungan sangat menentukan keberhasilan dan keberlanjutan dalam pengelolaan dan pengembangan budidaya udang vaname. Dukungan lingkungan yang berkualitas akan mampu menjamin keberlanjutan dari usaha tersebut. Apabila kawasan terjaga dengan baik dan sistem yang dilakukan untuk budidaya juga baik maka dapat menghasilkan kelulushidupan yang tinggi, sehingga bisa menghasilkan produksi yang baik dan berkelanjutan. Analisis terakhir yang digunakan adalah analisis *Monte Carlo*. Analisis ini digunakan untuk menduga pengaruh galat dalam proses analisis yang dilakukan pada selang kepercayaan 95% (Kavanagh and Pitcher, 2004), atau dapat dikatakan analisis ini digunakan untuk mengevaluasi dampak kesalahan acak dalam dimensi (Sitorus, 2013). Jika dilihat dari selisih analisis *Monte Carlo* dengan analisis *Rap-analysis* nilainya sangat berdekatan yaitu 70 dengan 71, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa data yang dianalisis tidak mengalami kesalahan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi dimensi ekologi pada Kawasan Budidaya Udang Vaname Mojo berada pada status cukup berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan 71,13. Dan dari nilai stress dapat disimpulkan bahwa sudah dapat menggambarkan kondisi yang sesungguhnya. Dari analisis *Leverage* dan Pareto dengan input 7 atribut keberlanjutan Kawasan Budidaya Udang Vanama Mojo terdapat 3 atribut yang paling sensitif yakni Perolehan Air Tawar, Kesesuaian Benih dan Hasil Produksi. Dan dari perbandingan analisis *Monte Carlo* dengan *Rap-analysis* dapat dinyatakan bahwa data yang dianalisis tidak mengalami kesalahan karena memiliki selisih yang tidak terlalu lebar.

DAFTAR PUSTAKA

Hasim., A. Sapei., S. Budiharsono dan Y. Wardiatno. 2012. *Analisis Status Keberlanjutan Untuk Pengembangan Pengelolaan Pada Danau Limboto Provinsi Gorontalo.* [Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI]. Bogor.

ISBN 978-602-71228-3-3

Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Institut Pertanian Bogor.

Kavanagh, P and T.J Pitcher. 2004. *Implementing Microsoft Excel Software For Rap-fish: A Technique For The Rapid Appraisal of Fisheries Status*. Canada. University of British Colombia.

Kementerian Kelautan dan Perikanan. *Kementerian Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2013*. 2013. Pusat Data, Statistik dan Informasi. Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Kementerian Kelautan dan Perikanan. *Kementerian Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2014* (*Marine and Fisheries In Fiqures 2014*). 2014. Pusat Data, Statistik dan Informasi. Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Sitorus, S.W. 2013. *Analisis Keberlanjutan Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) dalam Pengembangan Kawasan Minapolitan Di Beberapa Desa Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara.* [Tesis]. Semarang. Program Magister Ilmu Lingkungan. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.

Tim Perikanan WWF-Indonesia dan Badrudin. 2014. *Better Management Practices. Seri Panduan Perikanan Skala Kecil. Budidaya Udang Vannamei. Tambak Semi Intensif dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Versi 1.* WWF-Indonesia. ISBN: 978-979-1461-38-2.

Yuliati, S. 2003. *Evaluasi Usaha Penggemukan Kepiting Bakau (Scylla serata Forskal) Terhadap Peninkatan Pendapatan Petani Tambak di Desa Banjarsari Kecamatan Sayung Kabupaten Demak*. [Tesis]. Semarang. Magister Manajemen Sumberdaya Pantai Universitas Diponegoro.

Zulfikar. 2012. Pengelolaan Perikanan Tangkap Berkelanjutan Di Perairan Selatan Pelabuhan Ratu. [Tesis]. Program Pascasarjana Departemen Biologi. Program Studi Ilmu Kelautan. Universitas Indonesia. Depok.

ISBN 978-602-71228-3-3

Ketersediaan Air Di Bawah Taman Kayu putih Di Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta

Rahardyan Nugroho Adi
Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan DAS
Jl. A.Yani Pabelan P.O.Box 295 Surakarta
e-mail : dd11lb@yahoo.com

ABSTRAK

Jumlah air di bumi adalah tetap dan distribusinya tidak sama pada wilayah satu dan lainnya. Kabupaten Kidul Gunung merupakan salah satu daerah yang memiliki keterbatasan dalam hal ketersediaan air kawasan. Salah satu jenis penutupan lahan yang potensial di Kabupaten Gunung Kidul adalah hutan tanaman kayuputih. Dewasa ini terdapat keluhan masyarakat yang menyatakan bahwa telah terjadi penurunan sumber-sumber air di kawasan hutan tanaman kayuputih. Sehingga perlu dikaji ketersediaan air dibawah tanaman kayuputih. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi ketersediaan air (lengas tanah) di bawah tanaman kayuputih pada kawasan hutan tanaman kayuputih.

Penelitian dilakukan pada sub Daerah Aliran Sungai dengan jenis penutupan lahannya tanaman kayuputih. Titik pengambilan sampel di lapangan dilakukan secara sampling dengan berdasarkan pada satuan unit lahan yang dibuat berdasarkan hasil tumpang susun peta jenis tanah dan peta penutupan lahan. Perhitungan ketersediaan lengas tanah dilakukan dengan menghitung selisih antara kadar lengas tanah pada kapasitas lapangan dengan kadar lengas tanah pada titik layu permanen. Hasil perhitungan kemudian diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi dari Wisaksono (1964).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketersediaan lengas tanah di sub DAS Nglipar berkisar antara sangat rendah sampai dengan sedang sedangkan di sub DAS Bunder sangat rendah. Jika dibandingkan ketersediaan di sub DAS Nglipar lebih besar dari pada sub DAS Bunder.

Kata kunci : daerah aliran sungai, ketersediaan air

I. PENDAHULUAN

Selama ini tanaman diyakini sangat berperan positif terhadap kelestarian sumber daya air kawasan. Hal ini dibuktikan dengan pengalaman yang menunjukkan bahwa kelestarian sumber daya air tergantung dari kondisi hutan pada kawasan tersebut. Berkaitan dengan fungsi pengaturan tata air, setiap tipe vegetasi menunjukkan pengaruh yang berbeda karena struktur dan komposisinya bervariasi. Seyhan (1990) mengemukakan bahwa penggunaan vegetasi penutup hutan akan dapat memperbaiki fluktuasi aliran air.

Informasi ilmiah yang berkaitan dengan ketersediaan air di bawah jenis tanaman tertentu belum merupakan faktor pendukung dalam penentuan jenis tanaman hutan yang akan ditanam di kawasan yang akan direboisasi sehingga kegiatan reboisasi yang dilakukan pemerintah belum optimal. Oleh karena itu penelitian yang berkaitan dengan hal tersebut harus dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi ketersediaan air untuk tanaman (lengas tanah) di bawah tanaman kayuputih pada kawasan hutan tanaman kayuputih.

I. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di dua lokasi yaitu di sub DAS Bunder dan sub DAS Nglipar. Pemilihan lokasi didasarkan pada keseragaman umur tanaman, jarak tanam dan pola pengelolaan. Kemudian untuk pengambilan sampel tanah dan pembuatan profil tanah dilakukan secara sampling dengan berdasarkan pada unit lahan yang ada di kedua lokasi penelitian. Pembuatan unit lahan dilakukan dengan berdasarkan pada jenis penutupan lahan dan jenis tanah yang ada di masing-masing lokasi penelitian.

Perhitungan ketersediaan lengas tanah bagi tanaman dilakukan dengan menghitung selisih antara kadar lengas tanah pada kapasitas lapangan (batas cair) dengan kadar lengas tanah pada titik layu permanen (batas berubah warna). Hasil perhitungan kemudian diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi dari Wisaksono (1964) dalam Hadini (2003).

ISBN 978-602-71228-3-3

Tabel 1. Klasifikasi Batas Cair (lengas tanah) menurut Wisaksono (1964)

Batas Cair (% Berat)	Klasifikasi
< 20	Sangat Rendah
21 - 30	Rendah
31 - 45	Sedang
46 - 60	Tinggi
61 - 100	Sangat Tinggi
> 100	Amat Sangat Tinggi

Sumber : Wisaksono ((1964) dalam Hadini (2003)

Tabel 2. Klasifikasi Batas Berubah Warna (titik layu permanen) menurut Wisaksono (1964)

Batas Berubah Warna (% Berat)	Kasifikasi
1 - 3	Sangat Rendah
4 - 10	Rendah
11 - 18	Sedang
19 - 30	Tinggi
31 - 45	Sangat Tinggi
> 45	Amat Sangat Tinggi

Sumber : Wisaksono (1964) dalam Hadini (2003)

Tabel 3. Klasifikasi Ketersediaan Air Bagi Tanaman Menurut Wisaksono (1964)

Ketersediaan Air Bagi Tanaman (% Berat)	Klasifikasi
< 20	Sangat Rendah
21 - 30	Rendah
31 - 45	Sedang
46 - 60	Tinggi
61 - 100	Sangat Tinggi
> 100	Amat Sangat Tinggi

Sumber : Wisaksono (1964) dalam Hadini (2003)

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Geografi Daerah Penelitian

Berdasarkan klasifikasi Schmidt dan Ferguson, kedua lokasi penelitian memiliki tipe iklim D (sedang). Pada lokasi Nglipar temperatur rata-rata tahunannya adalah sebesar 23,94 °C. Temperatur udara bulan terdingin terjadi pada bulan Agustus dan temperatur udara terpanas terjadi pada bulan Nopember . Kemudian untuk lokasi Bunder (Wanagama) temperatur udara rata-rata tahunannya sebesar 24,04 °C. Temperatur udara bulan terdingin juga terjadi pada bulan Agustus dan temperatur udara terpanas terjadi pada bulan Nopember.

Berdasarkan peta tanah semi detil skala 1:50.000 yang berasal dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, jenis tanah di kedua lokasi penelitian disajikan pada Tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Klasifikasi Tanah Di Daerah Penelitian Dengan Sistem USDA

No.	Sub Grup	Grup	Sub Ordo	Ordo
	Sub DAS Bunder			
1.	*Lithic Usthorthents*	*Usthorthents*	*Orthents*	*Entisols*
2.	*Typic Hapluderts*	*Hapludderts*	*Uderts*	*Vertisols*
3.	*Vertic Eutropepts*	*Eutropepts*	*Tropepts*	*Inceptisols*
4.	*Lithic Haplustols*	*Haplustols*	*Ustols*	*Mollisols*
1.	**Sub DAS Nglipar**			
	Lithic Ustropepts	*Ustropepts*	*Tropepts*	*Inceptisols*

Sumber : Peta Tanah BPTP Yogyakarta Skala 1 : 50.000

Selanjutnya berdasarkan hasil survey tanah dan pembuatan profil tanah di lapangan, ternyata semuanya mempunyai solum tanah yang dangkal < 50 cm.

2. Kondisi lengas tanah di bawah tanaman kayuputih pada kawasan hutan tanaman kayuputih

Dalam penelitian ini kondisi lengas tanah yang dimaksud adalah kondisi ketersediaan air untuk tanaman. Hansen, dkk., (1992) dan Darmawijaya (1997) menyebutkan bahwa air tersedia untuk tanaman merupakan selisih antara kapasitas lapang dan kelayuan permanen. Dengan demikian maka terdapat dua hal penting dalam penentuan kondisi ketersediaan air bagi tanaman, yaitu batas cair yang setara dengan kapasitas lapang (nilai pF 2,54) dan batas berubah warna yang setara dengan titik layu permanen (nilai pF 4,2). Begitu pula untuk mengetahui bagaimana kondisi lengas tanah (ketersediaan air) di bawah tanaman kayuputih di sub DAS Bunder dan sub DAS Nglipar akan diperhitungkan kedua nilai tersebut.

Untuk mengetahui nilai kapasitas lapang dan titik layu permanen dilakukan dengan menganalisis sampel tanah lokasi penelitian. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan berdasarkan pada unit lahan yang ada di kedua lokasi penelitian.

ISBN 978-602-71228-3-3

Hasil analisis sampel tanah di kedua lokasi penelitian disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6 berikut ini.

Tabel 5. Hasil Analisis Sampel Tanah sub DAS Bunder

Jenis Tanah	Kode	KADAR AIR (%)		BV	BJ
		pF 2,54	pF 4,2	(gram/CC)	
Typic Hapluderts	B - TPH 1	36.30	20.80	1.00	2.18
Typic Hapluderts	B - TPH 2	29.90	16.80	1.02	2.21
Vertic Eutropepts	B - VEU	35.10	18.80	1.03	2.24
Lithic Ustorthents	B - LU 1	30.70	19.60	1.07	2.18
Lithic Ustorthents	B - LU 2	29.50	16.40	1.10	2.20
Lithic Haplustols	B - LHP	31.80	16.10	1.01	2.17

Sumber : Hasil analisis laboratorium

Tabel 6. Hasil Analisis Sampel Tanah sub DAS Nglipar

Lokasi	Kode	Kadar air (%)		BV	BJ
		pF 2,54	pF 4,2	(gr/cm3)	(gr/cm3)
I (Hulu)	Hl - Ng Kn 1	35.08	17.37	1.67	2
	Hl - Ng Kn 2	32.79	18.45	1.73	2.06
	Hl - Ng Kr 1	45.42	23.32	1.53	1.99
	Hl - Ng Kr 2	32.31	23.27	1.66	2.14
II (Tengah)	Tgh - Ng Kn 1	33.02	20.23	1.58	2.05
	Tgh - Ng Kn 2	36.82	23.47	1.58	2.04
	Tgh - Ng Kr 1	31.21	20.82	1.56	2.05
	Tgh - Ng Kr 2	31.84	18.38	1.11	2.03
III (Hilir)	Hr - Ng Kn 1	33.23	22.13	1.38	2.07
	Hr - Ng Kn 2	32.45	21.76	1.47	2.03
	Hr - Ng Kr 1	33.07	22.94	1.47	2.01
	Hr - Ng Kr 2	30.85	18.08	1.61	2.07

Sumber : Hasil analisis laboratorium

2.1. Batas Cair (Kapasitas Lapang)

Batas cair menunjukkan kadar air yang dapat ditahan oleh tanah dan dalam hal ini setara dengan kapasitas lapang (pF 2.54). Batas cair merupakan jumlah air tertinggi yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Klasifikasi batas cair di daerah penelitian disajikan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Klasifikasi Batas Cair sub DAS Nglipar

No.	Lokasi	Kode	BV (gr/cm3)	Batas Cair	Kelas
1	I (Hulu)	Hl - Ng Kn 1	1.67	35.08	Sedang
2		Hl - Ng Kn 2	1.73	32.79	Sedang
3		Hl - Ng Kr 1	1.53	45.42	Sedang
4		Hl - Ng Kr 2	1.66	32.31	Sedang
5	II (Tengah)	Tgh - Ng Kn 1	1.58	33.02	Sedang
6		Tgh - Ng Kn 2	1.58	36.82	Sedang
7		Tgh - Ng Kr 1	1.56	31.21	Sedang
8		Tgh - Ng Kr 2	1.11	31.84	Sedang
9	III (Hilir)	Hr - Ng Kn 1	1.38	33.23	Sedang
10		Hr - Ng Kn 2	1.47	32.45	Sedang
11		Hr - Ng Kr 1	1.47	33.07	Sedang
12		Hr - Ng Kr 2	1.61	30.85	Rendah

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 8. Klasifikasi Batas Cair sub DAS Bunder

No.	Jenis Tanah	Kode	BV (gr/cm3)	Batas Cair	Kelas
1	Typic Hapluderts	B - TPH 1	1	36.3	Sedang
2	Typic Hapluderts	B - TPH 2	1.02	29.9	Rendah
3	Vertic Eutropepts	B - VEU	1.03	35.1	Sedang
4	Lithic Ustorthents	B - LU 1	1.07	30.7	Rendah
5	Lithic Ustorthents	B - LU 2	1.1	29.5	Rendah
6	Lithic Haplustols	B - LHP	1.01	31.8	Sedang

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan hasil analisis sampel tanah di kedua lokasi penelitian, diperoleh informasi bahwa di sub DAS Nglipar memiliki batas cair atau kapasitas lapang rata-rata adalah sedang dengan rentang nilai antara 30,83 – 45,42 % berat. Sedangkan di sub DAS Bunder memiliki batas cair atau kapasitas lapang berkisar antara rendah sampai dengan sedang dengan rentang nilai berkisar antara 29,5 – 36,3 % berat. Kemudian jika dibandingkan antara kondisi batas cair atau kapasitas lapang di sub DAS Nglipar dengan sub DAS Bunder, nampak bahwa di sub DAS Nglipar cenderung lebih tinggi kapasitas lapangnya jika dibandingkan dengan sub DAS Bunder.

2.2. Batas Berubah Warna (Titik Layu Permanen)

Batas berubah warna adalah kondisi lengas tanah yang berada pada titik bawah. Pada kondisi ini merupakan suatu kondisi dimana jumlah air yang dapat dmanfaatkan oleh tanaman berada pada kondisi yang terendah (minimal), Pada kondisi ini lengas tanah terikat oleh butir-butir tanah yang kuat sehingga akar tanaman tidak dapat dengan mudah menyerapnya. Klasifikasi batas berubah warna di daerah penelitian disajikan pada Tabel 9 dan Tabel 10.

ISBN 978-602-71228-3-3

Tabel 9. Klasifikasi Batas Berubah Warna sub DAS Nglipar

No.	Lokasi	Kode	BV (gr/cm3)	Batas Berubah Warna	Kelas
1	I (Hulu)	Hl - Ng Kn 1	1.67	17.37	Sedang
2		Hl - Ng Kn 2	1.73	18.45	Sedang
3		Hl - Ng Kr 1	1.53	23.32	Tinggi
4		Hl - Ng Kr 2	1.66	23.27	Tinggi
5	II (Tengah)	Tgh - Ng Kn 1	1.58	20.23	Tinggi
6		Tgh - Ng Kn 2	1.58	23.47	Tinggi
7		Tgh - Ng Kr 1	1.56	20.82	Tinggi
8		Tgh - Ng Kr 2	1.11	18.38	Sedang
9	III (Hilir)	Hr - Ng Kn 1	1.38	22.13	Tinggi
10		Hr - Ng Kn 2	1.47	21.76	Tinggi
11		Hr - Ng Kr 1	1.47	22.94	Tinggi
12		Hr - Ng Kr 2	1.61	18.08	Sedang

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 10. Klasifikasi Batas Berubah Warna sub DAS Bunder

No.	Lokasi	Kode	BV (gr/cm3)	Batas Berubah Warna	Kelas
1	Typic Hapluderts	B - TPH 1	1	20.8	Tinggi
2	Typic Hapluderts	B - TPH 2	1.02	16.8	Sedang
3	Vertic Eutropepts	B - VEU	1.03	18.8	Sedang
4	Lithic Ustorthents	B - LU 1	1.07	19.6	Tinggi
5	Lithic Ustorthents	B - LU 2	1.1	16.4	Sedang
6	Lithic Haplustols	B - LHP	1.01	16.1	Sedang

Sumber :Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 9, nampak bahwa secara umum klasifikasi batas berubah warna atau titik layu permanen di sub DAS Nglipar termasuk pada kelas tinggi dengan kisaran nilai batas berubah warna dari 17,37 sampai dengan 23,47 %. Namun demikian jika dicermati lebih jauh, nampak bahwa secara bertahap nilai batas berubah warna atau titik layu permanen di sub DAS Nglipar akan semakin tinggi jika dilihat mulai dari hulu sampai dengan hilir.

Pada Tabel 10 nampak bahwa batas berubah warna atau titik layu permanen di sub DAS Bunder secara umum berada pada kelas sedang dengan kisaran nilai antara 16,1 sampai dengan 18,8 % berat. Namun demikian jika dicermati lebih jauh ternyata ada beberapa titik yang mempunyai klasifikasi batas berubah warna pada kelas tinggi dengan kisaran nilai antara 19,6 sampai dengan 20,8 % berat. Selanjutnya jika dibandingkan antara kelas batas berubah warna antara sub DAS Nglipar dengan sub DAS Bunder nampak bahwa di sub DAS Nglipar kelas batas berubah warna atau titik layu permanennya lebih tinggi dari pada sub DAS Bunder.

2.3. Ketersediaan Air Untuk Tanaman

Untuk menentukan ketersediaan air untuk tanaman ditentukan dengan menghitung selisih antara nbatas cair dengan batas berubah warna dan kemudian hasilnya dikalikan dengan berat volumenya. Setelah diperoleh nilainya kemudian diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi ketersediaan air bagi tanaman menurut Wisaksono (1964) dalam Hadini (2003).

Hasil perhitungan ketersediaan air bagi tanaman di kedua lokasi penelitian disajikan pada Tabel 11 dan Tabel 12 berikut ini.

Tabel 11.. Ketersediaan Air Bagi Tanaman di sub DAS Nglipar

No.	Lokasi	Kode	BV (gr/cm3)	Batas Cair	Batas Berubah Warna	KABT (% Berat) (5 - 6)	KABT (% Volume) (4 * 7)	Kelas KABT
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	I (Hulu)	Hl - Ng Kn 1	1.67	35.08	17.37	17.71	29.58	Rendah
2		Hl - Ng Kn 2	1.73	32.79	18.45	14.34	24.81	Rendah
3		Hl - Ng Kr 1	1.53	45.42	23.32	22.1	33.81	Sedang
4		Hl - Ng Kr 2	1.66	32.31	23.27	9.04	15.01	Sangat Rendah
5	II (Tengah)	Tgh - Ng Kn 1	1.58	33.02	20.23	12.79	20.21	Rendah
6		Tgh - Ng Kn 2	1.58	36.82	23.47	13.35	21.09	Rendah
7		Tgh - Ng Kr 1	1.56	31.21	20.82	10.39	16.21	Sangat Rendah
8		Tgh - Ng Kr 2	1.11	31.84	18.38	13.46	14.94	Sangat Rendah
9	III (Hilir)	Hr - Ng Kn 1	1.38	33.23	22.13	11.1	15.32	Sangat Rendah
10		Hr - Ng Kn 2	1.47	32.45	21.76	10.69	15.71	Sangat Rendah
11		Hr - Ng Kr 1	1.47	33.07	22.94	10.13	14.89	Sangat Rendah
12		Hr - Ng Kr 2	1.61	30.85	18.08	12.77	20.56	Rendah

Sumber : Hasil perhitungan

Dari Tabel 11 tersebut di atas nampak bahwa berdasarkan klasifikasi dari Wisaksono (1964), secara umum sub DAS Nglipar klasifikasinya berkisar antara sangat rendah sampai dengan sedang. Dan jika dicermati lebih jauh ketersediaan air di sub DAS Nglipar cenderung rendah. Kemudian pada Tabel 12 disajikan ketersediaan air bagi tanaman di sub DAS Bunder.

