JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING & WASTE MANAGEMENT

JENV	Vol. 01	No. 02	Page 64-118	Oktober 2016	ISSN 2527-9629

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING & WASTE MANAGEMENT
JURNAL TEKNIK LINGKUNGAN DAN PENGELOLAAN LIMBAH

Penanggung Jawab
Ir. Temmy Wikaningrum, M.Si.

Dewan Editor

Prof. Dr.-Ing. Ir. Suprihatin	Institut Pertanian Bogor
Ir. R. Driejana, M.SCE, Ph.D.	Institut Teknologi Bandung
Dr. Muhammad Syifan Ahmadin	Sullivan University Kentucky
Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.S.E., M.Sc., Ph.D.	Institut Teknologi Sepuluh November
Dr. Astri Rinanti Nugroho, M.T.	Universitas Trisakti
Dr. Ir. Yunita Ismail, M.Si.	Universitas Presiden
Dr.Yusmaniar, M.Si.	Universitas Negeri Jakarta
Dr. Ani Mulyasuryani, MS	Universitas Brawijaya
Ir. Ramadhani Yanidar, M.T.	Universitas Trisakti
Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T.	Institut Teknologi Sepuluh November
Anindrya Nastiti, S.T. M.T.	Institut Teknologi Bandung

Ketua Editor Pelaksana

Filson M. Sidjabat, S.T., M.T.	Universitas Presiden

Editor Pelaksana

Rijal Hakiki, S.S.T., M.T.	Universitas Presiden
Yandes Panelin, S.T., M.T.	Universitas Presiden
Sukino, S.I.P.	Universitas Presiden
Eva Mudzalifah, S.E.	Universitas Presiden

Alamat Redaksi

Journal of Environmental Engineering & Waste Management
Jurnal Teknik Lingkungan dan Pengelolaan Limbah

Building A Lt. 3 President University
Jl. Ki Hajar Dewantara, Jababeka Education Park, Cikarang Baru, Bekasi 17550 – Indonesia
Phone./Fax: (021) 8910 9762 / 9768; Email: j-env@president.ac.id
Website: env.president.ac.id (President University: www.president.ac.id)

JENV adalah jurnal yang mengkaji berbagai masalah/persoalan terkini yang bersifat mendasar atau terapan yang berhubungan dengan bidang teknik dan pengelolaan lingkungan serta pengelolaan limbah dengan frekuensi penerbitan dua kali setahun pada April dan Oktober. Kelayakan pemuatan dipertimbangkan oleh penilai dengan *double blind review* berdasarkan keaslian dan keabsahan ilmiah.

JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING & WASTE MANAGEMENT
JURNAL TEKNIK LINGKUNGAN DAN PENGELOLAAN LIMBAH
Volume 1, No.2, Oktober 2016

EDITORIAL

Pembaca yang terhormat, Jurnal Teknik Lingkungan dan Pengelolaan Limbah (JENV) yang terbit bulan Oktober 2016 ini merupakan jurnal edisi kedua yang diterbitkan oleh Universitas Presiden. Dengan tujuan untuk berkontribusi secara nyata di bidang Teknik Lingkungan berdasarkan ilmu pengetahuan, manajemen dan teknologi yang terkini, kehadiran jurnal ini diharapkan mampu memberikan inspirasi terhadap solusi masalah-masalah lingkungan yang semakin memerlukan perhatian yang memadai.

Pada edisi kedua Jurnal JENV ini terdapat satu makalah di bidang manajemen lingkungan : Kajian Keberlanjutan Pengelolaan Lingkungan Kawasan Industri Studi Kasus di Kawasan Industri Jababeka Bekasi; dua makalah mengenai pemodelan kualitas air : Penerapan Model Fugasitas Pada Pencemaran DDT di Waduk Saguling dan Evaluasi BOD dan COD dengan Menggunakan Metode Qual2Kw di Sungai Pudu Kecamatan Mandau Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau.; satu makalah di bidang pencemaran udara : Pengurangan Emisi CO_2 Melalui Pengelolaan Energi Listrik di Ruang Publik Hotel; serta satu makalah mengenai perlindungan keanekaragaman hayati : Penentuan Kuota Eksportir Jenis Kulit Sanca Batik di Indonesia.