Tabel 12. Ketersediaan Air Bagi Tanaman di sub DAS Bunder

No.	Lokasi	Kode	BV (gr/cm3)	Batas Cair	Batas Berubah Warna	KABT (% Berat) (5 - 6)	KABT (% Volume) (4 * 7)	Kelas KABT
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Typic Hapluderts	B - TPH 1	1	36.3	20.8	15.5	15.50	Sangat Rendah
2	Typic Hapluderts	B - TPH 2	1.02	29.9	16.8	13.1	13.36	Sangat Rendah
3	Vertic Eutropepts	B - VEU	1.03	35.1	18.8	16.3	16.79	Sangat Rendah
4	Lithic Ustorthents	B - LU 1	1.07	30.7	19.6	11.1	11.88	Sangat Rendah
5	Lithic Ustorthents	B - LU 2	1.1	29.5	16.4	13.1	14.41	Sangat Rendah
6	Lithic Haplustols	B - LHP	1.01	31.8	16.1	15.7	15.86	Sangat Rendah

Sumber : Hasil perhitungan

ISBN 978-602-71228-3-3

Keterangan :
KABT = Ketersediaan Air Bagi Tanaman

Jika dilihat pada Tabel 12 tersebut di atas maka tingkat ketersediaan air bagi tanaman di sub DAS Bunder adalah sangat rendah. Selanjutnya jika dibandingkan ketersediaan air bagi tanaman di sub DAS Nglipar dan sub DAS Bunder maka tingkat ketersediaan air bagi tanaman di sub DAS Nglipar lebih besar dari pada sub DAS Bunder.

Beberapa hal dapat mempengaruhi ketersediaan air bagi tanaman, antara lain adalah tekstur tanah. Pada tanah-tanah dengan tekstur pasiran ketersediaan airnya cenderung tinggi. Sementara itu untuk jenis-jenis tanah dengan tekstur lempungan ketersediaan airnya akan cenderung kecil. Kemudian untuk jenis-jenis tanah dengan tekstur debuan jenis tanah ini kecenderungan ketersediaan airnya sedang. Selanjutnya jenis tanah di lokasi penelitian dalam hal ini lokasi sub DAS Nglipar secara umum teksturnya adalah lempungan. Namun demikian pada lokasi-lokasi tertentu juga terdapat tekstur tanah yang mengandung pasiran sehingga dengan demikian ketersediaan air di lokasi tersebut berkisar antara sangat rendah sampai dengan sedang.

Lain halnya dengan lokasi sub DAS Bunder. Pada lokasi ini secara umum teksturnya adalah pasiran dan hanya di lokasi tertentu tekstur tanahnya cenderung lempungan namun tidak besar. Dengan kondisi yang demikian sebenarnya ketersediaan air di sub DAS Bunder cenderung besar, namun demikian berdasarkan hasil perhitungan ketersediaan air yang dilakukan ternyata ketersediaan air bagi tanaman di sub DAS Bunder adalah sangat rendah sehingga terdapat faktor lain yang menyebabkan terjadinya hal tersebut.

Jika dilihat faktor lain yang juga mempengaruhi ketersediaan air yaitu kedalaman tanah. Kedalaman tanah dalam hal ini adalah kedalaman efektif tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman yaitu sampai pada lapisan yang tidak dapat ditembus oleh akar tanaman. Berdasarkan hasil survei lapangan menunjukkan bahwa di kedua lokasi kedalaman tanahnya berkisar antara sangat dangkal dan dangkal. Untuk lokasi sub DAS Bunder kedalam tanahnya hanya sedalam < 25 cm sehingga termasuk dalam kategori sanat dangkal sehingga walaupun kondisi tekstur tanahnya cenderung pasiran namun karena kedalam tanahnya sangat dangkal maka kondisi ketersediaan air bagi tanamannya termasuk kelas sangat rendah. Lain halnya dengan lokasi sub DAS Nglipar, Rata-rata kedalaman tanahnya berkisar antara dangkal sampai dengan sedang sehingga hal ini mendukung adanya ketersediaan air bagi tanaman namun yang menjadi faktor pembatas ketersediaan air di sub DAS Nglipar adalah kondisi tekstur tanahnya.

Gambar1. Tampilan Hutan Tanaman Kayu putih sub DAS Bunder

Gambar 4. Tampilan Hutan Tanaman Kayu putih sub DAS Nglipar.

III. KESIMPULAN

Berdasarkan klasifikasi ketersediaan air untuk tanaman dari Wisaksono (1964), ketersediaan air bagi tanaman di sub DAS Nglipar cenderung rendah, sedangkan ketersediaan air bagi tanaman di sub DAS Bunder sangat rendah. Jika dibandingkan ketersediaan air bagi tanaman di sub DAS Nglipar dan sub DAS Bunder maka tingkat ketersediaan air bagi tanaman di sub DAS Nglipar lebih besar dari pada sub DAS Bunder.

DAFTAR PUSTAKA

Darmawijaya, I., 1997. Klasifikasi Tanah Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Hadini, L.O., 2003. Ketersediaan Air Bagi Tanaman Pada Berbagai Satuan Lahan Di Daerah Aliran Sungai Serang Hulu Kabupaten Kulon Progo Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Thesis S-2. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Hansen, V.E., O.W. Israelsen, and G.E., Stringham, 1992. Dasar-Dasar Praktek Irigasi.

ISBN 978-602-71228-3-3

Diterjemahkan oleh Endang Pipin
Tachyan, Erlangga, Jakarta

Seyhan, E., 1990. Dasar-Dasar Hidrologi,
(Diterjemahkan oleh Ir. Sentot Subagyo).
Yogyakarta : Gadjah Mada University
Press.

ISBN 978-602-71228-3-3

Studi Kemampuan *Self Purification* pada Sungai Progo Ditinjau dari Parameter Organik DO dan BOD

(*Point Source* : Limbah Sentra Tahu Desa Tuksono, Kecamatan Sentolo, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi D.I. Yogyakarta)

Rahmat Randy Arbie
Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro
Semarang
randyarbie@live.com
Winardi Dwi Nugraha
Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro
Semarang
winardi_punk@yahoo.com
Sudarno
Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro
Semarang
sudarno_utomo@yahoo.com

ABSTRAK

Sungai Progo merupakan salah satu sungai besar yang berada di Provinsi D.I. Yogyakarta dengan DAS yang melintas di antara dua Provinsi, yaitu Jawa Tengah dan D.I. Yogyakarta dengan panjang sungai utama mencapai ± 140 km. Pemanfaatan sungai sebagai badan penerima limbah cair dari berbagai jenis industri yang berada di sekitar DAS Progo menyebabkan terjadinya perubahan kualitas air, khususnya untuk parameter DO dan BOD. Pada kondisi pencemaran tertentu, sungai memiliki daya dukung alam untuk melakukan purifikasi secara alami dengan adanya mekanisme reaerasi dan deoksigenasi terhadap parameter organik.Nilai oksigen terlarut dapat diketahui dengan menentukan laju reaerasi (R) dan laju deoksigenasi (D) berdasarkan persamaan Streeter-Phelps yang menggambarkan variasi pengurangan oksigen dengan jarak aliran sebagai kurva pengurangan oksigen.Buangan limbah yang berasal dari kegiatan sentra tahu di Desa Tuksono, Kecamatan Sentolo, Kabupaten Kulon Progo menyebabkan perubahan konsentrasi DO dan BOD. Hasil permodelan dengan kurva pengurangan oksigen Streeter-Phelps menunjukan adanya pemulihan kedua parameter tersebut dengan nilai K = 0,0103 /menit dan R = 0,028627 /menit, sehingga menggambarkan bahwa Sungai Progo memiliki kemampuan untuk melakukan purifikasi alami pada zona pemulihan oksigen menuju kondisi saturasi DO dengan nilai konstanta purifikasi alami (f) = 2,74437

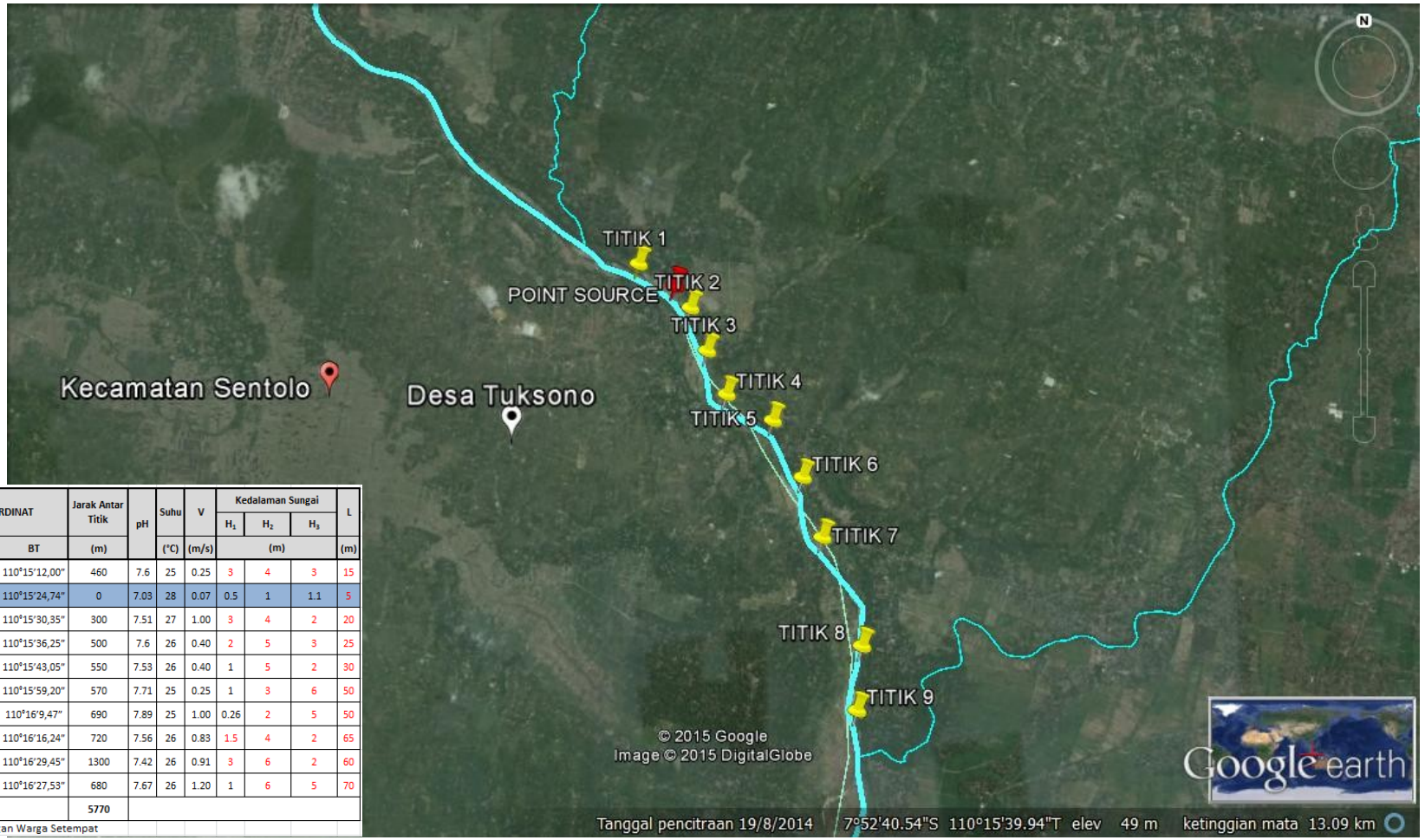
Kata Kunci *: Kurva Pengurangan Oksigen, Laju Deoksigenasi, Laju Reaerasi, Pemurnian Alami, Persamaan Streeter-Phelps, Saturasi DO*

I. PENDAHULUAN

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menyebutkan bahwa air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi yang sangat penting bagi kehidupan berbagai makhluk hidup, termasuk manusia.Sehingga dibutuhkan pengelolaan sungai sebagai sumber daya air dalam rangka pengendalian fungsi dan daya air yang berkesinambungan.

Sungai memiliki kemampuan untuk melakukan pemurnian secara alami yang disebut sebagai *self purification*.Kemampuan ini terjadi pada kondisi dimana pencemaran tidak melebihi ambang batas atau kapasitas daya tampung. Kemampuan ini sering kali tidak dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam permodelan kualitas, status sungai, dan pengelolaan dalam pemanfaatan sungai sebagai sumber air bagi kegiatan manusia. Mekanisme purifikasi secara alamiah pun terbatas untuk parameter organik yang dapat didegradasi dalam kondisi aerobik oleh mikroorganisme.Permodelan ini tentu dibutuhkan guna mengetahui daya tampung sungai terhadap pencemaran dan menjaga agar badan sungai tidak dalam kondisi anaerobik yang berbahaya bagi kehidupan di sekitarnya.

ISBN 978-602-71228-3-3



TITIK	KOORDINAT		Jarak Antar Titik	pH	Suhu	V	Kedalaman Sungai			L
							H_1	H_2	H_3	
	LS	BT	(m)		(°C)	(m/s)	(m)			(m)
T1	7°51'50,49"	110°15'12,00"	460	7.6	25	0.25	3	4	3	15
PS	7°51'58,25"	110°15'24,74"	0	7.03	28	0.07	0.5	1	1.1	5
T2	7°52'6,13"	110°15'30,35"	300	7.51	27	1.00	3	4	2	20
T3	7°52'21,28"	110°15'36,25"	500	7.6	26	0.40	2	5	3	25
T4	7°52'36,57"	110°15'43,05"	550	7.53	26	0.40	1	5	2	30
T5	7°52'45,65"	110°15'59,20"	570	7.71	25	0.25	1	3	6	50
T6	7°53'5,32"	110°16'9,47"	690	7.89	25	1.00	0.26	2	5	50
T7	7°53'25,93"	110°16'16,24"	720	7.56	26	0.83	1.5	4	2	65
T8	7°54'2,66"	110°16'29,45"	1300	7.42	26	0.91	3	6	2	60
T9	7°54'24,24"	110°16'27,53"	680	7.67	26	1.20	1	6	5	70
			5770							

: Keterangan Warga Setempat

Gambar 1 Lokasi Titik Sampel Sungai Progo di Provinsi D.I. Yogyakarta

ISBN 978-602-71228-3-3

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan dengan rincian sebagai berikut :

A. Tahap Persiapan

Tahap ini merupakan langkah awal dalam penelitian yang meliputi :

1) Survey pendahuluan dan studi literatur untuk mengumpulkan berbagai informasi mengenai lokasi penelitian yang sesuai. Penetuan lokasi sesuai dengan SNI 6989.57:2008 dengan total lokasi sampling adalah 10 titik (1 titik *point source* dan 9 titik pada sungai utama) dengan panjang keseluruh 5.770 m (Lihat Gambar 1).
2) Pengumpulan berbagai referensi atau tinjauan pustaka, baik dari berbagai sumber buku maupun jurnal penelitian yang terkait dengan pembahasan dalam penelitian.
3) Persiapan alat dan bahan yang digunakan untuk pengambilan sampel air di titik-titik sampel.

B. Tahap Pelaksanaan

Tahap ini meliputi :

Pengambilan data primer di lapangan (pengambilan air sampel di titik-titik sampel, pengukuran debit sungai, dan pengujian konsentrasi parameter BOD dan DO) dan data sekunder dari lokasi penelitian.

1) Pengolahan data untuk mencapai tujuan penelitian yang diinginkan. Pengujian kualitas air sesuai dengan SNI 6989.72:2009 dan SNI 6989.14:2004

C. Tahap Pelaksanaan

1) Analisis data yang diperoleh sebagai tahapan utama dalam penelitian ini sehingga diperolah kesimpulan berdasarkan hasil temuan di lapangan dengan Persamaan *Streeter-Phelps*.
2) Proses penyusunan hasil penelitian.

Perhitungan konstanta *self purification* (f) adalah perbandingan antara laju reaerasi (R) terhadap laju deoksigenasi (K) sebagai berikut :

$$f = \frac{R}{K}$$

$$\log \frac{L'}{L} = Kt$$

$$D_t = \frac{KL'}{R-K}(10^{-Kt} - 10^{-Rt}) + D'10^{-Rt}$$

Dimana,

K = Konstanta reaksi BOD (deoksigenasi)
R = Konstanta reaerasi
D_t = Nilai defisit oksigen pada titik sumber pencemar pada waktu t
L' = Konsentrasi BOD hulu
L = Konsentrasi BOD hilir
t = Waktu tempu antara dua titik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara garis besar seluruh titik pengambilan contoh air ini dikelilingi oleh kebun campuran, tegalan, dan tambang pasir sebagai tata guna lahannya.Konsentrasi BOD dan DO dari hasil laboratorium menunjukkan adanya proses oksidasi yang teradi dalam badan sungai, ditandai dengan fluktuasi konsentrasi DO dan penurunan konsentrasi BOD secara bertahap dan alami.

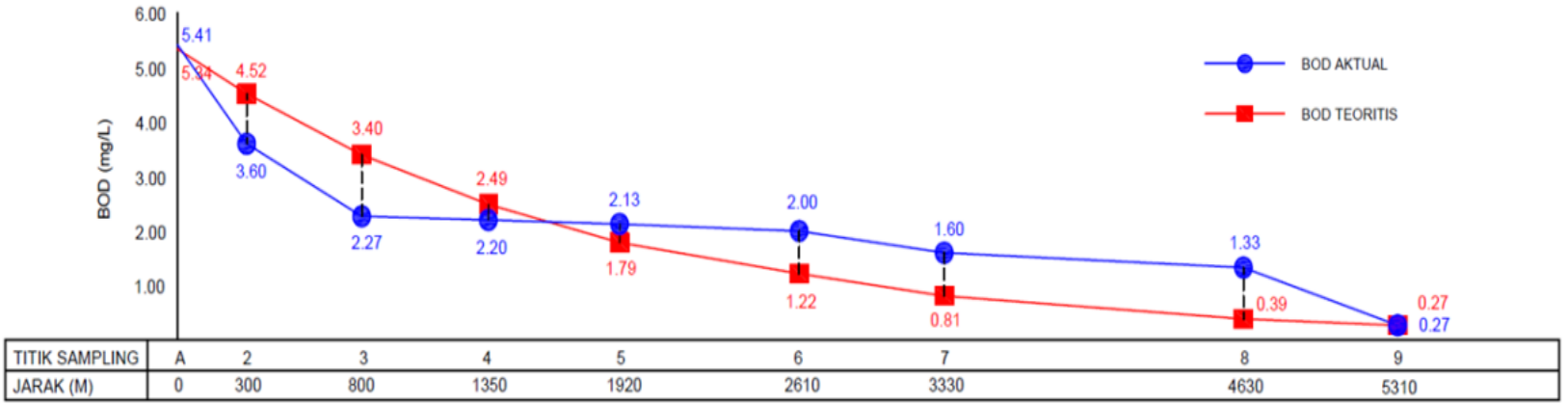
Konsentrasi DO mengalamipengurangan (defisit) biladibandingkan dengan DO saturasi hingga titik tertentu (deoksigenasi),kemudian secara alami akibat proses reaerasi pada permukaan air menyebabkan konsentrasi DO pada air sungai kembali pada kondisi saturasinya. Dekomposisi biologi materi organik pada badan sungai tergantung pada kondisi dinamis lingkungan sekitar sungai, jenis mikroorganisme yang ada dalam badan air, serta jumlah mikroorganisme itu sendiri.Koefisien deoksigenasi (K) dan reaerasi (R) dapat menunjukkan seberapa besar laju pemurnian alami (f) yang terjadi. Dari hasil perhitungan dengan Persamaan *Streeter-Phelps*, ditemukan bahwa laju dekomposisi (deoksigenasi) (K) = 0,0103 /menit dan laju reaerasi (R) = 0,028627 /menit

Nilai konstanta pemurnian alami (f) pada lokasi penelitian adalah :

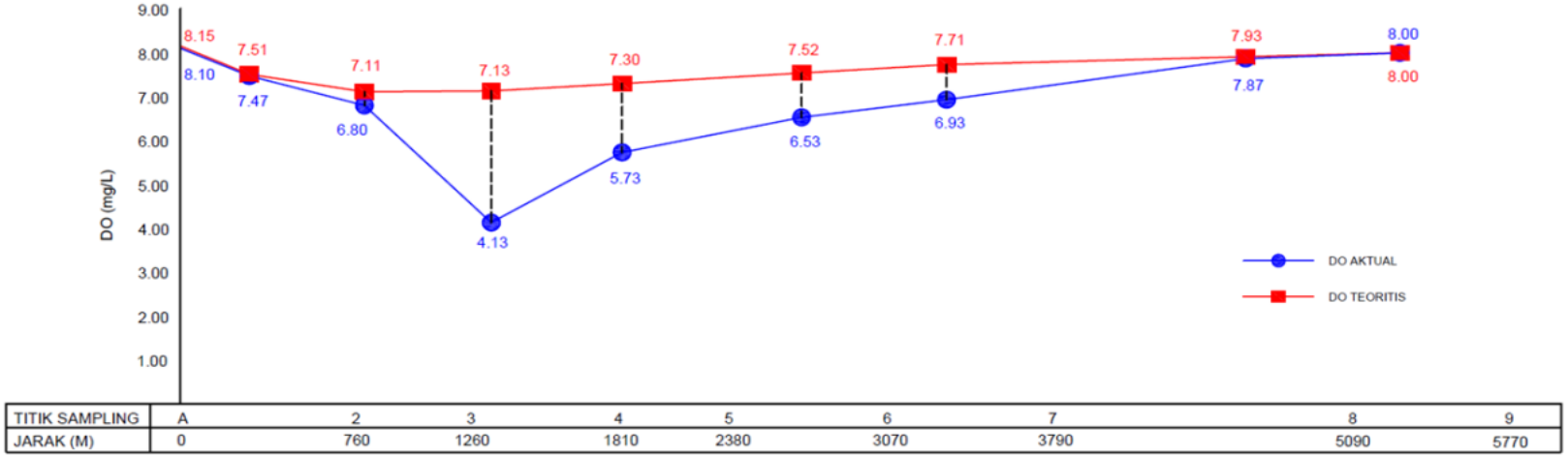
$$f = \frac{R}{K} = \frac{0{,}028267}{0{,}0103} = 2{,}74437$$

Nilai f di atas menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian ini adalah sungai besar dengan kecepatan aliran normal. Angka ini juga menunjukkan bahwa terjadi pemurnian parameter pencemar organik pada badan sungai.Kedua koefisien ini kemudian digunakan untuk menghitung nilai BOD teoritis dan defisit oksigen yang terjadi pada badan sungai.

ISBN 978-602-71228-3-3



Gambar 2 Grafik Perbandingan Konsentrasi BOD Aktual dan BOD Teoritis



Gambar 3 Grafik Perbandingan Konsentrasi DO Aktual dan DO Teoritis

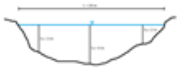
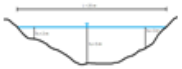
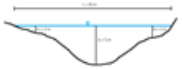
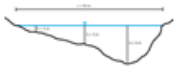
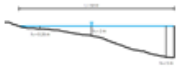
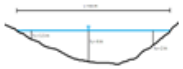
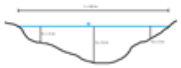
ISBN 978-602-71228-3-3

Grafik defisit oksigen (Gambar 3) menggambarkan terjadinya pemurnian alami konsentrasi oksigen terlarut pada badan air. Konsentrasi DO menurun dari jarak 0 m hingga 800 m, kemudian mengalami kenaikan konsentrasi dan mencapai nilai saturasi pada jarak 10.247 m. Kondisi ini tentu saja akan terjadi apabila tidak terdapat *point source* yang masuk ke dalam badan sungai sepanjang jarak tersebut. Nilai defisit oksigen sangat tergantung padapencemar organik yang masuk kedalam badan air, kecepatan aliran, turbulensi, dan morfologi sungai itu sendiri dalam rangka reaerasi secara oksidasi.

Secara teoritis, debit sungai mempengaruhi konsentrasi pencemaran. Nilai debit sendiri dipengaruhi oleh bentuk geomorfologi sungai dan kecepatan aliran. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bentuk geomorologi sungai dan kecepatan aliran mempengaruhi perubahan konsentrasi BOD dan DO pada badan sungai. Lestari (2013) menyebutkan bahwa nilai koefisien Manning (n) relatif tidak menyebabkan perubahan jarak tempuh pemulihan DO, namun cenderung memperpendek jarak tempuh pemulihan BOD. Pada dasarnya, konsentrasi BOD tergantung pada zat organik dan jumlah pengurai yang ada pada air. Bila diperhatikan pada Tabel 1, penurunan konsentrasi BOD yang tinggi terjadi pada Segmen I hingga Segmen II (Titik A – Titik 3) dengan nilai koefisien Manning = 0,033 (saluran alami dengan dasar saluran tanah). Pada kondisi ini penurunan BOD dan DO terjadi akibat proses deoksigenasi ketika mikroorganisme membutuhkan oksigen untuk melakukan dekomposisi zat organik yang ada. Pada segmen selanjutnya (Titik 4 – Titik 9), penurunan BOD tidak seperti sebelumnya karena kandungan organik yang tersisa pada titik tersebut sedikit, sehingga konsentrasi BOD pada titik tersebut mengalami sedikit penurunan, sedangkan nilai DO setelah Titik 4 mengalami pemulihan. Pada Titik 4 hingga Titik 9, nilai DO mengalami peningkatan adanya perubahan geomorfologi sungai dan kecepatan aliran. Secara teoritis, laju reaerasi akan meningkat seiring dengan tingginya nilai perbandingan kecepatan aliran dan kedalaman.

Mekanisme pemurnian alami terdiri atas zona degradasi, zona dekomposisi aktif, zona pemulihan, dan zona air bersih.Zona degradasi berada pada titik A pada jarak 0 hingga jarak 1.021 m pada lokasi penelitian. Lokasi ini pun adalah jarak defisit oksigen kritis, yaitu nilai DO secara teoritis terendah dan mulai kembali mengalami kenaikan nilai. Pada zona ini secara fisik ditandai dengan warna air yang mulai keruh dan adanya endapan lumpur pada bagian dasar sungai. Kecepatan deoksigenasi terjadi lebih cepat terhadap kecepatan reaerasi. Dalam zona ini terjadi dekomposisi bahan padat dan aerob secara biologi, sehingga nilai DO mengalami penurunan yang besar diikuti oleh penurunan konsentrasi BOD yang besar pula. Tidak terdapat zona dekomposisi aktif pada aliran sungai ini, karena nilai DO tidak mencapai kurang dari 40% nilai DO saturasi. Selain itu secara fisik keadaan sungai ini tidak memiliki gelembung udara dan masih ditemukan beberapa kegiatan memancing yang mengindikasikan bahwa pada daerah sungai ini masih terdapat beberapa jenis ikan yang dapat bertahan hidup.Zona *recovery* (zona pemulihan) terjadi setelah jarak 1.021 m hingga jarak 9.657 m, ditandai dengan adanya pemulihan dari proses degradasi menuju ke kondisi semula. Nilai konsentrasi BOD mulai turun dengan lambat akibat stabilisasi bahan organik yang telah mengendap menjadi lumpur akibat aktivitas aerob bakteri dan kandungan DO naik kembali. Warna air sungai pada zona ini masih berwarna keruh akibat adanya endapan lumpur

ISBN 978-602-71228-3-3

Segmen	Titik Sampling		Profil Hidrolis			v (m/s)	s (m)	t (s)	Tata Guna Lahan	Jenis Dasar Saluran Alami	n	BOD (mg/L)		DO (mg/L)		K (/menit)	R (/menit)	f
	Nomor	Gambar	h_{max} (m)	l (m)	Gambar							Aktual	Teori	Aktual	Teori			
I	A		4	15			300	427	Perkebunan, Tegalan	Tanah Liat	0,033	5,41	5,41	8,10	8,15			
II	2		4	20		1	500	711	Perkebunan, Tegalan	Tanah Liat	0,033	3,60	4,58	7,47	7,50			
III	3		5	25		0,40	550	783	Perkebunan, Tegalan	Tanah Liat	0,033	2,27	3,44	6,80	7,10			
IV	4		5	30		0,40	570	811	Perkebunan, Tegalan	Tanah Liat	0,033	2,20	2,52	4,13	7,12			
V	5		6	50		0,25	690	982	Perkebunan, Tegalan	Tanah Liat	0,033	2,13	1,80	5,73	7,29	0,0104	0,02876	2,7596
VI	6		5	50		1	720	1.024	Perkebunan, Tegalan	Tanah Liat, Kerikil, dan Batu Kecil	0,050	2,00	1,23	6,53	7,52			
VII	7		4	65		0,83	1300	1.850	Perkebunan, Tegalan, Tambang Pasir	Tanah Liat dan Pasir	0,035	1,60	0,82	6,93	7,71			
VIII	8		6	60		0,91	680	967	Perkebunan, Tegalan, Tambang Pasir	Tanah Liat dan Pasir	0,035	1,33	0,39	7,87	7,93			
	9		6	70		1,20						0,27	0,27	8,00	8,00			

Keterangan :
h = kedalaman sungai (m)
l = lebar sungai (m)
v = kecepatan aliran sungai (m/s)
s = jarak antar titik (m)
t = waktu tempuh (s)
n = koefisien manning (Kinori, 1970)
K = koefisien deoksigenasi (/menit)
R = koefisien reaerasi (/menit)

Tabel 1 Profil Hidrolis terhadap Perubahan Konsentrasi BOD dan DO

ISBN 978-602-71228-3-3

pada dasar sungai. Setelah jarak 9.657 m, lokasi sungai masuk ke zona air bersih dimana kondisi alami dengan kandungan DO naik hingga jenuh (saturasi DO = 8,15 mg/L) kembali ke nilai saturasi = 100% dan jauh lebih tinggi dari nilai BOD. Terjadinya keseimbangan oksigen pada zona ini sehingga pemulihan dikatakan selesai pada zona tersebut.

Gambar 2 menunjukkan untuk parameter BOD dari data hasil uji laboratorium (BOD aktual) dan hasil perhitungan matematis (BOD teoritis) tidak memiliki banyak perbedaan, sehingga persamaan matematis dapat dianggap menunjukkan kondisi kualitas pencemar BOD pada sungai tersebut. Pada jarak 0 m dan5.313,6 mkonsentrasi BOD memiliki nilai yang sama antara BOD aktual dan teoritis. Terjadi perbedaan pada jarak295,2 m sampai dengan 4.638,9 m. Keadaan ini sering terjadi pada permodelan kualitas sungai, karena banyak faktor-faktor alami dalam sungai yang tidak diperhitungkan dalam beberapa model matematis yang ada.

Seperti halnya pada parameter BOD, terjadi perbedaan nilai untuk parameter DO antara hasil uji laboratorium (DO Aktual) dan hasil perhitungan matematis (DO teoritis), terutama pada jarak 1349,5 m (Lihat Gambar 3). Konsentrasi DO pada penelitian ini diukur dengan metode titrasi pada laboratorium, tidak dalam kondisi saat itu (*insitu*). Namun secara garis besar, baik secara aktual maupun teoritis, grafik di atas menunjukkan bahwa konsentrasi DO mengalami perbaikan secara alami (*self purification*) akibat mekanisme reaerasi pada badan sungai itu sendiri.

Secara umum, perbedaan tersebut disebabkan oleh perhitungan konstanta K dan R pada badan sungai. Nilai tersebut hanya menggambarkan pada kondisi nilai laju deoksigenasi proporsional terhadap jumlah material organik yang dapat dioksidasi serta nilai laju reaerasi proposional terhadap nilai defisit oksigen. Pada kenyataannya, kedua konstanta tersebutsangat dipengaruhi oleh suhu permukaan, penampang sungai, kondisi kehidupan biologis di sekitar lokasi sungai, turbulensi air pada sungai, bahkan sedimen yang ada pada dasar sungai, serta geomorfologi sungai secara spasial. Namun, perbedaan antara nilai konsentrasi secara teoritis dan aktual tidak berbeda jauh, sehingga persamaan Streeter-Phelps dapat digunakan untuk permodelan kualitas air sungai untuk menentukan nilai K, R, dan defisit oksigen yang terjadi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, kualitas air untuk parameter organik DO pada Titik 4 dan Titik 5 tidak memenuhi Baku Mutu Kelas I (6 mg/L) dengankonsentrasi pada T_4 = 4,13 mg/L dan T_5 = 5,73 mg/L. Sedangkan untuk parameter BOD, terdapat beberapa titik pengambilan contoh air yang melebihi Baku Mutu Kelas I (2 mg/L), dengan konsentrasi yaitu PS = 12,00 mg/L, T_1 = 5,20 mg/L, T_2 = 3,60 mg/L, T_3 = 2,27 mg/L, T_4 = 2,20 mg/L, dan T_5 = 2,13 mg/L.

Ditemukan pula bahwa terjadi mekanisme pemurnian alami (*self purification*) pencemar organik yang berasal dari limbah sentra tahu pada badan sungai dengan nilai konstanta K (laju deoksigenasi) = 0,0103 /menit dan konstanta R (laju reaerasi) = 0,028627 /menit. Dari kedua konstanta tersebut didapatkan nilai konstanta pemurnian alami f pada lokasi penelitian adalah 2,74437. Penurunan BOD dan grafik *oxygen sag* menunjukkan terjadinya pemulihan secara alami konsentrasi DO pada sungai tersebut sehingga nilai DO kembali ke nilai saturasinya (8,15 mg/L). Kondisi ini tentu saja mengingat tidak ada masukan pencemar lagi dari luar sepanjang lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Anggriawan, Denny, Yuni Arisya dan Hanan Hanifah, 2013,*Oksigen Terlarut*, Bandung, Universitas Padjadjaran

Anonim, 2013,*Karakteristik Self Purification Sungai Celeng di Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul*, Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya

Anonim, 2012,*Buku Putih Sanitasi Kabupaten Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumberdaya Air, 2008, Kajian Model Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terpadu*.Jakarta, BAPPENAS

Badan Lingkungan Hidup, 2013,*Data Sumber Pencemar (Survey Lapangan Tahun 2012)*, Yogyakarta, BLH Provinsi D.I. Yogyakarta

Badan Standardisasi Nasional, 2004,*Standar Nasional Indonesia Nomor 6989.14:2004 Tentang Cara Uji Oksigen Terlarut Secara Yodometri (Modifikasi Azida),* Jakarta, Balitbang DPU

Badan Standardisasi Nasional, 2008,*Standar Nasional Indonesia Nomor 6989.57:2008 Tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Permukaan,* Jakarta, Balitbang DPU

Badan Standardisasi Nasional, 2009,*Standar*

ISBN 978-602-71228-3-3

Nasional Indonesia Nomor 6989.72:2009 Tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD), Jakarta, Balitbang DPU

Effendi, Hefni, 2003,*Telaah Kualitas Air bagi Pengelolan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Yogyakarta, Kanisius

Fardiaz, Srikandi, 1992, *Polusi Air dan Udara*, Yogyakarta, Kanisius

Hendrasarie, Novirina dan Cahyarani, 2008,*Kemampuan Self Purification Kali Surabaya, Ditinjau dari Parameter Organik Berdasarkan Model Matematis Kualitas Air*, Surabaya, Universitas Pembangunan Nasional Veteran

Herschy, Reginald W, 2008,*Streamflow Measurement 3rd Edition*, CRC Press, USA, CRC Press

Ifabiyi, I. P, 2008,*Self Purification of a Freshwater Stream in Ile-Ife : Lessons for Water Management*. Nigeria, Departement of Geography University of Ilorin

Kartini, 2011,*Pengaruh Pembuangan Limbah Cair Indusri Tahu terhadap Kualitas Air Sungai di Kota Banda Aceh*

Kementerian Lingkungan Hidup, 2003,*Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air,* Jakarta,Kementerian Lingkungan Hidup

Kesuma, Darajatin Diwani, 2011,*Pengaruh Limbah Industri Tahu Terhadap Kualitas Air Sungai di Kabupaten Klaten,* Yogyakarta, UGM

Lin, Shun Dar, 2007,*Water and Watewater Calculations Manual,* USA, McGraw Hill

Nazir, Mohammad, 1988,*Metode Penelitian*, Jakarta, Ghalia Indonesia

Punmia, B.C. dan Ashok Jain, 1998,*Wastewater Engineering (Including Air Pollution)*, New Delhi, Laxmi Publications (P) Ltd

Razif, Mohammad, 1994,*Penentuan Konstanta Kecepatan Deoksigenasi, Reaerasi, dan Sedimentasi Disepanjang Sungai dengan Simulasi Komputer.*Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya

Salmin, 2005,*Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan.* Jakarta, Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI

Streeter, H. W. and Earle B. Phelps, 1925,*A Study of The Pollution and Natural Purification of The Ohio River III* (*Reprinted 1958*), U.S., Department of Health, Education, and Welfare

Sunandar, Priyo, 2009,*Profil Daerah Aliran Kali Progo (Kabupaten Magelang, Kabupaten Temanggung, dan D.I. Yogyakarta),*Depok, Universitas Indonesia

Suriasumantri, Jujun S, 2003,*Filsafat Ilmu Sebuah Pengantar Populer,*Jakarta, Pustaka Sinar Harapan

Thoman, Robert V. dan John A. Mueller, 1987,*Principles of Surface Water Quality Modeling and Control*, New York, Harper and Row, Publisher, Inc

Tian, Shimin, Zhaoyin Wang dan Honxia Shang, 2011,*Study on the Selfpurification of Juma River*, Beijing, Elsevier Ltd

Wardhana, Wisnu Arya, 2004,*Dampak Pencemaran Lingkungan,*Yogyakarta, Andi

ISBN 978-602-71228-3-3

Analisis Evolusi Hidrogeokimia Airtanah di Sebagian Mataair Kabupaten Rembang Bagian Selatan

Romza Fauzan Agniy
Jurusan Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.
Yogyakarta.
romza.fauzan.a@mail.ugm.ac.id
Ahmad Cahyadi
Magister Pengelolaan Pesisir dan DAS, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.
Yogyakarta.
ahmadcahyadi@geo.ugm.ac.id

ABSTRAK

Kabupaten Rembang merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten Rembang merupakan wilayah kabupaten yang cukup luas dibandingkan dengan kabupaten atau kota lainnya di Provinsi Jawa Tengah. Sebagian besar wilayah Kabupaten Rembang merupakan dataran rendah yang terletak di bagian utara, sedangkan di bagian selatan merupakan dataran yang relatif lebih tinggi.Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis evolusi hidrogeokimia airtanah.

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan identifikasi mataair di lokasi kajian dan menghasilkan 50 data kuantitas mataair serta menghasilkan 11 sampel data kualitas mataair di Kabupaten Rembang bagian selatan.

Analisis evolusi hidrogeokimia airtanah dilakukan dengan membuat diagram piper segiempat Kloosterman. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berdasarkan diagram piper segiempat Kloosterman tersebut diketahui bahwa airtanah telah mengalami evolusi dari rata-rata air bikarbonat menjadi air semi karbonat, menjadi air sulfat, dan terakhir menjadi air fosil Vc.

Kata kunci : Airtanah, Evolusi, Hidrogeokimia, Kloosterman

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Permukaan bumi yang terbebas dari tutupan es yang ditempati oleh batuan karbonat kurang lebih seluas 12% serta 7% hingga 10% darinya merupakan bentukan karst (Ford dan William, 2007). Menurut Balazs (1968) dalam Adji (2009) menyebutkan bahwa luas kawasan karst di Indonesia mencapai 20% dari total wilayah Indonesia.Kawasan karst yang cukup luas tersebut memiliki potensi sumberdaya air yang besar.Sumberdaya air yang berada di kawasan karst cukup besar apabila dilihat dari kuantitasnya.Permasalahannya sumberdaya air yang ada di kawasan ini tidak berada di permukaan, melainkan di bawah permukaan tanah.Kondisi tersebut menjadi kesulitan tersendiri bagi penduduk yang tinggal di kawasan ini dalam memenuhi kebutuhan air mereka.Pemenuhan sumberdaya air penduduk di kawasan ini sangat tergantung pada kemunculanmataair karst, danau doline, dan sungai bawah tanah.

Karst merupakan bentanglahan yang terbentuk dari pelarutan batuan yang mudah larut.Karimi (2012) menjelaskan batuan yang mudah larut ini seperti batu gamping, dolomit, gypsum, halit, dan konglomerat.Sistem akuifer karst memiliki sifat heterogen-anisotropis, yakni sifat konduktivitas hidrolik yang bervariasi berdasarkan formasi batuan yang berkembang karena porositas sekunder.Sistem hidrologi karst memiliki karakter tersendiri, hasil proses pelarutanmengakibatkan minimnya aliran permukaan dan lebih berkembangnya sistem aliranbawah permukaan yang sifatnya tidak seragam (heterogen) dan anisotropis yangkemudian diklasifikasikan oleh White (1988) menjadi sistem aliran rembesan(*diffuse*), sistem aliran rekahan (*fissure*), dan sistem aliran lorong (*conduit*).

Mataair merupakan pemunculan airtanah ke permukaan tanah secara terpusat atau melalui satu titik pemunculan sebagai arus dari aliran airtanah.(Purnama, 2010).Mataair merupakan bagian dari proses hidrologi. Dalam mempelajari hidrologi suatu wilayah, kita tidak akan dapat terlepas dengan membicarakan siklus air di bumi, yang dimulai dari proses penguapan air di laut, kemudian membentuk awan, mengakibatkan hujan yang jatuh ke permukaan bumi apabila syarat-sayaratnya sudah terpenuhi. Ketika air hujan jatuh

ISBN 978-602-71228-3-3

di permukaan bumi sebagian tertangkap oleh tajuk tumbuh-tumbuhan, dedaunan atau objek-objek lain di permukaan bumi, sebagian yang jatuh meresap ke dalam tanah, mengisi depresi atau lekuk-lekuk di daerah tersebut. Sisanya akan mengalir sebagai limpasan permukaan (runoff), melalui sungai, yang pada akhirnya mengalir kembali menuju laut.

B. Permasalahan Penelitian

Kabupaten Rembang merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Tengah serta berbatasan langsung dengan Laut Jawa di sebelah utara.Kabupaten Rembang merupakan salah satu kabupaten yang memiliki topografi karst.Salah satu sumber air yang dapat ditemukan di topografi karst adalah mataair.Letak Kabupaten Rembang yang berada dekat dengan Laut Jawa dimungkinkan adanya jebakan air asin masa lampau.Menjadi hal yang menarik untuk menganalisis kualitas airtanah yang ada di Kabupaten Rembang dari pemunculan mataair yang tersebar di daerah kajian, dalam hal ini Kabupaten Rembang bagian selatan. Sampel airtanah dari beberapa matair tersebut kemudian dilakukan uji kandungan ionnya, sehingga dapat diketahui dengan diagram Kloosterman apakah memang ada jebakan air asin pada masa lampau ataukah airtanah di Kabupaten Rembang bagian selatan telah berevolusi.

Berangkat dari latar belakang permasalahan ini maka dirumuskan permasalahan penelitian bagaimanakah evolusi hidrogeokimia airtanah di Kabupaten Rembang bagian selatan?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis evolusi hidrogeokimia airtanah.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi suatu referensi terkait analisis potensi sumberdaya air pada suatu bentanglahan karst;

Secara praktis, penelitian ini diharapkan mampu memberikan masukan bagi pemerintah, masyarakat dan pemangku kepentingan lain yang terkait dengan upaya pengelolaan airtanah di kawasan karst.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam analisis kualitas air tanah meliputi:

1. Botol Sampel yang pengambilan sampel air untuk analisis laboratorium;
2. Separangkat komputer dengan aplikasi Microsoft Office untuk rekap dan analisis data
3. Software Rockwork 14, untuk analisis hidrogeokimia
4. Global Positioning System (GPS), untuk mengetahui posisi pengambilan sampel;
5. Software Arc GIS 10.0, untuk pemetaan dan interpolasi hasil pengukuran

B. Metode Pengambilan Data

Data yang diambil dalam analisis kualitas air yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan di laboratorium. Analisis laboratorium meliputi analisis unsur mayor. Parameter unsur mayor yang dialanalisis dalam penelitian ini terdiri dari natrium (Na+), kalsium (Ca+), magnesium (Mg+), klorida (Cl-), bikarbonat (HCO3-), dan sulfat (SO4-).

C. Metode Analisis Data

Hal yang pertama kali dilakukan sebelum melakukan analisis hidrogeokimia unsur mayor adalah melakukan analisis keseimbangan ion (Gilli et al, 2012).Analisis keseimbangan ion ini mutlak dilakukan karena kandungan ion dalam airtanah seharusnya memiliki ion positif dan negatif yang jumlahnya sama seperti yang dikemukakan oleh Effendi(2003). Hal ini kemudian menjadi dasar untuk melakukan evaluasi terhadap hasil analisis laboratorium dengan menggunakan keseimbangan ion (Charge Balance Error/CBE) yang didasarkan pada nilai kandungan ion mayor dalam airtanah. Nilai CBE yang disarankan adalah kurang 5% untuk peralatan modern dan kurang dari 10% untuk analisis laboratorium yang dilakukan secara manual (Hiscock, 2005; Younger, 2007). Persamaan untuk perhitungan CBE ditunjukkan oleh persamaan 1.

$$CBE\ (\%) = ((\Sigma \text{ Kation} - \Sigma \text{ Anion}) / (\Sigma \text{ Kation} + \Sigma \text{ Anion})) \times 100 \quad \text{..... (1.)}$$

Perhitungan CBE harus dilakukan dengan mengubah satuan ion-ion yang awalnya miligram per liter (mg/l) menjadi miliekuivalen per liter (meq/l).Konversi satuan dari mg/l menjadi meq/l dilakukan dengan persamaan 2.dan persamaan 3.