Semua tulisan ilmiah yang dipublikasikan telah melalui proses seleksi dengan metoda *double blind* oleh dewan redaksi dan mitra bestari.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih kepada dewan pengarah, dewan redaksi, editor pelaksana, tim sekretariat, dan para penulis yang telah memberikan peran secara aktif sehingga penerbitan Jurnal JENV ini dapat terlaksana dengan baik. Kami berharap Jurnal JENV volume 1 nomor 2 bulan Oktober 2016 ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu dan pendidikan di Indonesia, khususnya di bidang Lingkungan Hidup.

Ketua Dewan Editor

PENENTUAN KUOTA EKSPORTIR JENIS KULIT SANCA BATIK (*Python reticulatus* Scheider 1801) DI INDONESIA

Eka Nurmalasari[1], Yanto Santosa[2], Nandang Prihadi[3]
Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan, Institut Pertanian Bogor
Poras sindang barang street, Bogor 16117
[1] enurmalasari@yahoo.co.id, [2] yantohaurjaya@yahoo.co.id, [3] nandpri@gmail.com

Abstrak: Perdagangan jenis reptil baik di dalam negeri maupun di luar negeri dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan. Jenis reptil yang diperdagangkan terbagi menjadi tiga, yaitu reptil pet, reptil konsumsi dan reptil kulit. Kulit reptil yang diperdagangkan dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan pet, hal ini karena kulit ular sanca batik paling digemari dan menjadi primadona dikalangan para eksportir. Kuota ekspor merupakan jumlah seluruh kuota ekspor yang boleh diperdagangkan oleh para eksportir kulit ular ke luar negeri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi peubah-peubah kunci eksportir dan merumuskan cara perhitungan kuota ekspor ular sanca batik. Metode yang digunakan adalah pemeriksaan dokumen-dokumen administrasi eksportir dan observasi langsung di lapangan kepada 44 eksportir kulit ular sanca batik. Peubah kunci yang memiliki korelasi terhadap perhitungan kuota ekspor adalah realisasi ekspor (X_1), tenaga kerja (X_2), produk *crusted (*X_4), nilai investasi (X_5), rendemen (X_6), PNBP (X_7), negara tujuan (X_8), waktu realisasi (X_9), kegiatan konservasi (X_{10}), bahan kimia (X_{11}), dan listrik (X_{12}). Berdasarkan hasil analisis regresi linear didapatkan rumusan penentuan kuota eksportir: $Y = 2.001 + 0.002\ X_3 + 0.072\ X_4 + 0.080\ X_5 + 0.030\ X_6 - 0.384\ X_9 + 0.059\ X_{10}$. Persamaan regresi menghasilkan nilai *adjusted R square* yang dihasilkan sebesar 0.916. Hal tersebut mengandung arti bahwa pada persamaan regresi sebesar 91.6% cara perhitungan kuota eksportir tersebut dapat dijelaskan oleh peubah produk barang jadi, produk *crusted*, rendemen, investasi, waktu realisasi, dan kegiatan konservasi sedangkan 8.4% dijelaskan oleh peubah lain yang tidak masuk dalam lingkup penelitian ini. Peubah yang memiliki hubungan positif terhadap perhitungan kuota ekspor diantaranya produk barang jadi (X_3), produk *crusted* (X_4), investasi (X_5), rendemen (X_6), dan kegiatan konservasi (X_{10}), sedangkan peubah yang memiliki hubungan negatif adalah waktu realisasi (X_9).