ISBN 978-602-71228-3-3

meq/l = miligram ion/ berat ekuivalen .....(2.)

di mana,

berat ekuivalen = berat molekul / valensi ion .....(3.)

Analisis Evolusi Hidrogeokimia

Analisis evolusi airtanah dilakukan untuk memastikan bahwa memang terjadi perubahan secara kimia yang disebabkan oleh intrusi air laut.Hal ini karena beberapa wilayah pesisir memiliki airtanah asin yang disebabkan oleh adanya jebakan air laut pada masa lampau. Diagram trilinear lebih dikenal dengan Diagram Piper karena diagram ini dikenalkan oleh Piper yang dimuat dalam jurnal dengan judul "A Graphic Procedure in The Geochemical Interpretation of Water Analysis" yang diterbitkan oleh American Geophysical Union (Hiscock, 2005). Hasil analisis akan menunjukkan suatu posisi tertentu dari kandungan airtanah yang menunjukkan evolusi kimia utama yang terjadi pada airtanah (Younger, 2007; Poehls dan Smith, 2009).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Santosa (2010) menyebutkan bahwa evolusi kimia airtanah dipengaruhi oleh lima faktor utama, yaitu:

1. Genesis akuifer;
2. Lingkungan pengendapan;
3. Komposisi mineral batuan;
4. Proses yang terjadi pada airtanah di dalam akuifer; dan
5. Lama kontak airtanah dengan stratumbatuan (akuifer).

Lebih jauh lagi Hem (1970); Todd (1980) dan Hiscock (2005)menyebutkan bahwa analisis hidrogeokimia dalam airtanah dapat disajikan dengan suatu diagram atau grafik. Penggunaan diagram ini dipilih berdasarkan pada tujuan penelitian. Sebagai contoh diagram lingkaran digunakan untuk mengetahui ion yang paling dominan serta keseimbangan anion dan kation, diagram stiffuntuk mengetahui tipe kimia airtanah serta diagram trilinear atau yang lebih dikenal dengan diagram piper digunakan untuk mengetahui evolusi kimia yang terjadi pada airtanah.

Analisis hidrogeokimia yang sering dilakukan adalah analisis ion mayor di dalam air (Hem, 1970). Ion mayor di dalam air adalah ion yang menyusun lebih dari 90% total padatan terlarut yang terdapat dalam air (Hiscock, 2005). Hiscock (2005) menjelaskan lebih lanjut bahwa ion mayor yang terdapat dalam air terdiri dari enam, yaitu kalsium (Ca2+), magnesium (Mg2+), sodium/natrium (Na+), klorida (Cl-), bikarbonat (HCO3-), dan sulfat (SO4-). Namun demikian, seringkali dalam analisis ion mayor beberapa ion minor dengan kandungan cukup tinggi juga digunakan. Beberapa ion tersebut adalah potasium/kalium (K+), besi (Fe2+), stronsium (Sr2+), dan flourida (F-).

Langkah pertama yang dilakukan sebelum analisis hidrogeokimia adalah analisis keseimbangan ion terlebih dahulu.(Hiscock, 2005; Younger, 2007; Aris et al, 2013; Gilli et al, 2012). Hal ini untuk memastikan hasil analisis laboratorium memiliki kualitas yang baik. Secara alami, komposisi ion positif (kation) dan ion negatif (anion) dalam air akan memiliki jumlah yang sama dalam satuan equivalent (Effendi, 2003). Hal ini kemudian menjadi dasar untuk menghitung keseimbangan dari ion-ion hasil analisis laboratorium. Hasil analisis laboratorium dikatakan baik apabila memiliki CBE kurang dari 5% untuk analisis dengan peralatan modern, sedangkan CBE yang diperbolehkan untuk analisis laboratorium secara manual adalah kurang dari 10% (Hiscock, 2005).

Analisis laboratorium airtanah yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan secara manual.Hal ini berarti bahwa nilai CBE yang masih ditoleransi adalah kurang dari 10%.Tabel 1.menunjukkan hasil perhitungan CBE yang menunjukkan sejumlah 11 sampel airtanah yang digunakan dalam peneliltian ini memiliki nilai CBE kurang dari 10%.

Tabel 3.1. Hasil Perhitungan CBE Sampel Airtanah di Kabupaten Rembang bagian selatan

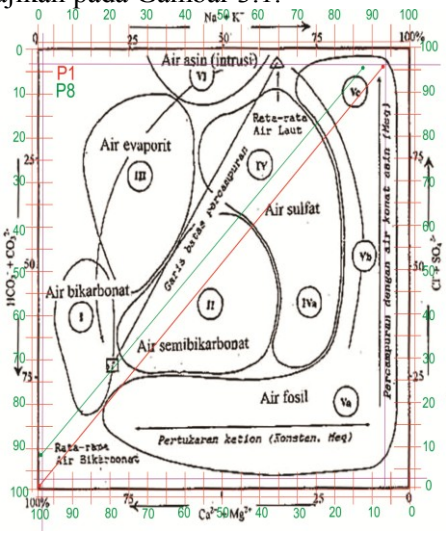
No sampe	K	Na	Na+K	Ca	Mg	Ca+Mg	Cl	SO4	Cl+SO4	HCO3	CBE (%)
P1	0.21	0.70	0.91	4.50	2.55	7.05	0.90	1.25	2.15	4.46	9.27
P2	0.21	0.75	0.96	4.90	1.73	6.63	1.07	1.04	2.11	4.29	8.44
P3	0.24	0.81	1.05	5.35	1.73	7.08	1.24	0.94	2.18	4.64	8.77
P4	0.48	0.77	1.25	5.20	1.40	6.60	1.41	0.90	2.31	4.46	7.42
P5	0.64	0.57	1.21	5.25	0.41	5.66	0.96	0.79	1.75	4.47	4.97
P6	0.21	0.75	0.96	3.20	2.71	5.91	1.52	0.44	1.96	4.36	4.18
P7	0.20	0.64	0.84	3.90	1.97	5.87	0.68	0.44	1.11	4.39	9.88
P8	0.59	0.53	1.12	6.90	5.26	12.16	8.40	0.83	9.24	4.64	-2.17
P9	0.60	0.98	1.58	4.10	2.71	6.81	3.55	0.52	4.07	4.38	-0.31
P10	0.16	0.67	0.83	4.20	3.45	7.65	1.47	1.67	3.13	4.79	3.48
P11	0.12	0.49	0.61	5.40	4.44	9.84	0.45	3.96	4.41	4.59	7.48

Sumber: Hasil Analisis Data (2015)

Keterangan: Semua nilai ion dalam satuan meq/l

ISBN 978-602-71228-3-3

Hasil perhitungan CBE pada sampel airtanah di daerah kajian seperti terlihat pada Tabel 1 tersebut. Langkah berikutnya adalah memplotting nilai-nilai tersebut pada diagram Kloosterman, seperti disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Hasil nilai Perhitungan CBE Sampel Airtanah di Kabupaten Rembang bagian selatan

Berdasarkan grafik tersebut untuk semua sampel airtanah menunjukkan trend yang sama baik sampel P1 hingga P11, hanya sampel P8 yang mempunyai nilai yang agak berbeda akan tetapi juga menunjukkan trend yang sama, dari air bikarbonat berevolusi menjadi air fosil golongan Vc. Air Kelompok V merupakan airtanah konat (cannate groundwater) dengan komposisi hidrogeokimia diatur oleh proses pertukaran kation (cation exchange) dan percampuran dengan air fosil berasa asin. Karakteristik yang menonjol dari komposisi hidrogeokimia kelompok ini adalah perbandingan antara Na+ + K+ terhadap Ca2+ + Mg2+ yang semakin tinggi, yang diperkirakan sebagai suatu tingkat terakhir dari proses pertukaran kation. Airtanah kelompok ini dapat berasa tawar, payau, hingga asin, yang bergantung pada tingkat konsentrasi ion Cl-.Airtanah ini biasanya terdapat dalam bentuk jebakan-jebakan airtanah pada dataran fluviomarin di wilayah kepesisiran, baik yang dekat dengan pantai maupun berjarak beberapa kilometer dari garis pantai sekarang.Hal ini sesuai dengan letak Kabupaten Rembang yang dekat atau berbatasan dengan Laut Jawa.Rasa airtanah pada sub-kelompok Va, Vb dan Vc berturut-turut tawar, payau dan asin sesuai dengan peningkatan kandungan Cl-nya. Pada sub-kelompok Vc, kandungan Cl-nya tinggi dan melebihi batas maksimum yang dibolehkan untuk keperluan air minum (600 ppm) sehingga dianjurkan agar air ini tidak dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

Adji, T. N., 2009. Variasi Spasial-Temporal Hidrogeokimia dan Sifat Aliran Untuk Karakterisasi Sistem Karst Dinamis Di Sungai Bawah Tanah Bribin, Kabupaten Gunungkidul, DIY.Disertasi. Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.

Aris, A.Z.; Praveena, S.M. dan Isa, N.M. 2013. Groundwater Composition and Geochemical Controls in Small Tropical Island of Malaysia: A Comparative Study. dalam Wetzelhuetter, C. 2013. Groundwater in The Coastal Zones of Asia-Pacific.Dordrecht: Springer.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.

Ford, D. and William, P., 2007. Karst Hydrogeology and Geomorphology. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester.

Gilli, E.; Mangan, C. dan Mudry, J. 2012. Hydrogeology: Objectives, Methods, Applications, diterjemahkan dari Bahasa Perancis oleh Chloe Fandel. Boca Raton: CRC Press.

Hem, J.D., 1970.Study and Interpretation of the Chemical Characteristic of Natural Water. Washington D.C.: United State Government Printing Office.

Hiscock, K.M. 2005. Hydrogeology: Principles and Practice. Oxford: Blackwell Publishing.

Karimi H. 2012. Hydrogeology of Karstic Area. Croatia. In Tech

Poehls, D.J. dan Smith, G.J. 2009. Encyclopedic Dictionary of Hydrogeology. Burlington, USA: Elsevier.

Purnama, S. 2010. Hidrologi Airtanah. Yogyakarta. Kanisius

Santosa. L.W. 2010. Kajian Genesis Bentuklahan dan PengaruhnyaTerhadap Hidrostratigrafi Akuifer dan Hidrogeokimia Sebagai Geoindikator Evolusi Airtanah Bebas pada Bentanglahan Kuarter Kabupaten Kulonprogo Bagian Selatan, Daerah

ISBN 978-602-71228-3-3

Istimewa Yogyakarta. Disertasi. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
Todd, D.K. 1980. Groundwater Hydrology. New York: John Wiley and Sons.
White, W.B., 1988. Geomorphology and Hydrology of Karst Terrain. Oxford University Press, New York
Younger, P.L. 2007. Groundwater in The Environment. Oxford, United Kindom: Blackwell Publishing.

ISBN 978-602-71228-3-3

Cemaran Nitrat pada Cekungan Daerah Aliran Sungai (DAS) Lusi dari Pemupukan Nitrogen Lahan Pertanian

Sunanto
Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro
di.nanto@yahoo.com

ABSTRAK

Budidaya pertanian tidak terlepas dari penggunaan Nitrogen, aplikasi pemupukan yang dilakukan oleh petani dapat memberikan andil dalam pencemaran lingkunan terutama pencemaran N baik dalam bentuk NO3 (nitrat) maupun NO2 (nitrit) pada aliran permukaan daerah aliran sungai.

Penelitian dilakukan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Jratunseluna (Jragung, Tuntang, Serang, Lusi, Juana) pada Sub DAS Lusi, di wilayah Kabupaten Grobogan Provinsi Jawa Tengah dengan luas DAS sebesar 117.699,55 km2. Indikator penelitian NO3 (nitrat) sebagai N pada aliran air permukaan dan sedimen dengan tujuan menganalisis tingkat cemaran nitrat pada setiap cekungan DAS Lusi.

Identifikasi pembagian cekungan dengan menggunakan automatic delineation dari peta Digital Elevation Mode (DEM). Sampel NO3 (Nitrat) diambil dari tiap cekungan sesuai koordinat yang terbentuk dari peta DEM dari sampel air permukaan dan sedimen. Metode penelitian yang digunakan adalah Deskriptif Komparatif dengan membandingkan setiap cekungan sebelum dilakukan aplikasi pemupukan dan setelah dilakukan aplikasi pemupukan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 21 titik sampel air terjadi peningkatan kadar nitrat sebelum aplikasi pemupukan rata-rata sebesar 0,808 mg/liter menjadi 3,009 mg/liter setelah dilakukan aplikasi pemupukan atau terjadi peningkatan 2,202 mg/liter, sedangkan dari 21 titik sampel sedimen terjadi penurunan kadar nitrat sebelum aplikasi pemupukan rata-rata sebesar 49,152 mg/liter menjadi 3,009 mg/liter setelah dilakukan aplikasi pemupukan atau terjadi peningkatan 10,521 mg/liter, penuruan kadar nitrat pada sedimen ini dikarenakan pelepasan nitrat yang dinamis dari sedimen ke aliran air permukaan karena peningkatan debit air sungai akibat peningkatan curah hujan sebelum pemupukan dan setelah pemupukan. Kesimpulan dari penelitian ini bahwa pemupukan yang dilakukan oleh petani pada lahan sawah telah meningkatkan kadar nitrat pada aliran air permukaan sebesar 2,202 mg/liter.

Kata kunci*: *Air Permukaan, Cekungan, Nitrat, Sedimen.

I. PENDAHULUAN

Konstribusi sektor pertanian terhadap tingkat emisi Gas Rumah Kaca (GRK) cukup besar yaitu 87%, yang sebagian besar berasal dari lahan sawah. *Gas nitrous oxide* (N_20) merupakan salah satu gas rumah kaca yang dihasilkan oleh jasad renik di lahan sawah, yang terdiri atas persenyawaan hara nitrogen dan oksigen, gas tersebut dapat merugikan bagi lingkungan, karena selain sebagai salah satu penyebab pemanasan global juga dapat merusak lapisan ozon. Peningkatan aktivitas manusia dalam mengelola lahan persawahan juga bisa meningkatkan kandungan nitrogen tersedia dalam tanah melalui pemupukan nitrogen dan pemberian bahan organik, namun melalui proses mikrobiologis memacu peningkatan emisi gas N_2O baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Adapun peningkatan emisi N_2O di persawahan dipengaruhi oleh proses denitrifikasi pada kondisi tanah an aerobic dan proses nitrifikasi pada kondisi tanah aerobic, dimana laju reaksinya tergantung pada perubahan kondisi tanah. Proses pelepasan N_2O dari tanah ke udara dipengaruhi proses difusi dalam tanah dan kapasitas tanah, sedangkan untuk konsumsi N_2O dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain tapak produksi, profil tanah, tekstur nitrogen dalam tanah, tekstur tanah dan kandungan air tanah. Denitrifikasi merupakan tahap akhir dalam siklus hara nitrogen dalam suasana an aerobic dimana nitrogen yang terfiksasi dikembalikan ke atmosfir dalam bentuk N_2. Salah satu upaya untuk mengurangi timbulnya emisi N_2O adalah dengan pemberian pupuk nitrogen sesuai dengan kebutuhan tanaman dengan mempertimbangkan jumlah nitrogen dalam tanah, residu N dan sumber N lainnya. Pemberian pupuk N secara berlebihan dihindari dengan mengubah pemberian dari dua kali menjadi tiga kali karena menurunkan emisi sebesar 8,1% serta mengurangi dosis urea dari 250 kg/ha menjadi 200 kg/ha bisa menurunkan emisi 19,8%,

ISBN 978-602-71228-3-3

serta mengganti sebagaian pupuk dari pupuk jenis urea dgn kadar N 46% dengan pupuk ZA dengan kadar N 21% (Wihardjaka, 2004).

Kabupaten Grobogan merupakan kabupaten penyangga utama pangan Jawa Tengah, dengan produksi tanaman pangan utamanya adalah padi, jagung, dan kedelai. Produksi padi tahun 2014 sebesar 580.272 ton, menempati urutan kedua di Jawa Tengah. Produksi Jagung 595.366 ton, menempati urutan pertama di Jawa Tengah, bahkan merupakan yang terbesar bila dibandingkan dengan produksi kabupaten/kota se Indonesia. Produksi Kedelai 50.582 ton, menempati urutan pertama di Jawa Tengah.

Jumlah penyaluran pupuk tahun 2014 di Kabupaten Grobogan berdasarkan data Dinas Pertanian Tahun 2014 Kabupaten Grobogan adalah : Urea 72.700 ton, ZA 7.867 ton, SP-36 sebanyak 14.235 ton, NPK PHONSKA sebanyak 27.411 ton. Data tersebut apabila dikonversi berdasarkan kandungan N adalah untuk urea 46% adalah 33.442 ton, kadungan N pada ZA 21% adalah 1.652 ton, kandungan N pada NPK Phonska 15% adalah 4.111 ton. Dengan demikian total N yang berasal dari pupuk an organik digunakan di Kabupaten Grobogan adalah 39.205 ton N/tahun.

Efisiensi penggunaan nitrogen atau *Nitrogen Use Efficiensy (NUE)* diestimasi hanya sekitar 33%, sehingga 67% direpresentasikan kehilangan N dari pemupukan yang disebabkan proses denitrifikasi, terlarut pada aliran permukaan (*runoff*), penguapan (*volatalitation*) serta tercuci (*leaching*), hal ini berkaitan dengan peningkatan produksi pangan karena pertumbuhan penduduk (William et al., 1999).

Beranjak dari latar belakang tersebut, penelitian ini menggali serta menganalisis Nitrat terlarut pada DAS Lusi dengan permasalahan penelitian seberapa besar tingkat cemaran Nitrogen pada setiap cekungan DAS Lusi? Adapun tujuan penelitian menganalisis tingkat cemaran Nitrogen pada setiap cekungan DAS Lusi.

II. METODOLOGI

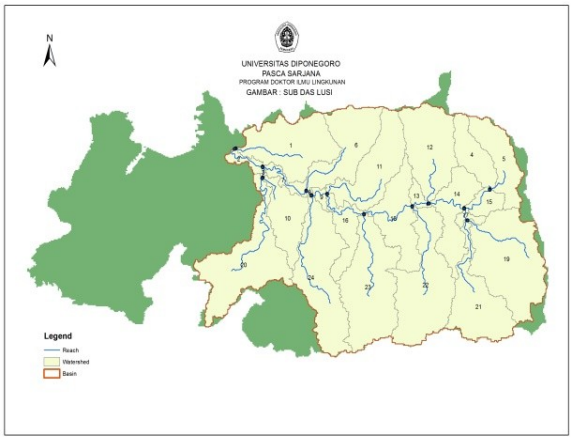
A. *Tempat dan Waktu Penelitian*

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Grobogan yang merupakan sentra tanaman pangan di Jawa Tengah. Kabupaten Grobogan Sebelah Barat, berbatasan dengan Kabupaten Semarang dan Kabupaten Demak, Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Pati dan Blora, Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Blora, dan di sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Ngawi (Jawa Timur), Kabupaten Sragen, Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Semarang. Waktu penelitian di lapangan dilakukan selama 6 bulan, yaitu sampel pertama diambil pada bulan September 2014 dan sampel kedua diambil pada bulan Pebruari 2015, hal ini dengan asumsi bahwa manajemen lahan petani dalam menggunakan pupuk dapat diketahui dan mengena dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan.

B. *Desain Penelitian*

Desain penelitian dengan penelitian deskriptif kuantitatif dengan tahapan sebagai berikut :

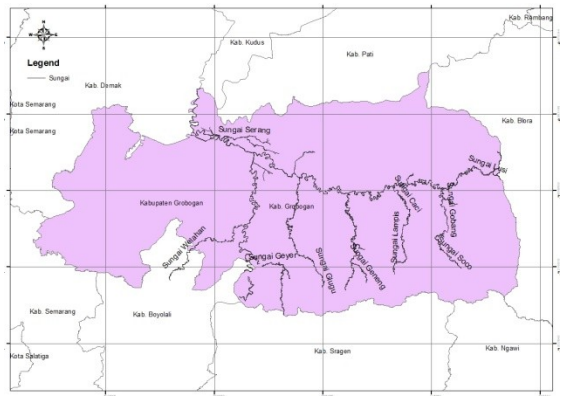
1) Deliniasi peta DEM : Deliniasi peta *Digital Elevation Model* (DEM) digunakan untuk mengetahui aliran air inlet dan outlet DAS Lusi yang membagi menjadi batas daerah aliran sungai Lusi atau watersheed dan membagi wilayah penelitian menjadi cekungan-cekungan atau sub basins untuk mengetahui posisi inlet discharge lokasi pengamatan. Proses deliniasi cekungan menggunakan peta *Digital Elevation Model* (DEM) 30x30 yang dilakukan dengan program *Automatic Deliniation*. Proses ini membagi menjadi cekungan-cekungan berdasarkan tingkat elevasi dari *Digital Elevation Model* yang bermuara pada outlet masing-masing cekungan yang terbentuk.



Gambar 1. Pembagian Cekungan pada DAS Lusi dari *Digital Elevation Model* (DEM)

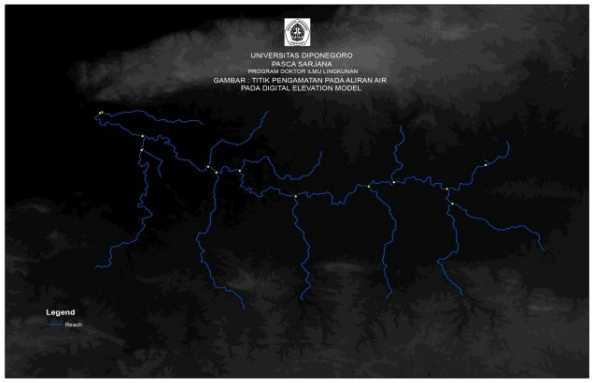
2) Populasi dan sampel : Populasi dan sampel menggunakan titik pengamatan berdasaran sebaran data sungai yang dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut :

ISBN 978-602-71228-3-3



Gambar 2. Sungai-sungai pada DAS Lusi

Sampel terhadap sungai-sungai pada daerah aliran sungai di Kabupaten Grobogan seperti pada gambar 3 sebagai berikut :



Gambar 3. Peta Titik Pengamatan pada Peta *Digital Elevation Model* (DEM)

3) Pengumpulan Data : Pengambilan sampel berdasarkan SNI 6989.57.2008 tentang pengambilan contoh air permukaan, sampel pada titik pengamatan berupa konsentrasi NO_3 (Nitrat) dengan mengabil sampel air permukan pada titik koordinat yang telah ditentukan yaitu 10 m dari pertemuan sungai, sampel air diambil sebanyak 500 ml yang ditempatkan pada botol yang bersih dilapisi alumunium foil agar tidak terkena sinar matahari untuk menghindari perubahan kimia dari sampel. Sampel yang sudah diambil dilakukan analisis laboratorium maksimal 24 jam setelah proses pengambilan.