Kata Kunci: *kuota ekspor, perdagangan, ular sanca batik*

*Abstract**:** Trade of reptiles in regional and international have been increased every year. The trade of reptileswas three divided, that is pet reptile, consumption reptile and reptile skin. The trade of skin reptile was greater than pests, because the skin of reticulated python is the most popular and to be excellent among exporters. Quotas export is all of number of quota exporter should be traded by exporter to international. This study aimed to identify of key variables exporter and formulation of calculation quota exporters of reticulated python. The methods used in this research were examination of administrative documents exporters and direct observation to the enclosure to 44 exporter skin of phyton reticulated. The key variables have corelate with the calculation of quota exporter are export realization ofthe previous year (X_1), labor (X_2), crusted product (X_4), investment value (X_5), yield (X_6), PNBP (X_7), state of export (X_8), time of realization (X_9), conservation activities (X_{10}), chemicals (X_{11}), and electricity (X_{12}). Based on the analysis of linier regression formula obtained quota determination exporter:* $Y = 2.001 + 0.002\ X_3 + 0.072\ X_4 + 0.080\ X_5 + 0.030\ X_6 - 0.384\ X_9 + 0.059\ X_{10}$. *The result of regression equation of adjusted R square is 0.916. It means that the quation of regression linear is 91.6% for calculation of quotas as it could be explained by finished product, products crusted, yield, investment, time of realization and conservation activities, while 8.4% is explained by variables that are not included in of this research. Variables were positively related to the calculation of export quotas include finished product (X_3), product crusted (X_4), investments (X_5), yield (X_6), and conservation activities (X_{10}), while the variables that have a negative relationship is time of realization (X_9).*

Keywords: *quota export, reticulated python, trade*

PENDAHULUAN

Maraknya pemberitaan tentang koleksi produk barang mewah dari kulit ular baik di kalangan para selebriti dan elit pejabat belakang ini, memperkuat hasil penelitian Sulastri (2015) yang menyatakan bahwa 30 tahun terakhir konsumsi atas sumberdaya alam dari keanekaragaman hayati mengalami peningkatan tajam dan perdagangan satwa serta bagian-bagian tubuhnya seperti kulit, gading, daging dan organ tubuh lainnya untuk kebutuhan manusia menjadi salah satu perhatian dunia. Berdasarkan laporan USAID (2015) dalam project tentang perdagangan satwa liar kejahatan terhadap satwa liar dan perlindungannya dinyatakan bahwa Indonesia merupakan pemasok terbesar produk satwa liar di Asia baik secara legal maupun ilegal.

Adapun jenis kulit yang menjadi primadona dalam perdagangan jenis kulit reptil baik di dalam negeri maupun di luar negeri yaitu jenis kulit ular sanca batik (*Python reticukatus*). Laporan statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2015 disebutkan bahwa besarnya PNBP dari ekspor kulit reptil mencapai Rp 1.046.572.440,00 dengan perkiraan devisa mencapai Rp 707.909.501.765 atau US $ 54.454.577. Pemanfaatan realisasi ekspor kulit ular sanca batik selama lima tahun terakhir selalu habis sesuai dengan kuota ekspor yang telah ditetapkan oleh pemerintah yaitu 157.500 lembar per tahun.

Kuota ekspor merupakan jumlah seluruh kuota eksportir yang boleh diperdagangkan oleh para eksportir. Sejak tahun 2010 sampai dengan tahun 2014, jumlah kuota ekspor kulit ular sanca batik tidak mengalami kenaikan. Hal ini bertolak belakang dengan jumlah eksportir kulit yang setiap tahun mengalami penambahan. Jumlah eksportir yang terdaftar pada Ditjen KSDAE pada tahun 2014 sebanyak 37 eksportir dan meningkat pada tahun 2015 menjadi 44 eksportir yang tersebar di Kota Jakarta, Tangerang, Magelang, Surabaya, Makassar, Medan dan Samarinda.

Perhitungan kuota eksportir yang selama ini sudah dilakukan oleh Ditjen KSDAE masih menggunakan rumusan perhitungan sederhana dan belum dibuktikan secara ilmiah. Faktor yang mempengaruhi penentuan kuota eksportir diantaranya realisasi ekspor tahun sebelumnya, tenaga kerja, produk yang dihasilkan, investasi, serta kegiatan konservasi (Nainggolan 2015). Peningkatan permintaan ekspor, dipengaruhi oleh berbagai faktor meliputi kualitas produktifitas, harga ekspor produk, negara tujuan ekspor, melakukan perjanjian dagang dengan negara tujuan ekspor untuk meningkatkan *barganing position* (Oktaria 2009).