Pengambilan sampel sedimen untuk analisis NO_3 dilakukan dengan mengabil sampel endapan pada dasar sungai bagian tengah sesui titik koordinat yang telah ditentukan yaitu 10 m dari pertemuan sungai, sampel air diambil sebanyak 1 kg yang ditempatkan pada ember warna hitam yang bersih agar tidak terkena sinar matahari untuk menghindari perubahan kimia dari sampel. Sampel yang sudah diambil dilakukan analisis laboratorium maksimal 24 jam setelah proses pengambilan.

4) Analisis Data : Analisis nitrat pada sampel air permukaan menggunakan metode *Ekstrak Brucin* dan *Spektrofotometri*, sedangkan kandungan nitrat pada sedimen menggunakan *Ekstrak Morgan Wolf* dan *Spektrofotometri*.

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan *deskriptif komparatif*, yaitu penggabungan analisis *deskriptif* untuk memberikan gambaran (*deskripsi*) mengenai suatu data agar data yang tersaji menjadi mudah dipahami dan informatif bagiorang yang membacanya. Analisis komparatif untuk mencari jawaban mendasar tentang sebab akibat, dengan menganalisis factor-faktor penyebab terjadinya atau munculnya suatu fenomena tertentu. Penelitian komparatif adalah suatu analisis untuk membandingkan antara dua kelompok atau lebih dari suatu variabel tertentu (Nasir, 2005).

Analisis data yang dilakukan dengan membandingkan hasil analisis laboratorium kandungan nitrat pada air permukaan dan sedimen sebelum dilakukan pemupukan pada lahan pertanian dan setelah dilakukan pemupukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

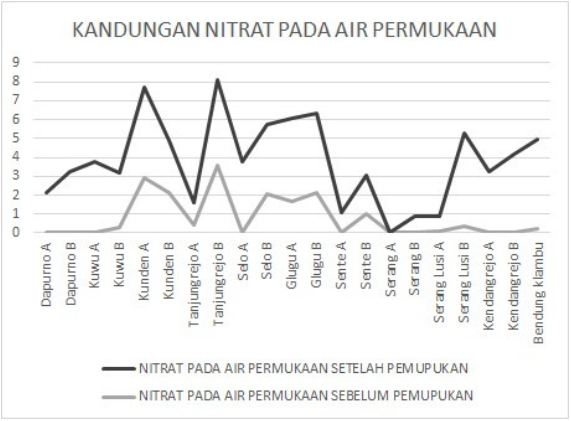
Dari data Tabel 1 terlihat bahwa berdasarkan urutan pengambilan sampel dari hulu ke hilir pada DAS Lusi, rata-rata kandungan NO_3 sebelum dilakukan pemupukan sebesar 0,8082 mg/liter, sedangkan setelah dilakukan pemupukan sebesar 3,0098 mg/liter, sehingga terjadi selisih sebesar 2,2016 mg/liter yang dapat diartikan seletah dilakukan pemupukan terjadi peningkatan kadar NO_3 pada DAS Lusi sebesar 2,2016 mg/liter.

ISBN 978-602-71228-3-3

NO	Lokasi Pengambilan Sampel	Kadar Nirat Sebelum Pupuk	Kadar Nirat Setelah Pupuk
1	Dapurno A	42,7253	1,8100
2	Dapurno B	28,9422	7,4600
3	Kuwu A	32,9969	1,8300
4	Kuwu B	46,8486	14,9600
5	Kunden A	34,6052	6,7900
6	Kunden B	30,3036	13,1400
7	Tanjungrejo A	29,1314	1,3100
8	Tanjungrejo B	24,6516	3,3600
9	Selo A	46,0573	5,5200
10	Selo B	63,4371	13,4900
11	Glugu A	63,1969	13,2800
12	Glugu B	57,3716	2,4700
13	Sente A	135,3921	10,7700
14	Sente B	42,2500	3,5700
15	Serang A	50,1298	15,6500
16	Serang B	64,9324	18,8400
17	Serang Lusi A	36,9171	19,8300
18	Serang Lusi B	52,9746	16,7900
19	Kendangrejo A	38,6677	20,3700
20	Kendangrejo B	62,8036	18,0800
21	Bd.Klambu	47,8528	11,6300
	Rata-rata	49,1518	10,5214

Tabel 1 Hasil Analisis Nitrat pada Air Permukaan

Tingkat cemaran nitrat pada aliran air permukaan DAS Lusi dari hulu sampai hilir sapat dilihat pada Grafik Gambar 4.



Gambar 4. Grafik perbandingan tingkat cemaran nitrat air permukaan

NO	Lokasi Pengambilan Sampel	Kadar Nirat Sebelum Pupuk	Kadar Nirat Setelah Pupuk
1	Dapurno A	0,0011	2,1150
2	Dapurno B	0,0011	3,2800
3	Kuwu A	0,0011	3,7700
4	Kuwu B	0,3207	2,8450
5	Kunden A	2,9266	4,7900
6	Kunden B	2,1044	2,7900
7	Tanjungrejo A	0,4103	1,1900
8	Tanjungrejo B	3,5504	4,5400
9	Selo A	0,0011	3,7900
10	Selo B	2,0841	3,6400
11	Glugu A	1,6706	4,4100
12	Glugu B	2,1485	4,2100
13	Sente A	0,0011	1,1000
14	Sente B	0,9991	2,0700
15	Serang A	0,0011	0,0400
16	Serang B	0,0011	0,8800
17	Serang Lusi A	0,1075	0,7600
18	Serang Lusi B	0,3795	4,9100
19	Kendangrejo A	0,0011	3,2260
20	Kendangrejo B	0,0011	4,1700
21	Bd.Klambu	0,2605	4,6800
	Rata-rata	0,8082	3,0098

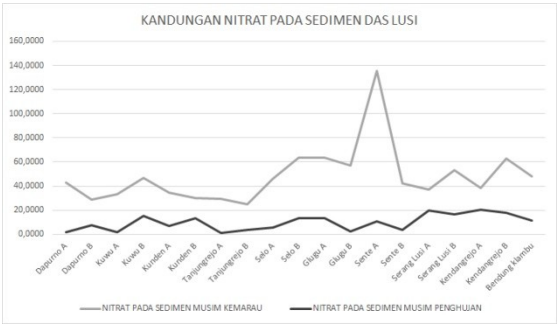
Hasil pengambilan sampel air permukaan dan hasil analisis laboratorium terhadap kandungan NO_3 dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 2 Hasil Analisis Nitrat pada Sedimen

Dari data Tabel 2 terlihat bahwa berdasarkan urutan pengambilan sampel dari hulu ke hilir pada DAS Lusi, rata-rata kandungan NO_3 pada sedimen sebelum dilakukan pemupukan pada musim kemarau sebesar 49,1518 mg/liter, sedangkan setelah dilakukan pemupukan pada musim penghujan sebesar 10,5214 mg/liter, sehingga terjadi penurunan selisih sebesar 38,6304 mg/liter yang dapat diartikan terjadi penurunan kadar NO_3 pada pengambilan sampel musim kemarau dan pengambilan sampel musim penghujan pada DAS Lusi sebesar 38,6304 mg/liter.

Tingkat cemaran nitrat pada sedimen DAS Lusi dari hulu sampai hilir sapat dilihat pada Grafik Gambar 5.

ISBN 978-602-71228-3-3



Gambar 5. Grafik perbandingan cemaran nitrat pada sedimen DAS Lusi

Hasil analisis laboratorium pada sampel air permukaan dan sedimen pada DAS Lusi yang termuat pada Tabel 1 dan Tabel 2 serta Gambar Grafik 4 dan Gambar Grafik 5 secara komparatif dapat diartikan bahwa nitrat pada air permukaan mengalami peningkatan dari sebelum pemupukan pada musim kemarau dan setelah pemupukan pada musim hujan, hal ini dikarenakan pada musim penghujan pupuk terlarut pada air permukaan yang pada akhirnya masuk ke outlet DAS. Hasil ini berkebalikan dengan kandungan nitrat pada sedimen DAS Lusi, bahwa nitrat sedimen mengalami penurunan dari sebelum pemupukan pada musim kemarau dan setelah pemupukan pada musim penghujan, hal ini dikarenakan pada musim penghujan nirat pada sedimen yang terinfiltrasi pada musim penghujan tahun sebelumnya larut pada air permukaan sesuai dengan sifat nitrat yang dinamis.

Nitrat yang terlarut dalam air permukaan pada DAS Lusi sebesar 2,2016 mg/liter merupakan akibat pemupukan yang tidak efisien. Efisiensi penggunaan nitrogen atau Nitrogen Use Efficiensy (NUE) diestimasi hanya sekitar 33%, sehingga 67% direpresentasikan kehilangan N dari pemupukan yang disebabkan proses denitrifikasi, terlarut pada aliran permukaan (runoff), penguapan (volatalitation) serta tercuci (leaching) berkaitan dengan peningkatan produksi pangan karena pertumbuhan penduduk (William et al., 1999). Hal ini dapat diartikan bahwa dari 39.205 ton N/tahun yang digunakan di Kabupaten Grobogan hanya termanfaatkan oleh tanaman sektor pertanian 12.937,65 ton N/tahun, sedangkan N yang hilang sebesar 26.267,35 ton N/tahun, sedangkan apabila dinilai kerugian dengan acuan tiap kg N berdasarkan harga eceran tertinggi (HET) pupuk N bersubsidi sebesar Rp 1.800,- (kandungan N 46%) maka kerugian dalam pemupukan akibat kehilangan N di Kabupaten Grobogan mencapai Rp. 102.784.140.550,- per tahun.

IV. KESIMPULAN

Penelitian cemaran nitrat pada cekungan Daerah Aliran Sungai (DAS) Lusi dari pemupukan Nitrogen lahan pertanian berdasarkan urutan pengambilan sampel dari hulu ke hilir pada DAS Lusi, rata-rata kandungan NO_3 sebelum dilakukan pemupukan sebesar 0,8082 mg/liter, sedangkan setelah dilakukan pemupukan sebesar 3,0098 mg/liter, sehingga terjadi selisih sebesar 2,2016 mg/liter yang dapat diartikan seletah dilakukan pemupukan terjadi peningkatan kadar NO_3 pada DAS Lusi sebesar 2,2016 mg/liter. Sedangkan rata-rata kandungan NO_3 pada sedimen sebelum dilakukan pemupukan pada musim kemarau sebesar 49,1518 mg/liter, sedangkan setelah dilakukan pemupukan pada musim penghujan sebesar 10,5214 mg/liter, sehingga terjadi penurunan selisih sebesar 38,6304 mg/liter yang dapat diartikan terjadi penurunan kadar NO_3 pada pengambilan sampel musim kemarau dan pengambilan sampel musim penghujan pada DAS Lusi sebesar 38,6304 mg/liter karena terlarut pada air permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

Kementrian Pertanian, (2014). Pedoman Pelaksanaan Penyediaan Pupuk Bersubsidi Untuk Sektor Pertanian Tahun 2014. Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian, Jakarta.

Pemerintah Kabupaten Grobogan, 2014. Peraturan Bupati Grobogan Nomor 58 Tahun 2014 Tentang Kebutuhan dan Harga Eceran Tertinggi Pupuk Bersubsidi untuk Sektor Pertanian di Kabupaten Grobogan, Purwodadi.

Nazir, M. 2005, Metode Penelitian, Ghalia Indonesia, Bogor.

Neitch, S. L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Srinivasan, R., and William, J.R. 2010. Soil and Water Assesment Tool Input/Output File Documentation Version 2012, Agricultural Research Service US, Texas. (terhubung berkala). http://www. http.brc.tamus.edu/swat/document.html (11 Pebruari 2013).

Mulyati, 2006. Pupuk dan Pemupukan, Mataram University Press, Mataram

ISBN 978-602-71228-3-3

SNI 6989.57, 2008. Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan, Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Wihardjaka, 2004. Mewaspadai Emisi Gas Nitro Oksida dari Lahan Persawahan, Penelitian dan Pengembangan Kementrian Pertanian, Jakarta.

William R, Raun, and Gordon, 1999. Improving Nitrogen Use Efficiency for Cereal Production, Agronomy Journal.

ISBN 978-602-71228-3-3

The Impacts of Climate Change and Land Subsidence on the Urban Drainage System Development in Semarang City

Suripin
Diponegoro University, Department of Civil Engineering,
Jl. Prof. Soedharto, SH. Tembalang-Semarang, Indonesia 50275
suripin.ar@gmail.com
Muhammad Helmi
Diponegoro University, Department of Marine Science,
Jl. Prof. Soedharto, SH. Tembalang-Semarang, Indonesia 50275
muhammadhelmi69@gmail.com
Suhardjono
Regional Development Planning Board (BAPPEDA) of Semarang City, Moch. Ichsan Building 7th floor,
Jl. Pemuda 143 Semarang-Indonesia

ABSTRACT

Semarang is the capital of Central Java Province, located in the northern part of Java Island, Indonesia, with an area of about 374 km2 and inhabited by about 1.57 million people. Semarang has been known as the city flooded for a long time, and until now flooding still haunt some residents of the city, especially the people living in the Lower City. Many efforts have been made to cope with floodwaters, but floodwaters are still happening, even tend to increase. This phenomena is mainly due to climate change effects, and land subsidence. During the last two decades (1990-2010) the annual rainfall has increased 18.66 mm per year, while the maximum daily storm increased 0.82 mm/year, and the storm intensity increased annually by 0.4 - 0.5 mm/hour. Sea level data recorded in Tanjung Emas Harbor during the period of 1985 up to 2008, indicated that the annual relative sea level rise wa 5.536 cm/year, while land subsidence at that location was 5.165 cm/year, and therefore the sea level rise is 3.7 mm per year. These factors lead to the development of the drainage system becomes difficult and expensive. Conventional drainage system, by removing water gravitationally can not be applied anymore. The slope of the energy diminishing due to sea level rise, and the elevation of some area is already below sea level. Increasing the capacity of the system by means of widening and deepening of the channel is also difficult, because the land is very limited. One way to do is to develop polder drainage system, accompanied by reduction of drainage load. The load is reduced by implementing rainwater harvesting facilities, while tidal water prevented by the development of coastal belt.

Keywords : climate change, coastal belt, land subsidence, polder drainage system, rainwater harvesting

I. Introduction

Semarang, the capital of Central Java Province, is located in the northern coast of Java Island, Indonesia (Figure 1). Geographically, it is located at 6º50'-7º10' south latitude and 109º35'-110º50' east longitude, and covers an area of about 373.67 km^2. It is inhabited about 1.765 million people in 2015 (Dispendukcapil, 2015). Topographically, Semarang consisted of two major distinct landscapes, lowland-coastal area in the north and hilly area in the south. The northern part, where the city centre, harbour, airport, bus stations and railway stations are located, is relatively flat with topographical slopes ranging between 0 and 2 %, and altitude between 0 and 3.5 m; while the southern part have slopes up to 45% and altitude up to about 360 m above sea level. The northern part, called the old city, has relatively higher population density and also has more industrial and business areas compared to the southern part. The land use of southern part is usually consisted of residential, office, retail, public use and open space areas. However, over the last two decades, the development of the southern part is very fast, especially the development of new residential and retail. The migration of some college campuses from northerm to southerm part is one of the development trigger of the southern region.

Geologically, Semarang has three main lithologies, namely: volcanic rock, sedimentary rock, and alluvial deposits. The basement of Semarang consists of tertiary claystone of the kalibiuk formation. Overlying this formation is the

ISBN 978-602-71228-3-3

notopuro formation which consists of quaternary volcanic material. The two formations crop out in the southern part of the Semarang area. The northern part of the Semarang area is covered by Kali Garang deltaic alluvium up to a depth of 80 to 100 m in the coastal area. Aquifers are found at depths ranging from 30 to 80 m in this alluvium (Sukhyar, 2003).

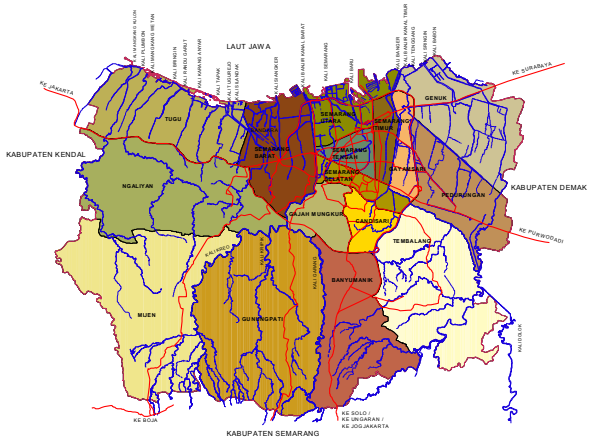


Figure 1. Map of Semarang City, Showing Its River System (BAPPEDA Kota Semarang, 2007)

The shoreline of Semarang progresses relatively quick towards the sea, it is about 2 km during 2.5 centuries or about 8 m/year (Van Bemmelen, 1949). The soil is composed by very young alluvium with high compressibility. The natural consolidation process, is therefore still occurred until now, causing land subsidence in the coastal area of Semarang. Later, the fast infrastructure development and reclamation by land fill increase the rate of land subsidence.

As part of the globe, Semarang City is also affected by climate change induced by global warming. Various studies related to climate change (CCROM-IPB, 2010, DKP, 2008 and 2010), land subsidence (Sutanta et al, 2005; Marfai and King, 2007; Sarkowi et al., 2005; Fukuda et al, 2008; Murdohardono et al, 2009) have been conducted in Semarang City. This paper discuss the impacts of climate changes and land subsidence to urban drainage development.

II. Climate Change

Climate change is no longer just as the issue, but it has become a reality that we can feel in everyday life. Based on the data extracted from the CRU TS2.0 for Semarang, CCROM-IBB (2010) found that during the last 100 years, the mean temperature increased from 25.9 to 26.3^o C in the wet season, and it increased from 25.3 to 26.3^o C in the dry season. The increasing trend is also occurred for daily maximum temperature. In the wet season, the maximum temperature increased from 31.4 to 31.9^o C, while in the dry season it increased from 31.2 to 32.2^o C.

In line with the CCROM-IPB finding, study conducted by DKP (2008) using 30 years of data (1977-2007) showed a similar conclusion, the average air temperature monthly for 3 decades increased by 0.62^o C or at 0.02^{o}C per year. Therefore, the air temperature in Semarang City is predicted to increase 2.7^{o}C for the next 100 years from 2007 air temperature. Meanwhile, studies by CCRON-IPB (2010) mentions that the increase in temperature is estimated range between 1.9-2.9^{o}C in 2100.

Rainfall Characteristics Change

Changes in air temperature is followed changes in rainfall characteristics. Based on 48 years rainfall data (1960-2007) recorded in Siliwangi Station-Semarang by Meteorology and Geophysics Agency (BMKG), it was found that though the maximum daily rainfall is very volatile (

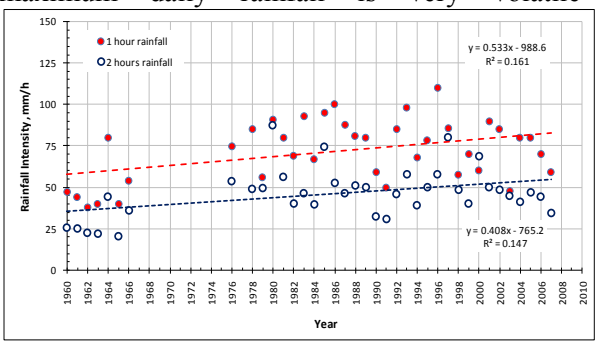


Figure 2), in general it is found that the maximum daily rainfall is increased. The increasing maximum daily rainfall from the year 1960 – 2007 is 40,90 mm, with an average annual maximum daily rainfall increament is 0.82 mm/year.

The rainfall intensity is also tend to increase continuously both an hour rainfall duration and two hours rainfall duration (

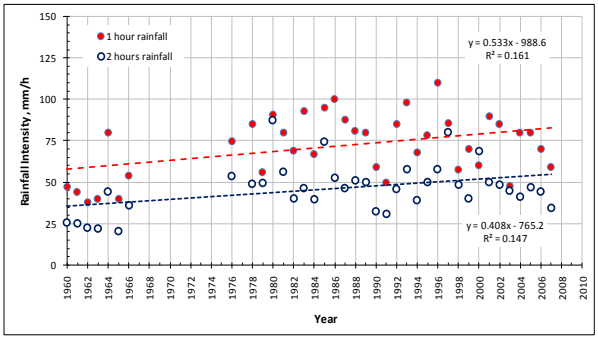
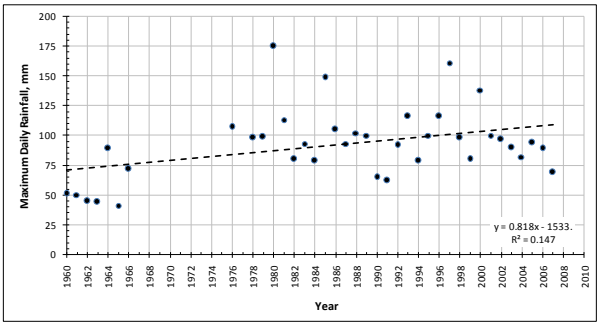


Figure 2**Error! Reference source not found.**). For

ISBN 978-602-71228-3-3

an hour rainfall duration the intensity increase from 57 mm/hour in 1960 to 85 mm/year in 2007. While for two hours rainfall duration, the intensity increase from 35 mm/hour in 1960 to 55 mm/hour in 2007.



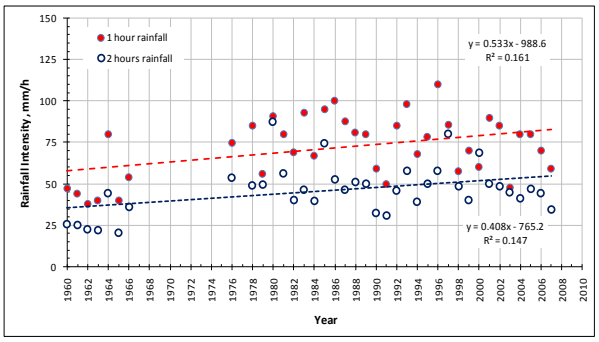


Figure 2. Trend of Maximum Daily Rainfall (up), and Rainfall Intensity (bellow) in Semarang City year 1960-2007

Flood Hydrograph

Changes in rainfall characteristics, both the increase in the maximum daily rainfall and rainfall intensity, will increase flood hydrograph. With regard watershed characteristics do not change, the change of hydrograph was analysed by using EPA SWMM software for some watresheds in Semarang City. Design rainfall with varoius return periods for the present (2014) and the next 20 year (2035) were used to analyse the changes of flood hydrograph. The flood hydrographs of three representative rivers: Plumbon River, Semarang River, and Eat Floodway, were analysed. The results, as shown in Figure 3, indicated that the peak discharge tends to increase for about 8% to 30%.

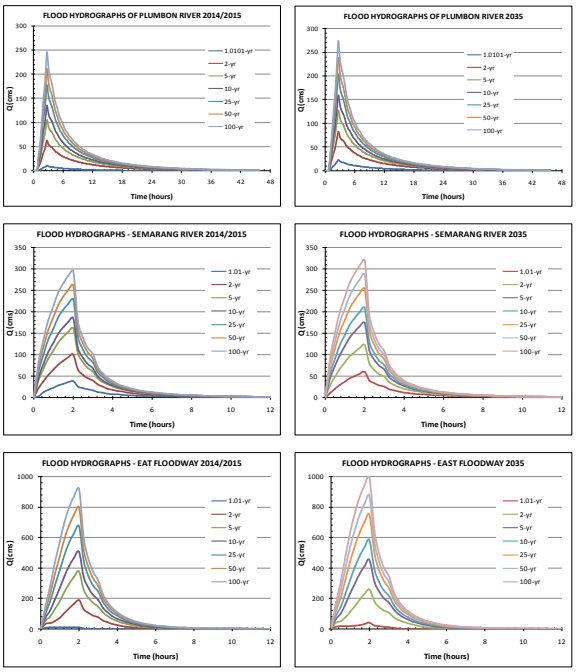


Figure 3. Estimated Flood Hydrographs for the year 2014/2015 (left), and Predicted Flood Hydrographs for the year 2035 (right) represented Rivers in Semarang

Sea Level Rise

Study conducted by ACCCRN (2010) reported that sea level rise in Semarang was 7.8 mm/year. This value is much higher than the global sea level rise, that was about 2.8 up to 3.6 mm/year (IPPC, 2013). To assure the accuracy of the value of sea-level rise, the sea level rise in then reanalysed based on the data tidal recorded by PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia III Tanjung Emas Semarang. The data is available for the year 1985-2008 (Figure 4). The scatter plot data shows that the elevation of seawater level in general is continued to rise, although in the year 1998-2003 sea level decreased. Later it was known that the instrument in the period of 1998-2003 was modified, and the data are considered not valid, so that these data were not used in the analysis.

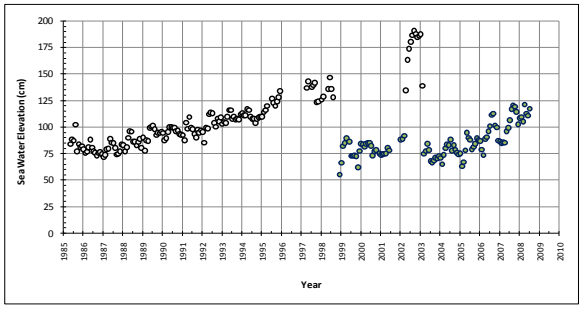


Figure 4. Recorded Sea Water Elevation in Semarang City 1985-2008

ISBN 978-602-71228-3-3

It can be seen that the sea level rise in Semarang Harbor from the year 1995-1998 is 57.2 cm, with an average 4.40 cm annually. While for the year 2003 - 2008 is 33.36 cm with an average of 6.672 cm per year. The average seawater rise for the period 1985 - 2008 is therefore 5.536 cm per year. The recorded sewater elevation years 1985-2008 were actually the summation of actual sea level rise and land subsidence, as the sea level recorder station is subject to land subsidence. The rate of land subsidence on the station is 5.165 cm/year (Wirasatria, et al, 2006). Therefore, the sea level rise (SLR) due to global warming is about 3.71 mm/year. The value is higher than the results reported by Wirasatria et al (2006), but still within the range of global SLR. It can also be understood that the rate of SLR is likely to increase with time.

III. Land Subsidence

Land subsidence is not a new phenomenon anymore for Semarang. It has been known since more than 100 years ago (Abidin, et al, 2010). Over the past two decades, land subsidence known more widely by the people, for the more obvious and widespread impacts. It causes extensive and costly damage to urban drainage, infrastructure and buildings, and also the deterioration of environmental quality.

The cause of the land subsidence in Semarang, researchers still disagree. However, in general it can be said that there are several dominant causes of land subsidence in Semarang, namely the consolidation of young alluvial soil in coastal areas both naturally and due to the load of the building, and excessive groundwater abstraction. Several investigations for the prediction and modelling of land subsidence in Semarang have been carried out by researchers using various methods and approaches, i.e., leveling and GPS (Marfei & King, 2007), PSI using state points network (Koehn et al, 2009). The rate of the subsidence reported is also different. Kuehn et al (2009) reported that based on Synthetic Aperture Radar (SAR) data recorded from 2002 to 2006, the higest rate of land subsidence in the northern part of Semarang is about 8-9 cm/year. Based on GPS survey, Abidin et al (2010) found that the average subsidence in Semarang is 5.9 mm/year with the maximum rate of about 13.5 cm/year (Figure 5).

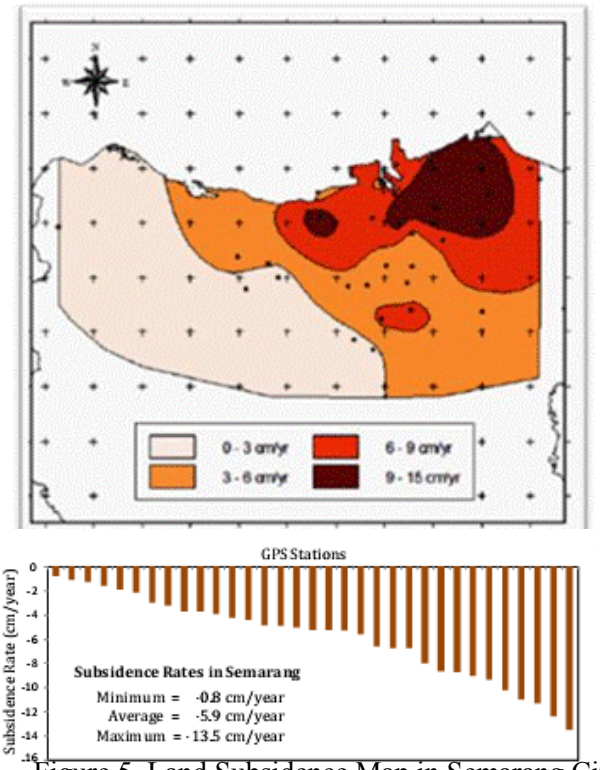


Figure 5. Land Subsidence Map in Semarang City (Abidin, et al, 2010)

IV. Inundation Area

Inundation occurred mostly in the Lower Semarang. The inundation water originated from storm water and the tides. Both waters are likely to increase due to climate change. Consequently inundation area also tends to increase. Based on the field abservation and the simulation model, the inundation area was experinced along the coastal area as shown in Figure 6.

ISBN 978-602-71228-3-3

Figure 6. Inundation Area Maps on a Field Survey of Flood Event in 2014 (above), and Simulation Result (bottom) (Sutrisno et al, 2014).

Assuming that the capacity of the drainage system remains as the current conditions, the effect of changes in the characteristics of rainfall and sea level rise due to climate change, and land subsidence against floodwaters can be predicted. The result, as shown in Figure 7, shows that in 2035 inundation area will increase approximately 25%.

Figure 7. Predicted Inundation Area Map for the Year 2035 (Sutrisno et al, 2014).

V. Urban Drainage System

Semarang has been known as the city flooded since tens or even hundreds of years ago. Flood mitigation efforts have also been made since the Dutch colonial era, namely the construction of the East Flood Canal and West Flood Canal. In the era of independence, efforts continue to be undertaken in combating floods, but to date, the floodwaters are still happening.

Based on the recent topographic conditions, land subsidence and the source of drainage load, the conventional drainage system of Semarang City can no longer function properly. The suitable drainage system should be based on the concept of sustainable drainage system. The system should be able to control drainage load either from storm water or tides. It is a combination of gravity drainage systems, polders and coastal belt or seadyke (Figure 8). Increase in discharge of upstream drainage due to climate change is controlled by rainwater harvesting facilities, while tides is protected by coastal belt. The rest of the runoff from the upstream prevented from entering into the low area in the lower part through the beltcanal and directly discharged into the sea through a spillway. Drainage system in the lowlands applying polder drainage system. The load originated from the storm water fall within the concerned area only.

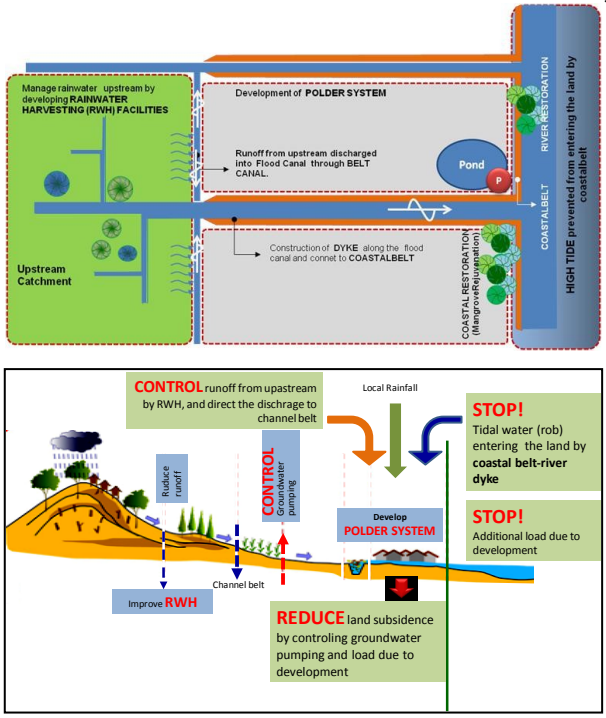


Figure 8. The concept of Sustainable Urban Drainage Systems Development for the City of Semarang

Implementation of this system would be able to improve drainage system performance and increase groundwater reserves. As result the availability of municipal water would be increased and land subsidence occurs can be reduced.

VI. Closing Remarks

Semarang has been known as the city flooded since tens or even hundreds of years ago, and up to date the flood is still happening, even tends to increase. Floodwaters in Semarang originated from storm water and the tides, both tend to increase due to climate change. Topographic conditions, that is low and flat in Lower Semarang which exacerbated by the land subsidence, the conventional drainage systems can no longer work. The drainage system can cope with the multidimensional problems must be based on the concept of sustainable drainage systems. In this case, the system is the combination

ISBN 978-602-71228-3-3

of gravitational system for the upstream area, and polder system for the lower area.

Urgent activities in the development of drainage system in Semarang are the development of coastal belt, and community involvement in the implementation of rainwater harvesting facilities.

References:

Abidin, H.Z, H. Andreas, I. Gumilar, T. P. Sidiq, M. Gamal, D. Murdohardono, Supriyadi, and Y. Fukuda (2010), Studying Land Subsidence in Semarang (Indonesia) Using Geodetic Methods. FIG Congress 2010, Facing the Challenges – Building the Capacity Sydney, Australia, 11-16 April 2010.

ACCCRN (2010). City Resilience Strategy: Semarang's Adaptation Plan in Responding to Climate Change. The Rockefeller Foundation: ISET and Mercycorp Indonesia.

Anggoro, S., Sugianto, D.N., and Hilmi, M. (2014). Kondisi Wilayah Pesisir dan Laut di Teluk Semarang, Provinsi Jawa Tengah (Indonesia). Paper presented at Diskusi Panel Penanganan Permasalahan Pantai di Teluk Semarang. Semarang, 14 Mei 2014.

BPS (2014). Semarang dalam Angka Tahun 2014. Badan Pusat Statistik Kota Semarang.

CC-ROM IPB (2010). Vulnerability and Adaptation Assessment to Climate Change at Semarang City. Mercy Corps Indonesia.

Dispendukcapil (2015). Penduduk Kota Semarang, Maret 2015. Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Semarang. http://dispendukcapil. semarangkota.go.id, 07-05-2015 06:35

DKP (2008). Strategi Adaptasi dan Mitigasi Bencana Pesisir sebagai Akibat Perubahan Iklim terhadap Pesisir dan Pulau-pulau Kecil. Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta.

DKP (2010). Inventarisasi Data Pesisir dan Kelautan tahun 2009. Pemkot Semarang.

BAPPEDA (2007). Rencana Induk Sistem Drianase Kota Semarang. BAPPEDA Kota Semarang.

Fukuda, Y, T. Higashi, S. Miyazaki, T. Hasegawa, S. Yoshii, Y. Fukushima, J. Nishijima, M. Tanigushi, H.Z. Abidin, R.M. Delinom (2008). Groundwater and Land Subsidence Monitoring in 3 Mega-Cities, Indonesia, by Means of Integrated Geodetic Methods, Paper presented at the AGU Fall Meeting 2008, San Fransisco, 15-19 Decembe 2008.

IPPC (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Available at: http://www.ipcc.ch/pdf/unfccc/cop19/3_gregory13sbsta.pdf. downloaded at February 10, 2014, 10:00 PM.

Kuehn, F. , D. Albiol, G. Cooksley, J. Duro, J. Granda, S. Haas, A. Hoffmann-Rothe, and D. Murdohardono (2009), Detection of land subsidence in Semarang, Indonesia, using stable points network (SPN) technique, Environmental Earth Sciences, DOI 10.1007/s12665-009-0227-x

Marfai, M.A. and L. King (2007). Monitoring land subsidence in Semarang, Indonesia, Environmental Geology, Springer Verlag, Vol.53, pp. 651–659.

Murdohardono, D., G.M. Sudradjat, A.D. Wirakusumah F. Kühn, F. Mulyasari (2009), Land Subsidence Analysis through Remote Sensing and Implementation on Municipality Level; Case Study: Semarang Municipality, Central Java Province, Indonesia, Paper presented at the BGR-GAI-CCOP Workshop on Management of Georisks, 23-25 June 2009, Yogyakarta.

Sarkowi, M., W.G.A. Kadir, D. Santoso (2005), Strategy of 4D Microgravity Survey for the Monitoring of Fluid Dynamics in the Subsurface, Proceedings of the World Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey, 24-29 April.

Sukhyar, R. (2003). Status and Progress of Urban Geology In Indonesia, Atlas and Urban Geology Vol. 14 : The Ground Beneath

ISBN 978-602-71228-3-3

Penentuan Daya Tampung Beban Cemar dan Analisis Resiko Lingkungan di DAS Bengawan Solo Hulu

Taufik Dani
Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro
Jl. Imam Bardjo SH. No 5, Semarang 50241 Telp. 024-8453635
dhany_rupawan20@yahoo.com
Suripin
Jurusan Teknik Sipil, Takultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl.Prof Soedarto, SH Tembalang, Semarang, Telp: 024-7474698
Suripin.ar@gmail.com
Sudarno
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl.Prof Soedarto, SH Tembalang, Semarang, Telp: 024-7474698
Sudarno_utomo@yahoo.com

ABSTRAK

Aktifitas Pencemaran di sepanjang DAS Bengawan Solo sangat banyak dan beragam, sehingga berdampak pada semakin menurunnya kualitas sungai. Data penelitian Pusat Pengelolaan Ekoregion Jawa (PPE Jawa) pada tahun 2010, menunjukan bahwa beban pencemar BOD di sepanjang DAS Bengawan Solo Hulu adalah sebesar 28,10 ton/jam, sedangkan daya tampung beban pencemarannya adalah sebesar 11,71 ton/jam. Nilai beban pencemaran BOD ini telah melebihi daya tampung beban pencemarannya. Hasil pemantauan BLH Kota surakarta juga menunjukan bahwa input input pencemar dari anak sungai bengawan solo di kota Surakarta, sebagian besar konsentrasinya sudah melampaui baku mutu. Konsentrasi tertinggi yaitu di hulu dan hilir sungai Jennes dimana pada musim kemarau (mei –juni), diperoleh hasil COD mencapai 65 dan 75 mg/, dimana sudah melampaui baku mutu kelas II dan III. Konsentrasi logam Cr juga telah melampaui baku mutu kelas II dan III dimana menunjukan hasil 0,084 di hulu dan 0,094 di hilir. Untuk pamater Cu sudah melampaui baku mutu di semua titik pemantauan anak sungai.

Data pemantauan pencemaran anak sungai di Kabupaten Karanganyar ditemukan terjadi peningkatan pencemaran yang cukup signifikan dari tahun 2013 ke tahun 2014. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya nilai COD dan BOD pada anak-anak sungai. Sungai Pengok misalnya, nilai COD pada tahun 2013 adalah 108,3 mg/L, dan pada tahun 2014 meningkat menjadi 591,7 mg/L.Menurut penelitian Utomo, 2010, konsentrasi logam berat Cu sangat tinggi pada tubuh ikan yaitu di lokasi Kebak Kramat, Kabupaten karanganyar, dimana konsentrasi Cu dalam tubuh ikan sudah mencapai kadar 51,33 mg/kg. Konsentrasi logam berat mempunyai sifatnya toksik dan mengalami bioakumulasi pada rantai makanan, sehingga meskipun konsentrasinya kecil, tetap berbahaya. Resiko lingkungan yang perlu diantisipasi adalah jika jalur pemaparannya melalui konsumsi beras dari lahan pertanian yang mendapat pasokan air dari sungai yang tercemar logam berat.

Untuk mewujudkan upaya pengelolaan sungai dan pengendalian pencemaran, maka perlu dilakukan analisis daya tampung beban cemar sehingga dapat diketahui berapa beban cemar yang harus diturunkan. Metode penentuan beban cemar yang digunakan yaitu; Neraca Massa, Shreeter Phelps, dan model Qual2Kw. Selanjtnya dilakukan analisis resiko lingkungan untuk mengetahui seberapa besar resiko pencemaran logam berat pada kesehatan masyarakat.

Kata kunci : Analisis Resiko Lingkungan, Bengawan Solo, Daya Tampung beban cemar, Logam Berat, Model Qual2Kw

ISBN 978-602-71228-3-3

I. PENDAHULUAN

Sungai pada dasarnya mempunyai kemampuan untuk membersihkan polutan yang masuk secara alamiah yang disebut dengan Kapasitas Asimilasi (*assimilative cappacity)*. Kemampuan pemulihan diri (*self purification*) setiap sungai tidak sama karena bergantung pada karakteristik sungainya masing-masing, seperti derasnya aliran, besarnya debit dan kadar limbah awal yang terkandung dalam air sungai. Jika beban limbah yang masuk ke sungai telah melampaui daya tampung sungai, maka akan berdampak pada ekologi sungai dan juga beresiko bagi kesehatan masyarakat sekitar.

Wilayah Kota Surakarta, sukoharjo dan Kabupaten Karanganyar dilintasi oleh sungai Bengawan Solo yang sekaligus menjadi batas administrasi wilayah tersebut. Kota Surakarta merupakan daerah perkotaan yang padat penduduk, industri dan usaha kecil menengah terutama adalah pengrajin batik. Sementara Kabupaten Karangnyar didominasi oleh lahan pertanian dan industri-industri besar. Aktifitas tersebut berdampak pada menurunnya kualitas air sungai bengawan solo

Pemanfaatan air sungai yang mengandung logam berat untuk irigasi pertanian dapat beresiko mencemari ekosistem sungai dan juga lahan pertanian sehingga ikan sungai atau padi-padi yang dimakan juga ikut tercemar dan berbahaya jika di konsumsi dalam waktu yang lama. Dengan demikian sangat penting bagi kita untuk mengetahui level kontaminasi polutan berbahaya dan sejauh mana resiko lingkungan akibat pencemaran logam berat dalam air pada kesehatan manusia. (Burger dkk, 2005, dalam Taweel, 2013).

Hasil analisis daya tampung beban cemar dan kajian resiko lingkungan sungai dapat dapat menjadi dasar pemerintah dalam upaya penetapan kebijakan dan strategi pengendalian pencemaran air sungai seperti penetapan izin lokasi usaha dan pembuangan limbah ke badan sungai, penetapan baku mutu air limbah, penyusunan rencana tata ruang wilayah, serta pemantauan kondisi lingkungan dan kesehatan masyarakat.

II. METODE PENELITIAN

Pendekatan dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Estimasi beban cemar dihitung dengan metode neraca Massa, Streeter Phelps dan model Qual2Kw. Perhitungan resiko lingkungan dari cemaran logam berat, menggunakan analis resiko lingkungan sesuai standar USEPA.

A. Tahapan Penelitian

Pertama-tama dilakukan kajian pustaka dan pengumpulan data sekunder mengenai kondisi penggunaan lahan, input-input pencemar, dan kondisi hidrologi DAS Bengawan Solo hulu segmen kota Surakarta dan Kabupaten Karanganyar. Kemudian dilakukan segmentasi sungai dan penentuan titik-titik pengambilan sampel.

Setelah itu dilakukan pengukuran lapangan untuk mendapatkan data kuantitas dan kualitas sungai. Data Kuantitas mencakup kondisi hidrologi sungai (debit, panjang sungai, kelerengan, dan lain lain) sementara data kualitas lingkungan adalah data parameter pencemar sungai (BOD,COD, Cr, Cu, Pb).

Kemudian dilakukan analisis daya tampung beban cemar menggunakan metode neraca massa, Persamaan Streteer Phelps, model Qual2Kw dan penentuan status mutu air dengan metode indeks pencemar.

Setelah menghitung daya tampung beban cemar sungai, maka dilakukan analisis resiko lingkungan dari untuk unsur-unsur logam berat tersebut pada manusia. Tahapan terakhir adalah merumuskan strategi pengendalian pencemaran sungai yang terpadu melalui melalui pembatasan kuantitas dan penurunan kadar limbah pada input-input pencemar.

B. Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di DAS Bengawan Solo hulu, tepatnya pada segmen yang melalui kota Surakarta dan Kabupaten Karanganyar.

Waktu penelitian dalam hal ini proses pengambilan sampel lingkungan direncanakan pada awal bulan Juni, dan analisis data dilakukan pada bulan Juni dan Juli 2015. Karena belum dilakukan pengambilan data primer maka untuk mengetahui kondisi pencemaran di DAS Bengawan Solo Hulu maka yang dianalisis adalah data sekunder yang bersumber dari hasil penelitian sebelumnya.

C. Metode Penentuan Daya Tampung Beban Cemar

Menurut Kepmen LH Nomor 110 Tahun 2003 tentang pedoman penetapan daya tampung beban pencemaran air pada sumber air dapat ditentukan dengan menggunakan metode ; Neraca Massa, Streeter Phelps dan model Qual2E yang telah diperbaharui versinya menjadi Qual2Kw.

1) Metode Neraca Massa

ISBN 978-602-71228-3-3

Jika dua aliran bertemu dengan laju alir Q1 dan Q2, akan terjadi pencampuran sempurna. Maka model pencampuran pada voulume konstan pada keadaan tunak adalah :

$$Co = \frac{Q\,1\,C1+Q2\,C2}{Q1+Q2} \quad \text{..... (1)}$$

2) Metode Streeter Phelps

Permodelan *Streeter Phelps* terbatas pada dua fenomena yaitu deoksigenasi dan reaerasi.