Para eksportir merasa bahwa perhitungan kuota eksportir yang telah dilakukan oleh pemerintah belum transparan dan belum mencerminkan kinerja eksportir. Hal tersebut menyebabkan para eksportir merasa tidak puas dan tidak adil atas pembagian kuota ekspor tersebut**.** Terdapat tiga pilar yang menjadi perhatian dalam penelitian ini, yaitu bidang ekonomi, ekologi dan sosial. Bidang ekonomi dapat dilihat dari besarnya pengaruh nilai penjualan ekspor atau devisa negara, serta besarnya investasi dalam pengembangan industri kulit ular. Dilihat dari bidang ekologi bahwa dalam perdagangan satwa liar juga perlu memperhatikan peran kegiatan konservasi untuk menjamin kelestarian populasi satwa ini. Sedangkan bidang sosial bahwa industri kulit ular tidak dapat dipungkiri akan berdampak pada besarnya penyerapan tenaga kerja.

Berdasarkan pemikiran tersebut, maka penelitian ini penting dilakukan dengan memperhatikan ketiga bidang ekologi, ekonomi dan sosial. kegiatan identifikasi peubah-peubah kunci yang merupakan salah satu tujuan dalam penelitian ini harus mempertimbangkan semua bidang tersebut. Adapun peubah-peubah yang diduga berpengaruh terhadap

kinerja eksportir yaitu, meliputi realisasi eksportir tahun sebelumnya, tenaga kerja, jenis produk kulit samakan dan barang jadi, nilai investasi, rendemen, PNBP, negara tujuan ekspor, waktu realisasi dari terbitnya SATS-LN, kegiatan konservasi, bahan kimia dan pemakaian listrik dalam menunjang proses kegiatan usaha.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara sensus kepada 44 pemegang ijin eksportir yang terdaftar pada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Eksportir kulit tersebar di beberapa provinsi yaitu sebanyak 12 eksportir di DKI Jakarta, 2 eksportir di DI Yogjakarta, 3 eksportir di Banten, 3 eksportir di Jawa Barat , 3 eksportir di Jawa Tengah, 4 eksportir di Jawa Timur, 7 eksportir di Bali, 1 eksportir di Kalimantan Timur, 1 eksportir di Riau, 1 eksportir di Jambi, 6 eksportir di Sumatera Utara dan 1 eksportir di Sulawesi Selatan. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juni 2015 sampai dengan November 2015.

Bahan yang digunakan dalam pengamatan di lapangan antara lain laporan realisasi pemanfaatan kuota eksportir, data investasi, RKT eksportir, laporan pembayaran iuran ekspor, copy dokumen surat angkut tumbuhan dan satwa liar ke luar negeri (SATS-LN), laporan tahunan eksportir, berita acara pemeriksaan (BAP) penyegelan, laporan *annual report* dan kuisioner. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan laporan yang diterbitkan pada tahun 2014. Kuisioner digunakan untuk memvalidasi data peubah kunci kuota eksportir yang dilaporkan eksportir kepada pemerintah dengan kondisi data dilapangan.

Data yang dikumpulkan meliputi pemeriksaan dokumen-dokumen administrasi eksportir dan observasi langsung di lapangan kepada 44 eksportir kulit reptil untuk menilai peubah-peubah yang mencerminkan kinerja para eksportir. Pemeriksaan dokumen administrasi eksportir meliputi copy SATS-LN, copy SATS-DN, BAP penyegelan, *invoice*, PEB, laporan RKT, struck pembayaran askes/BPJS, struck pembayaran listrik dan kwitansi pembelian bahan kimia. Peubah-peubah kinerja eksportir yang diidentifikasi meliputi realisasi pemanfaatan kuota eksportir tahun sebelumnya (X_1), tenaga kerja (X_2), jenis produk barang jadi (X_3), jenis produk kulit samakan (*crusted) (*X_4), investasi (X_5), rendemen (X_6), PNBP (X_7), negara tujuan (X_8), waktu realisasi dari terbitnya SATS-LN (X_9), kegiatan konservasi (X_{10}), bahan kimia (X_{11}) dan listrik (X_{12}).