Deoksigenasi adalah proses pengurangan oksigen terlarut akibat aktifitas bakteri dalam mendegradasikan bahan organik yang ada dalam air .

$dL/dt = - K1.\ L$ ..... (2)

dimana :

L = konsentrasi senyawa organik (mg/L)

t = waktu (hari)

K1 = konstanta laju deoksigenasi (hari $^{-1}$)

Jika $dL/dt = r_D$, dan $L = Lo.\ e^{-K1.}$

Maka laju deoksigenasi (r_D) akibat senyawa organik dapat dinyatakan dengan :

$$r_D = -K1\ Lo.\ e^{-K1.\ t} \text{ ..... (3)}$$

Reaerasi adalah proses peningkatan oksigen terlarut yang disebabkan turbulensi pada aliran sungai sehingga berlangsung perpindahan oksigen dari udara ke air.

$$r_R = K'_2\ (Cs - C) \text{ ..... (4)}$$

dimana :

K'_2 = konstanta reaerasi, hari $^{-1}$

Cs = konsentrasi oksigen terlarut jenuh, mg/L

C = konsentrasi oksigen terlarut, mg/L

Metode pengelolaan kualitas air dapat dilakukan atas dasar defisit oksigen kritis (Dc) yaitu kondisi difisit Do terendah yang dicapai akibat beban yang diberikan pada aliran tersebut

$$Dc = K1/K2\ .\ Lo\ e^{-K1.tc} \text{ ..... (5)}$$

Waktu untuk mencapai titik kritis adalah:

$$tc = \frac{1}{K2-K1} \ln \left[\frac{K2}{K1} \left[1 - \frac{Do\,(K2-K1)}{K1.Lo} \right] \right] \text{ .....(6)}$$

3) Indeks Pencemaran Air

Rumus yang digunakan untuk menyatakan indeks pencemaran sungai adalah sebagai berikut :

$$PI\,j = \sqrt{\frac{\left(Ci/Lij\right)^2 M + \left(Ci/Lij\right)^2 R}{2}} \text{ .....(7)}$$

Tabel 1 : Hubungan Indeks Pencemaran dengan Mutu Perairan

No.	Indeks Pencemaran	Mutu Perairan
1.	$0 \leq PI_j \leq 1{,}0$	Kondisi baik
2.	$1{,}0 < PI_j \leq 5{,}0$	Cemar ringan
3.	$5{,}0 < PI_j \leq 10$	Cemar sedang
4.	$PI_j > 10{,}0$	Cemar berat

Sumber : Kep-MENLH NO 115 Tahun 2003

4) Permodelan Qual2Kw

Pemodelan dengan Qual2Kw mengaplikasikan proses pengurangan oksigen terlarut (deoksigenasi) akibat aktivitas bakteri dalam mendegrasikan bahan organik yang ada dalam air dan proses peningkatan oksigen terlarut (reaerasi), Chapra (1997). Melalui model Qual2Kw dapat dilakukan simulasi penurunan beban cemar sesuai baku mutu kelas sungai yang diinginkan. Penggunaan program Qual2kw dapat mengestimasi nilai beban pencemaran pada tiap ruas sungai. Terlebih dahulu dengan melakukan pembagian ruas (*reach*), jarak dan batas sungai.

D. Analisis Resiko Lingkungan

Menurut EPA analisis risiko adalah karakterisasi dari bahaya-bahaya potensial yang berefek pada kesehatan manusia dan bahaya terhadap lingkungan. Dalam analisa risiko ada empat langkah yang yang harus dilakukan untuk mengetahui besarnya risiko, yaitu *Hazard Identification*, *Exposure Assesment, Toxicity Assesment*, dan *Risk Characterization* (Watts, 1997 dalam Syafruddin 2005).

1) *Hazard Identification*

Salah satu pendekatan yang dilakukan untuk memilih zat kimia yang terdeteksi di lokasi dimulai dengan pemilihan awal yang dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Menghitung besarnya skor kimia *(chemical score)*

a. Untuk non karsinogen :

$$Rij = \frac{Cmax}{RfD} \text{ .....(10)}$$

Dimana :

Cmax adalah konsentrasi maksimum

RfD adalah dosis referensi (*reference dose)* dinyatakan dalam mg/kg.hari

b. Untuk karsinogen

$Rij = SF \times C_{max}$ .....(11)

Dimana :

SF adalah faktor slope yang dinyatakan dalam kg.hari/mg

2) *Expossure Assesment*

Hal awal yang dilakukan dalam *expossure assesment* adalah Identifikasi populasi potensial yang terpapar, Identifikasi jalur penyebaran

ISBN 978-602-71228-3-3

potensial, Perkiraan konsentrasi, dan Perkiraan dosis intake.

Persamaan umum untuk intake zat kimia adalah :

$$I = \frac{C \times CR \times EFD}{BW} \times \frac{1}{AT} \quad \text{.....(12)}$$

Dimana :

I = Intake (mg/kg.day)

C = Rata-rata konsentrasi pemaparan pada periode tertentu.

CR = *Contact Rate*, jumlah kontak media terkontaminasi tiap 1 unit waktu (l/day atau m^3/day)

EFD = *Exposure Frequency and Duration*

BW = Berat tubuh (kg)

AT = Waktu rata-rata. (Watts, 1997 dalam Syafruddin)

3) *Toxicity Assesment*

Dalam perkiraan tingkat toksisitas data dari dosis yang diperbolehkan (Rfd) digunakan untuk menghitung zat yang non karsinogen sedangkan slope faktor (SFs) digunakan untuk menghitung zat karsinogen.

4) *Risk Characterization*

Pada tahap ini dihitung besarnya resiko baik karsinogen maupun non karsinogen. Resiko karsinogen didefinisikan sebagai banyaknya intake harian kronik dikalikan dengan faktor slope karsinogenik yang didapatkan dari hasil perkiraan daya racun.

Resiko = CDI x SF.....(13)

Dimana :

CDI = intake harian kronik (mg/kg.hari)

SF = faktor slope karsinogen (kg.hari/mg)

(LaGrega,2001)

Resiko non karsinogenik disebut juga dengan indeks bahaya *(hazard index)*. Indeks ini adalah hasil dari pembagian antara dosis intake dengan dosis referensi (RfD).

Perhitungan indeks bahaya (*hazard indeks*) dirumuskan sebagai berikut :

HI = CDI / RfD .....(14)

Dimana :

HI = indeks bahaya atau *hazard index*

RfD = dosis yang dianjurkan (La Grega, 2001).

Tabel 2 : Kriteria Resiko

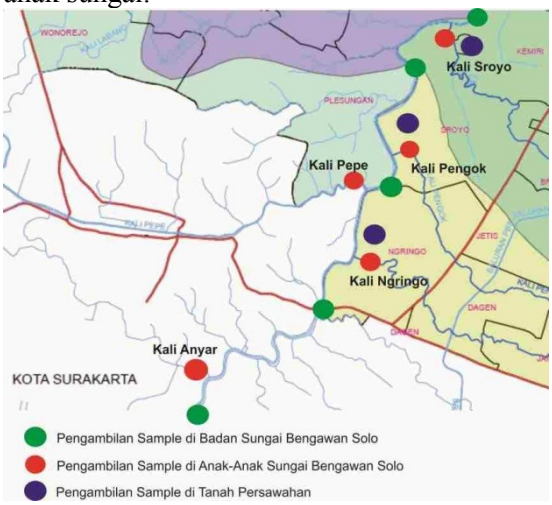
H	Resiko
>1	Sangat beresiko
=1	Resiko potensial / Menengah
<1	Resiko rendah

Sumber : Landis, 1999

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

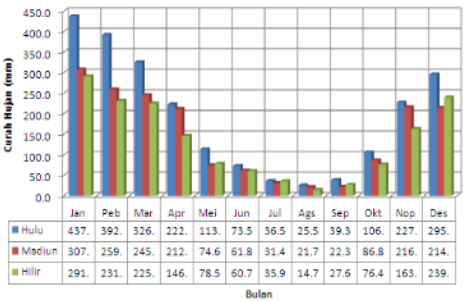
A. Segmentasi Sungai dan Titik Pengambilan Sampel

Berdasarkan input pencemar dominan yakni anak-anak sungai di Kota surakarta dan Kabupaten Karanganyar, maka dalam penelitian ini Das Bengawan dibagi menjadi 5 segmen, dengan jumlah titik pengambilan sample pada sungai yaitu 10 titik. 5 titik diambil pada input anak sungai/drainase, dan 5 titik pada badan air Bengawan Solo. Sedangkan untuk pengukuran resiko lingkungan yakni potensi bioakumulasi logam berat, di lakukan di lahan persawahan Kabupaten Karanganyar, dimana diambil sebanyak 3 sampel, yaitu pada lahan persawahan yang mengambil air dari masing-masing anak sungai.



Gambar 1 : Titik Rencana Pengambilan Sampel

B. Kondisi Hidrologi Sungai



Gambar 2 : Curah Hujan Tahunan Bengawan Solo, 2012, Sumber : BBWS Bengawan Solo, 2012

Curah hujan berhubungan dengan debit sungai. Semakin besar curah hujan, maka debit sungai pun semakin besar. Berdasarkan data dari BBWS Bengawan Solo tentang curah hujan pada 2012,

ISBN 978-602-71228-3-3

menunjukan curah hujan rerata tertinggi ada pada bulan januari, februari dan maret sedangkan curah hujan terendah pada bulan juni, juli dan Agustus. Daya tampung beban cemar sangat dipengaruhi oleh debit sungai. Dengan demikian pengukuran pada musim kemarau dapat menunjukan kemampuan purifikasi sungai pada kondisi debit minimum.

C. Kualitas Air Sungai Bengawan Solo

Sungai Bengawan solo, merupakan sungai terpanjang di pulau Jawa (600 km) yang melintasi dua propinsi yaitu Jawa Tengah dan jawa Timur dengan luas pengaliran sebesar 16.000 km^2. Tercatat sekitar 15,2 juta jiwa masyarakat hidup di satuan wilayah sungai (SWS) Bengawan Solo (Utomo, 2010). Sungai Bengawan solo dimanfaatkan untuk berbagai keperluan misalnya perikanan, perkebunan, pertanian, domestik, industri, waduk, air baku PDAM, penanggulangan banjir, dan lain-lain.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sulistyanto, dkk pada tahun 2007 menetapkan bahwa kualitas air sungai bengawan solo pada segmen Kota Surakarta tidak memenuhi syarat untuk dijadikan sumber air minum karena memiliki beberapa parameter logam berat yang terrdeteksi telah melebihi bakumutu Kemenkes RI No/907/Menkes/SK/VII/2002 tentang persyaratan kualitras air minum.

Tabel 3 : Data Pemantauan Kualitas anak Sungai Bengawan Solo, Segmen Kota Surakarta

Anak Sungai	Parameter yang dipantau		
	Cd	Fe	Pb
Sungai Pepe (hilir)	0,083	0,407	0,487
Sungai Anyar (Hilir)	0,124	0,033	0,212
Standar Kemenkes RI	Baku Mutu		
	Cd	Fe	Pb
	0,003	0,3	0,001

Sumber : Penelitian Sulistyanto (2007)

Pusat Pengelolaan Ekoregion Jawa (PPEJawa) pada tahun 2010 melakukan penelitian tentang daya tampung DAS Bengawan Solo Hulu meliputi parameter pencemar BOD dan COD. Dari hasil penelitian tersebut ditemukan bahwa daya tampung beban pencemar BOD di sepanjang DAS Bengawan Solo Hulu adalah sebesar 28,10 ton/jam, sedangkan daya tampung beban pencemarannya adalah sebesar 11,71 ton/jam. Nilai beban pencemaran BOD telah melebihi daya tampung beban pencemarannya, sehingga jumlah beban pencemaran yang harus diturunkan adalah sebesar 16,44 ton/jam.

Sementara untuk beban pencemaran COD di sepanjang DAS Bengawan Solo Hulu adalah sebesar 145,63 ton/jam, sementara daya tampung beban pencemaran sungai adalah sebesar 101,50 ton/jam. Nilai beban pencemaran COD secara keseluruhan juga melebihi daya tampung pencemarannya, sehingga jumlah beban pencemaran yang harus diturunkan adalah sebesar 44,13 ton/jam.

Pemantauan kualitas anak sungai juga dilakukan oleh BLH Kota Surakarta secara rutin, setiap tahunnya. Pemantauan dilakukan dua kali setahun yang mewakili kondisi musim hujan dan musim kemarau. Berikut adalah data pencemaran anak-anak sungai di segmen kota Surakarta pada periode kemarau 2014 (Mei-Juni) yang berpengaruh terhadap kualitas sungai bengawan Solo.

Tabel 4 : Pemantauan Kualitas anak sungai di Kota Surakarta periode musim Kemarau 2014 (Mei– Juni 2014)

Lokasi Sampling	Parameter (mg/L)		
	COD	Cr	Cu
Sungai pepe (hulu)	12	0,006	0,25
Sungai Pepe (Hilir)	39	0,019	0,29
Sungai Anyar (Hulu)	20	0,118	0,11
Sungai Anyar (Hilir)	28	0,019	0,09
Sungai Jenes (Hulu)	65	0,084	0,08
Sungai Jenes (Hilir)	75	0,094	0,13
Kelas	Baku Mutu : PP 82 thn 2001		
	COD	Cr	Cu
II	25	0,05	0,02
III	50	0,05	0,02
IV	100	1	0,2

Untuk pemantauan pada musim kemarau yang dilakukan oleh BLH Kota surakarta diperoleh hasil bahwa input input pencemar dari anak sungai bengawan solo di kota Surakarta, konsentrasinya jauh lebih besar dari pada musim hujan. Hal ini tentu

ISBN 978-602-71228-3-3

dipengaruhi oleh debit air pada musim kemarau yang lebih sedikit sehingga mengurangi kemampuan purifikasi alami sungai. Pada titik pemantauan di hilir untuk tiga anak sungai Bengawan Solo di kota Surakarta ditemukan semuanya telah melampaui baku mutu kelas II untuk parameter COD dan logam berat Cu.

Pemantauan anak sungai Bengawan Solo yang berasal dari Kabupaten karanganyar juga rutin dilakukan pemantauan dua kali setahun (musim kemarau dan hujan) oleh Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar. Berdasarkan data pemantauan tiga anak sungai utama pada periode musim kemarau yakni pada oktober 2013 dan September 2014, ditemukan hasil sebagai berikut :

Tabel 5 : Pemantauan Kualitas anak sungai di Kabupaten Karanganyar periode musim Kemarau 2013 (Oktober 2013)

Lokasi Sampling	Parameter (mg/L)		
	COD	BOD	Fe
Sungai Sroyo (hulu)	7,58	2,7	0,078
Sungai Sroyo (Hilir)	153,3	52,8	0,837
Sunga Ngringo (Hulu)	18,18	8,1	0,257
Sungai Ngringo (Hilir)	23,64	11,7	0,403
Sungai Pengok (Hulu)	10,61	3,8	0,183
Sungai Pengok (Hilir)	108,3	36,2	0,468
Kelas	Baku Mutu PP 82 thn 2001		
	COD	BOD	Fe
II	25	3	-
III	50	6	-
IV	100	12	-

Tabel 6 : Pemantauan Kualitas anak sungai di Kabupaten Karanganyar periode musim Kemarau 2014 (September 2014)

Lokasi Sampling	Parameter (mg/L)		
	COD	BOD	Fe
Sungai Sroyo (hulu)	8,81	3,1	0,714
Sungai Sroyo (Hilir)	521	119,4	1,781
Sunga Ngringo (Hulu)	24,38	8,98	0,490
Sungai Ngringo (Hilir)	143,1	53,84	0,334
Sungai Pengok (Hulu)	24,38	8,82	0,216
Sungai Pengok (Hilir)	591,7	216,8	1,957
Kelas	Baku Mutu PP 82 thn 2001		
	COD	BOD	Mn
II	25	3	-
III	50	6	-
IV	100	12	-

Dari data pemantauan tersebut dapat dilihat pada tahun 2014 terjadi peningkatan pencemaran yang cukup signifikan dari tahun 2013. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya nilai COD dan BOD pada anak-anak sungai. Sungai Pengok misalnya, nilai COD pada tahun 2013 adalah 108,3 mg/L, dan pada tahun 2014 meningkat menjadi 591,7 mg/L.

Kandungan logam Fe juga ditemukan. Meskipun dalam baku mutu tidak dipersyaratkan untuk kelas II,III, dan IV namun kandungan logam berat dapat menimbulkan resiko lingkungan. Menurut Efendi (2003) nilai LC_{50} besi (Fe) terhadap ikan berkisar antara 0,3-10 mg/L. Sementara untuk jenis logam berat lainnya seperti Cr, Pb dan Cu, konsemtrasinya belum signifikan yakni masih berada di bawah baku mutu.

Pemantauan kualitas air Bengawan Solo secara rutin juga dilakukan oleh Perum jasa Tirta I, mulai dari hulu di Wonogiri hingga ke Lamongan dan juga pada segmen Kali madiun. Pada pemantauan Triwulan III tahun 2014, khususnya pada segmen kota Surakarta yaitu di jembatan Jurug, telah melampaui baku mutu untuk kelas II, yakni BOD maksimal 10,80 mg/L dan COD maksimal 25,4.mg/L Sementara untuk segmen Kabupaten karanganyar yaitu di jembatan Kemiri juga telah

ISBN 978-602-71228-3-3

melampaui baku mutu kelas II, dimana menunjukan nilai BOD 13,80 mg/L dan COD 32,44 mg/L. Untuk aliran bengawan Solo yang menuju kabupaten Sragen bahkan menunjukan nilai COD yang mencapai 215,5 mg/L

Untuk penelitian yang memantau logam berat di aliran utama bengawan Solo dilakukan oleh Utomo, dkk pada tahun 2010. Penelitian ini dilakukan di sungai Bengawan Solo segmen Kota Surakarta, Kabupaten Karanganyar dan Kabupaten Sragen. Beberapa hasil pemantauan parameter pencemar sungai pada titik pemantauan kota Surakarta dan kabupaten Karanganyar adalah sbb:

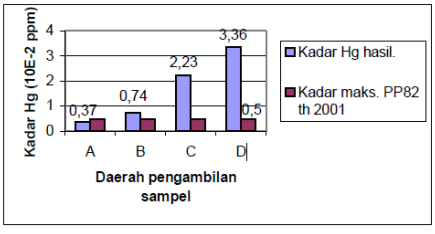
Tabel 7: Data Pemantauan Konsentrasi Logam Berat di Perairan Bengawan Solo Hulu

Lokasi Sampel	Parameter (mg/L)		
	Phenol	Cu	Cr
K.Sewu (Surakarta)	0,18	0,02	0,37
Tundungan (KarangAnyar)	0,08	0,05	0,23
Bak Kramat (KarangAnyar)	0,48	0,03-0,29	0,18-0,22
Kelas	Baku Mutu (mg/l)		
	Phenol	Cu	Cr
II	0,001	0,02	0,05
III	0,001	0,02	0,05
IV	-	0,2	1

Sumber : Penelitian Utomo,dkk (2010)

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, pemantauan logam berat diperairan (Cu dan Cr) untuk semua parameter di lokasi Kota Surakarta dan Kabupaten Karanganyar telah melampaui baku mutu yang ditetapkan.

Berdasarkan penelitian dari Riyatun (2003) pada beberapa titik pengambilan sampel ditemukan kandungan logam berat yang cukup tinggi.



A: Gajah Mungkur, B: Wirun, Sukoharjo
C: Pucangsawit, Surakarta, D: Klembu, Kebakkramat

Gambar 3 : Hasil pengukuran kadar Hg pada beberapa stasiun pengamatan (Sumber : Riyatun, 2003)

Yang mengkhawatirkan adalah karena kadar Hg juga ditemukan pada sampel air di hulu yaitu di waduk gajah mungkur Wonogiri. Semakin ke hilir konsentrasi semakin besar, misalnya di bak kramat Karanganyar. Hal ini tentu harus menjadi perhatian bagi masyarakat sekitar yang menggunakan air sungai Bengawan Solo terutama untuk penggunaan air minum.

Untuk mengetahui potensi bioakumalsi khususnya logam berat di air ke ekosistem sungai, maka berdasarkan penellitian Utomo, dkk (2010), juga melakukan pengambilan sampel logam berat pada tubuh ikan.

Tabel 8 : Konsentrasi Logam Berat Pada Ikan

Lokasi sampel ikan	Paramater Logam Berat		
	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)
Kampung Sewu (Surakarta)	-	17,86	1,067
Tudungan (K.Anyar)	-	3,69	1,811
Kebak Kramat (K.Anyar)	0,856	51,33	2,006

Konsentrasi Cu sangat tinggi di titik pemantauan Kebakkramat, dimana konsentrasinya mencapai 51,33 mg/kg. Hal ini tentu akan beresiko bagi ekosistem sungai dan juga kesehatan masyarakat jika berlangsung secara terus menerus. Kandungan logam berat dalam perairan sangat berbahaya karena sulit mengalami regulasi oleh proses hidrolika ataupun penguraian organisme air, bahkan terus mengalami akumulasi dalam ekosistem sungai baik di plankton, ikan dan tumbuhan air.

Bappedal Propinsi Jawa Tengah menyebutkan bahwa areal persawahan di kecamatan Jaten, Kabupaten Karanganyar telah terkena dampak pencemaran akibat sering menggunakan Sungai Ngringo yang tercemar oleh limbah industri di sepanjang sungai. Berdasarkan data dari BLH kabupaten Karanganyar yang dimuat dalam penelitian Yuliastuti (2011), tercatat ada 11 industri besar yang membuang limbah di sungai Ngringo. Sebagian besar adalah industri tekstil.

Dari data pemantauan rutin kualitas air di anak-anak sungai baik di Kota Surakarta maupun dari Kabupaten karanganyar, sebagian besar memang belum ditemukan kadar logam berat yang melampaui baku mutu secara signifikan. Hal ini

ISBN 978-602-71228-3-3

dikarenakan telah air limbah mengalami pengenceran di badan air sungai. Meskipun kandungan logam berat di beberapa titik pengamatan tersebut hasilnya sebagian besar belum melampaui standar konsentrasi maksimumnya, tetap harus menjadi perhatian karena efek logam berat adalah sifatnya toksik dan mengalami bioakumulasi pada rantai makanan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syafruddin (2005) yang melakukan penilaian resiko lingkungan akibat kontaminasi kandungan logam berat di Kabupaten Karanganyar, tepatnya di air sungai Ngringo pada tahun 2005. Hasilnya analisis resiko lingkungan menunjukan bahwa kandungan logam berat di sungai Ngringo sudah pada tahap beresiko tinggi dan menimbulkan bahaya. Hal ini ditujukan dengan nilai resiko yang menunjukan angka >1. Dari analisis yang dikemukakan menunjukan resiko yang semakin meningkat untuk perempuan dan anak anak.

Dari berbagai penelitian tentang kandungan kandungan logam berat pada sampel air dan ikan, ditemukan kandungan yang cukup tinggi pada segmen Kota Surakarta dan Kabupaten karanganyar. Tentu nilai ini memberikan resiko lingkungan yang tinggi pada masyarakat yang mengkonsumsi ikan yang berasal dari sungai bengawan solo. Resiko lingkungan yang perlu diantisipasi juga adalah jika jalur pemaparannya melalui pemanfaatan air sungai untuk air minum ataupun melalaui konsumsi beras dari lahan pertanian yang mendapat pasokan air dari sungai yang tercemar logam berat.

IV. KESIMPULAN

a. Kualitas air Bengawan Solo berdasarkan kajian dan analisis pada beberapa hasil penelitian sebelumnya telah menunjukan kondisi yang tercemar baik oleh parameter pencemar fisik, kimia dan juga logam berat.
b. Penentuan beban cemar dengan mengkombinasikan berbagai metode seperti neraca massa, streeter phelphs dan Qual2 Kw, adalah sebagai dasar dalam menerapkan strategi pengelolaan sungai karena dapat ditentukan seberapa besar beban cemar yang harus diturunkan dari setiap sumber-sumber pencemar.
c. Dari beberapa penelitian, ditemukan kandungan logam berat yang cukup tinggi di air, tanah, beras, dan juga ikan. Untuk itu Kajian analisis Resiko Lingkungan logam berat diperlukan untuk mengetahui sejauh mana efek keterpaparan masyarakat. Hal ini dikarenakan kemampuan logam berat yang berakumulasi dalam rantai makanan dan membahayakan kesehatan masyarakat.
d. Hasil analisis daya tampung beban cemar dan kajian resiko lingkungan sungai dapat dapat menjadi dasar pemerintah dalam upaya penetapan kebijakan dan strategi pengendalian pencemaran air sungai seperti penetapan izin lokasi usaha dan pembuangan limbah ke badan sungai, penetapan baku mutu air limbah, penyusunan rencana tata ruang wilayah, serta pemantauan kondisi lingkungan dan kesehatan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

Chapra,1997. *Surface Water Quality Modelling*, New York, Mc-Graw-Hill

Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta, Penerbit KANISIUS

La Grega, M.D. 2001. *Hazardous Waste Management. Singapore* : Mc Graw Hill Company Inc

Rintayati P, 2011. *Hubungan Kemampuan Kognitif, Nilai Budaya, Gaya Hidup dengan Empati Lingkungan pada Masyarakat Wilayah Sungai Pembuangan Limbah Batik, Survey Pada Masyarakat Kota Batik Surakarta*, Universitas Negeri Surakarta.

Riyatun, Sugiarti Sri W, Wijaya Anastacia D, Sardjono Y, 2003. *Indikasi Pencemaran Merkuri (Hg) di Sungai Bengawan Solo*, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta dan P3TM- BATAN, Yogyakarta 55010

Taweel.A,n,Othman.S,Ahmad,2013.*Assessment of heavy metals in tilapia fish (Oreochromisniloticus) from the Langat River and Engineering Lake in Bangi, Malaysia, and evaluation of the health risk from tilapia consumption*, School of Environmental and Natural Resource Sciences,Faculty of Science and Technology,University Kebangsaan Malaysia, Malaysia.

Utomo Agus J, Adjie S, Dharyati E, Muaka A, 2010, *Pencemaran di Bengawan Solo Antara Daerah Solo, Karang Anyar, dan Sragen Jawa Tengah*. Balai Riset Perikanan Perairan Umum, Pusat Riset

ISBN 978-602-71228-3-3

Perikanan Tangkap, Badan Riset Kelautan dan Perikanan.

Sulistyanto W, Astuti D, 2007. *Analisis Kualitas Air Sungai Bengawan Solo Wilayah Kota Surakarta* , Universitas Muhammadiyah Surakarta

Syafruddin. 2005. *Analisis Resiko Lingkungan Akibat Limbah dan B3*, Materi Kuliah Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.

Wiwoho. 2005. *Model Identifikasi Daya Tampung Beban Cemaran Sungai Dengan QUAL2E.* Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.

Yuliastuti, Etik. 2011. *Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air*. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.

ISBN 978-602-71228-3-3

Kajian Dampak Budidaya Laut Sistem Keramba Jaring Apung Terhadap Lingkungan Perairan Teluk Ambon Dalam

Lutfi Hardian Murtiono
Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro
lutfihardian@gmail.com

ABSTRAK

Teluk Ambon Dalam (TAD) memiliki potensi untuk pengembangan kawasan budidaya laut dengan sistem keramba jaring apung (KJA). Penetapannya dalam RTRW Kota Ambon sebagai kawasan budidaya laut dengan sistem KJA menunjukkan arti penting teluk ini. Namun patut disadari bahwa salah satu kunci keberhasilan budidaya adalah dengan penentuan lokasi yang sesuai dan memperhatikan aspek daya dukung lingkungannya. Secara geografis, letak teluk dikelilingi oleh permukiman penduduk Kota Ambon yang semakin bertambah dari tahun ke tahun. Akibatnya tekanan yang tinggi terhadap teluk ini menyebabkan penurunan kualitas perairan dari tahun ke tahun. Sedangkan di sisi lain, kegiatan budidaya juga menghasilkan limbah organik yang berasal dari sisa pakan dan hasil metabolisme kultivan budidaya. Karena itu perlu dilakukan tinjauan terhadap daya dukung lingkungan perairan TAD dari aspek loading nutrient. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung lingkungan melalui pendekatan nutrient loading di perairan Teluk Ambon Dalam. Metodologi yang digunakan adalah dengan telaah pustaka dari beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan dampak kegiatan budidaya laut.

Beban limbah organik yang dihasilkan oleh kegiatan budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung di perairan Teluk Ambon Dalam mencapai 385,91 kg N per unit KJA. Sedangkan estimasi total loading Nitrogen di Teluk Ambon Dalam adalah 12.550 ton N.

Kata kunci : *budidaya laut, keramba jaring apung, loading nutrient.*

I. PENDAHULUAN

Budidaya laut berkembang dengan pesat menjadi sebuah industri yang penting di dunia, termasuk Indonesia seiring dengan tingginya permintaan atas produk perikanan laut yang disebabkan oleh peningkatan populasi manusia (Holmer et al., 2002). Beberapa komoditas budidaya laut yang ekonomis dan banyak dikembangkan di Indonesia salah satunya adalah ikan kerapu (*Serranidae*). Tingginya permintaan ikan kerapu untuk konsumsi di restoran-restoran di dalam dan luar negeri membuatnya memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Tingginya permintaan dan tidak diimbangi dengan produksi memunculkan ide untuk membudidayakan ikan ini. Ikan kerapu biasa diekspor dalam bentuk ikan segar, ikan olahan setengah jadi (*fillet* dan *sashimi*) serta kondisi hidup ke beberapa negara seperti Singapura, Jepang, Hongkong, Taiwan, Malaysia dan Amerika Serikat (Noor, 2009).

Salah satu teknik pembesaran ikan kerapu yaitu dengan menggunakan keramba jaring apung (KJA) dengan lokasi pemeliharaan di pesisir pantai ataupun teluk-teluk yang relatif terlindung. Namun muncul kekhawatiran tentang dampak lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan budidaya laut di perairan terbuka. Aktivitas keramba jaring apung berpotensi menghasilkan limbah dari sisa-sisa pakan berupa bahan organik dikarenakan sistem budidaya dengan keramba jaring apung melepaskan limbahnya langsung ke dalam lingkungan, sebagian besar berupa

ISBN 978-602-71228-3-3

padatan atau terikat dalam partikulat material dan mengendap menjadi sedimen (Islam, 2005). Ditambahkan oleh Garno (2002), bahwa limbah KJA adalah limbah organik yang tersusun oleh karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, fosforus, sulfur dan mineral lainnya dan dalam perairan dapat berbentuk padatan yang terendap, koloid, tersuspensi maupun terlarut.

Teluk Ambon bagian Dalam (TAD) merupakan bagian penting dari Pulau Ambon yang terletak pada 128°11'29'' BT sampai dengan 128°19'25" BT dan 3°37'40" LS sampai 3°39'50" LS telah ditetapkan sebagai kawasan pengembangan untuk kegiatan budidaya laut dengan sistem keramba jaring apung dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Ambon Tahun 2011-2031 (Bappekot Ambon, 2011). Sebagai perairan semi tertutup, TAD memiliki kelebihan untuk menjadi lokasi budidaya laut dengan sistem KJA. Namun di sisi lain, tekanan terhadap lingkungan sekitar dimana letak TAD yang dikelilingi oleh kawasan permukiman menyebabkan tekanan yang tinggi terhadap teluk ini. Cemaran bahan organik dari lingkungan sekitar akan masuk ke dalam teluk sehingga juga menyebabkan pencemaran terhadap perairan TAD, belum lagi jika teluk ini dimanfaatkan untuk menjadi kegiatan budidaya laut yang semakin tahun tumbuh dengan pesat. Penentuan daya dukung lingkungan sangat penting dalam penghitungan kapasitas perairan yang mampu untuk mendukung kegiatan budidaya. Salah satu pendekatan dalam penghitungan daya dukung lingkungan adalah dengan *loading nutrient,* yang memperhitungkan besaran limbah dari kegiatan budidaya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji besaran limbah dari kegiatan budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung di perairan Teluk Ambon Dalam.

II. METODOLOGI

2.3. Waktu dan tempat pengkajian

Kegiatan pengkajian dampak budidaya laut dengan sistem keramba jaring apung terhadap lingkungan perairan ini dilaksanakan pada bulan Maret – Mei 2015 di perairan Teluk Ambon bagian Dalam (TAD), Kota Ambon, Provinsi Maluku.

2.4. Estimasi pendugaan limbah dari kegiatan budidaya

Estimasi pendugaan limbah kegiatan budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung menggunakan pendekatan pasokan nutrient (*loading nutrient*) dalam hal ini adalah nitrogen yang bersumber dari pakan yang digunakan untuk kegiatan budidaya ikan kerapu dalam KJA yang masuk ke dalam lingkungan perairan (*nitrogent budget*). Formula yang digunakan mengacu pada Iwama (1991) sebagai berikut :

- Jumlah bahan organik yang masuk dalam perairan
  $TO = TU + TFW$ …….1)
  Keterangan :
  TO = Total output partikel bahan organik (kg)
  TU = Total pakan tidak termakan (kg)
  TFW = Total limbah feses dan ekskresi (kg)
- Penentuan Total Pakan Tidak Termakan (TU) dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:
  $TU = TF\ x\ UW$……2)
  Keterangan :
  TU = Total pakan tidak termakan (kg)
  TF = Total pakan diberikan (kg)
  UW = Persentase pakan tidak termakan (%) / rasio total pakan dimakan terhadap total pakan diberikan.
- Penentuan Total Limbah Feses dan Ekskresi (TFW) dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:
  $TFW = F\ x\ TE$……3)
  Keterangan :
  TFW = Total Limbah Feses dan Ekskresi (kg)
  F = Persentase Feses (%) / rasio total feses terhadap total pakan yang dimakan.
  TE = Total pakan dimakan.
- Penentuan Total Pakan Dimakan (TE) dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :
  $TE = TF - TU$…….4)
  Keterangan :
  TE = Total pakan dimakan (kg)

ISBN 978-602-71228-3-3

TF = Total pakan diberikan (kg)
TU = Total pakan tidak dimakan (kg).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Melalui penentuan nilai konversi pakan (*feeding convertion ratio*) maka akan dapat diketahui jumlah pakan yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 ton ikan kerapu. Ikan kerapu sebagai ikan karnivora lebih menyukai pakan rucah (*trash fish*) jika dibandingkan dengan pakan buatan yang harus melalui pembiasaan terlebih dahulu. Selain itu di beberapa lokasi budidaya seperti di wilayah Maluku sangat sulit mendapatkan pakan buatan dan harganya sangat mahal sedangkan ikan segar sebagai pakan sangat cukup tersedia.

Pendekatan estimasi beban limbah budidaya yang diterapkan mengacu pada penelitian Noor (2008) dan merupakan pengembangan formula estimasi dari beban pakan yang masuk ke perairan. Diketahui untuk memproduksi 1 ton ikan kerapu membutuhkan 7.830 kg ikan rucah (BPBL Ambon, 2014). Hasil analisis proksimat didapatkan kandungan N pada pakan rucah sebanyak 12,6% yaitu sebesar 986,58 kg. Pakan terbuang (sisa) adalah sebanyak 18,1% yaitu sebesar 1.417 kg, dengan nilai N (12,6%) sebesar 178,57 kg. Total pakan yang dimakan oleh ikan (total pakan yang diberikan – total pakan yang terbuang) adalah 6.412,77 kg (81,9%), dengan nilai kandungan N sebesar 808,01 kg. Banyaknya feses yang dikeluarkan oleh ikan adalah 39,4% dari pakan yang dimakan sebesar 2.507,39 kg, dengan nilai N sebesar 153,91 kg. Kandungan N yang tersimpan dalam daging (retensi) adalah sebesar 170,68 kg, sedangkan N yang terbuang sebagai ekskresi adalah 484,41 kg. sehingga jumlah total *loading* N dari kegiatan budidaya yang masuk ke perairan adalah sebesar 816,89 kg.

Tabel 1. Estimasi beban limbah budidaya kerapu dengan sistem KJA

Variabel	Bobot (kg)	N (kg)
Jumlah total pakan untuk 1 ton ikan (kandungan N 12,6%)	7.830	986,58
Pakan yang dimakan (*eaten food*) (81,9% dari total pakan)	6.412,77	808,01
Pakan yang tidak dimakan (*uneaten food*) (18,1% dari total pakan)	1.417,23	178,57
Feses (39,4% dari pakan yang dimakan dengan N 15,6%)	2.507,39	153,91
Retensi (N dalam daging) (17,3% dari pakan)	-	170,68
Ekskresi (49,1% dari pakan)	-	484,41
Loading N (UF+Feses+Ekskresi)	-	816,89

Ket : Jumlah total pakan dari interview pembudidaya, persentase estimasi kandungan N (Noor, 2008).

Kajian ini untuk kegiatan pembesaran kerapu dengan bobot individu rata-rata 100 g sampai berat konsumsi yaitu 500 g dengan lama pemeliharaan 8 bulan. Berdasarkan luas lahan perairan Teluk Ambon Dalam (TAD) untuk kegiatan budidaya keramba jaring apung, maka akan diperoleh estimasi beban limbah yang masuk ke perairan sebagai berikut :

Jika luas perairan TAD adalah 1.172 ha (Mainassy, 2005) dengan seluruhnya dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya, serta 1 unit KJA terdiri atas 4 petak berukuran 3 x 3 x 3 m^3 dan padat penebaran sebanyak 50 ekor/m^3 dan *survival rate* 70% dengan bobot akhir 500 g/ekor.

1 ha = 10.000 m^2 /luas petak KJA (9 m^2) = 111 petak (28 unit KJA)

Jadi untuk luasan TAD sebesar 1.172 ha dapat menampung 130.092 petak (32.523 unit KJA). Umumnya untuk 1 unit KJA, sebanyak 3 petak untuk budidaya dan 1 petak untuk rumah jaga. Maka akan terdapat 97.569 petak KJA. Dengan padat tebar 50 ekor/m^3 maka setiap unit KJA akan menebar benih sebanyak = 50 ekor/m^3 x 9 m^3 x 3 petak = 1.350 ekor/unit KJA. Jika diasumsikan nilai SR sebesar 70% dan bobot panen adalah 500 g/ekor akan diperoleh 472.500 g/unit KJA. Sehingga kebutuhan pakan untuk 1 unit KJA adalah 3.699 kg pakan dengan N sebesar

ISBN 978-602-71228-3-3

466,07 kg. Selanjutnya dengan perhitungan estimasi berdasarkan formula Iwama, didapatkan besaran *loading* nitrogen dari kegiatan budidaya dengan sistem KJA ke perairan selama masa pemeliharaan adalah sebesar 385,91 kg N (0,38 ton N) per unit KJA. Estimasi total *loading* nitrogen di perairan Teluk Ambon Dalam adalah 12.550 ton N per siklus pemeliharaan.

Besaran nilai limbah organik yang dihasilkan lebih besar jika dibandingkan dengan pakan buatan berupa pellet komersil. Leung *et al* (1999) menyatakan bahwa pakan rucah berpotensi memberikan cemaran organik yang lebih tinggi dibanding pakan buatan. Beveridge (1984) menyatakan bahwa 70% nitrogen yang dikonsumsi oleh ikan akan terbuang ke perairan. Limbah organik KJA yang berupa bahan organik, biasanya tersusun oleh karbon, hidrogen, nitrogen, fosfor, sulfur dan mineral lainnya (Garno, 2002). Limbah dalam perairan dapat berbentuk padatan yang terendap, koloid, tersuspensi dan terlarut.

Beberapa penelitian terkait *loading* nitrogen dari Leung *et al* (1999) menunjukkan bahwa ikan kerapu, *E. aerolatus* melepaskan nitrogen sebesar 320,6 kg/ton dengan pakan ikan rucah. Sedangkan untuk ikan bandeng (*Chanos chanos*), beban limbah N yang dihasilkan adalah 43,28 kg N/ton ikan (Rachmansyah, 2004).

IV. PENUTUP

Kesimpulan yang dapat diambil dari kajian ini adalah bahwa beban limbah organik di perairan Teluk Ambon Dalam dari kegiatan budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung adalah sebesar 385,91 kg N/ton per unit KJA.

DAFTAR PUSTAKA

Bappekot Ambon. 2011. *Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Ambon Tahun 2011-2031*. Badan Perencanaan Pembangunan Kota (Bappekot) Ambon. Ambon.

Beveridge, M.C.M. 1984. *Cage and pen fish farming*. *Carrying capacity models and environmental impact. FAO Fish Tech. Paper. Vol. 255. 131p.*

Garno, Y.S. 2002. *Beban pencemaran limbah perikanan budidayadan yutrofikasi di perairan waduk pada DAS Citarum*. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 3. Hal. 112-120.

Holmer, M., Marba, N., Terrados, J., Duarte, C.M., Fortes, M.D. 2002. *Impacts of milkfish (Chanos chanos) aquaculture on carbon and nutrient fluxes in the Bolinao area, Philippines*. Marine Pollution Bulletin. Vol 44. Hal. 685-696.

Islam, M.S. 2005. *Nitrogen and phosphorus budget in coastal and marine cage aquaculture and impacts of effluent loading on ecosystem: review and analysis towards model development*. Marine Pollution Bulletin, Vol. 50. Hal. 48-61.

Iwana, G.K. 1991. *Interactions between aquaculture and the environment*. Critical Reviews in Environmental Control, Vol. 21(2). Hal. 177-216.

Leung, K.M.Y., Chu, J.C.W., Wu, R.S.S. 1999. *Nitrogen budgets for the Aerolated grouper, Epinephelus aerolatus cultured under laboratory conditions and in open-sea cages*. Marine Ecology Progress Series, Vol. 186. Hal. 271-281.

Mainassy, B. 2005. *Aplikasi sistem informasi geografis untuk penentuan lokasi pengembangan budidaya laut di Teluk Ambon Dalam*. Unpatti. Ambon.

Noor, A. 2009. *Model pengelolaan kualitas lingkungan berbasis daya dukung (carrying capacity) perairan teluk bagi pengembangan budidaya keramba jaring apung ikan kerapu (Studi kasus di Teluk Tamiang, Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan)*. IPB. Bogor.

Rachmansyah, R. 2004. *Analisis daya dukung lingkungan perairan Teluk Awarange Kabupaten Barru Sulawesi Selatan bagi pengembangan budidaya bandeng dalam keramba jaring apung*. IPB. Bogor.

ISBN 978-602-71228-3-3

NOTULENSI TANYA JAWAB

Panel 2 : Pengelolaan Kualitas Air

1.	NAMA PENANYA	:	Taufik Dani
	ASAL INSTITUSI	:	MIL UNDIP
	DIALAMATKAN KEPADA	:	Danny W
	URAIAN PERTANYAAN	:	1. Kapan penelitian di lakukan? 2. Terdapat logam berat? Kenapa tidak di uji?
	TANGGAPAN	:	1. Penelitian di lakukan januari untuk mewakili hujan dan kemarau 2. Untuk logam berat sudah ada sekunder
2.	NAMA PENANYA	:	Taufik Dani
	ASAL INSTITUSI	:	MIL UNDIP
	DIALAMATKAN KEPADA	:	Elesvera Destry
	URAIAN PERTANYAAN	:	Bagaimana permasalahan LRB?
	TANGGAPAN	:	1. TSS di ambil di tengah perairan, jika hujan maka diganti besok. 2. Indeks keragaman masih dalam proses.
3.	NAMA PENANYA	:	Anggoro Prihutomo
	ASAL INSTITUSI	:	MIL Undip
	DIALAMATKAN KEPADA	:	Danny W
	URAIAN PERTANYAAN	:	1. Pengukuran TSS untuk pengolahan? 2. Dinamika dari hulu & hilir untuk indikasi kerusakan?
	TANGGAPAN	:	a. Menggunakan klasifikasi citralausat.klasifikasi tidak detail melainkan dengan membandingkan dengan penggunaan lahan dengan run off b. Rata-rata run off 50%
4.	NAMA PENANYA	:	Elesvera
	ASAL INSTITUSI	:	MIL UNDIP
	DIALAMATKAN KEPADA	:	Platia
	URAIAN PERTANYAAN	:	Upaya apa saja untuk meningkatkan kualitas ekologi?
	TANGGAPAN	:	Aada analisis lanjut yaitu AHP untuk melakukan upaya pengelolaan untuk sumber air tawar dengan mengurangi air tanah dengan memanfaatkan air tandon
5.	NAMA PENANYA	:	Sunanto
	ASAL INSTITUSI	:	DIL Undip
	DIALAMATKAN	:	Luthfi

ISBN 978-602-71228-3-3

	KEPADA		
	URAIAN PERTANYAAN	:	1. Mengapa tidak menghilangkan H dan P untuk indentifikasi eutrofikasi? 2. Factor lain selain pembatas KJA?
	TANGGAPAN	:	1. Output yang di capai yaitu daya dukung perikanan antara lain kesesuaian lahan,dll. 2. Faktor lain yang di pertimbangkan hidrooceanografi
6.	NAMA PENANYA	:	Beni
	ASAL INSTITUSI	:	Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro
	DIALAMATKAN KEPADA	:	Mutia
	URAIAN PERTANYAAN	:	1. Nilai koefisien stress? 2. Factor ekternal dalam penelitian
	TANGGAPAN	:	1. Koefisien stress di dapat dari rapfish, nilai data dan range data di dapat dari pengukuran dan wawancara 2. Perolehan air tawar dengan dib or dan pembuangan limbah ke badan air

ISBN 978-602-71228-3-3