Data hasil lapangan, kemudian diuji untuk masing-masing peubah kinerja eksportir (uji seleksi peubah kunci eksportir). Penentuan korelasi antar peubah kuota eksportir kulit reptil (Y) dengan peubah kunci kinerja eksportir tersebut (X) dilakukan dengan menggunakan uji *korelasi pearson*. Peubah-peubah yang menunjukkan korelasi lemah antar peubah bebas kuota eksportir akan dipilih sebagai peubah dalam perhitungan kuota eksportir (uji multikolinearitas) dan selanjutnya akan dianalisis menggunakan regresi linier berganda. Model regresi yang didapatkan harus sesuai atau memenuhi dengan syarat-syarat regresi diantaranya uji normalitas, uji statistik F (ANOVA), uji multikolinieritas, uji heteroskedastisitas, uji autokorelasi, dan uji keandalan (*R-adjusted square*). Tahapan analisis dilakukan dengan menggunakan bantuan *software SPSS* 23*.0*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peubah Kunci Perhitungan Kuota Eksportir

Perhitungan kuota eksportir merupakan proses awal penetapan kuota eksportir oleh Ditjen KSDAE. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa tidak semua peubah yang digunakan dalam penelitian penentuan metode perhitungan kuota eksportir kulit ular ini memiliki korelasi terhadap proses perhitungan kuota

eksportir tersebut. Hasil analisis korelasi *pearson* menunjukkan bahwa terdapat 11 peubah yang memiliki korelasi dengan kuota eksportir diantaranya realisasi ekspor (X_1), tenaga kerja (X_2), produk *crusted (*X_4), nilai investasi (X_5), rendemen (X_6), PNBP (X_7), negara tujuan (X_8), waktu realisasi (X_9), kegiatan konservasi (X_{10}), bahan kimia (X_{11}), dan listrik (X_{12}). Nilai korelasi pearson pada masing-masing peubah menunjukkan nilai <0.05. Adapaun nilai uji korelasi pearson hubungan antara peubah kunci dengan perhitungan kuota eksportir secara rinci disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan peubah kunci eksportir dengan perhitungan kuota eksportir

Peubah kunci	Nilai signifikansi korelasi
Realisasi ekspor (X_1) ~ kuota eksportir	0.000
Tenaga kerja (X_2) ~ kuota eksportir	0.005
Produk *crusted* (X_4) ~ kuota eksportir	0.000
Nilai investasi (X_5) ~ kuota eksportir	0.000
Rendemen (X_6) ~ kuota eksportir	0.012
PNBP (X_7) ~ kuota eksportir	0.000
Negara tujuan (X_8) ~ kuota eksportir	0.001
Waktu realisasi (X_9) ~ kuota eksportir	0.035
Kegiatan konservasi (X_{10}) ~ kuota eksportir	0.012
Bahan kimia (X_{11}) ~ kuota eksportir	0.000
Listrik (X_{12}) ~ kuota eksportir	0.000

Semua peubah kunci eksportir dilakukan uji multikolinearitas dengan uji korelasi. Uji multikolinearitas ini dilakukan untuk mengetahui korelasi antar peubah kunci, apabila antar peubah kunci memiliki korelasi yang kuat maka terjadi masalah multikolinearitas.

Tabel 2. Hubungan peubah kunci eksportir dengan peubah kunci lainnya

Variabel	Nilai sig. Multikolinearitas											
	Realisasi ekspor (X_1)	Tenaga kerja (X_2)	Produk BJ (X_3)	Produk crusted (X_4)	Investasi (X_5)	Rendemen (X_6)	PNBP (X_7)	Negara tujuan (X_8)	Waktu realisasi (X_9)	Kegiatan konservasi (X_{10})	Bahan kimia (X_{11})	Listrik (X_{12})
Realisasi ekspor (X_1)	1	.001	.037	.000	.000	.001	.000	.000	.014	.018	.000	.000
Tenaga kerja (X_2)		1	.010	.016	.000	.000	.001	.001	.032	.041	.009	.000
Produk BJ (X_3)			1	.367*	.133*	.066*	.058*	.002	.016	.032	.251*	.002
Produk crusted (X_4)				1	.000	.066*	.000	.016	.129*	.027	.000	.002
Investasi (X_5)					1	.000	.000	.000	.102*	.027	.000	.000
Rendemen (X_6)						1	.003	.000	.007	.210*	.032	.000
PNBP (X_7)							1	.000	.019	.014	.000	.000
Negara tujuan (X_8)								1	.005	.063*	.001	.000
Waktu realisasi (X_9)									1	.415*	.016	.000
Kegiatan konservasi (X_{10})										1	.027	.010
Bahan kimia (X_{11})											1	.000
Listrik (X_{12})												1

Keterangan: *) peubah kunci yang tidak berkorelasi

Model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi masalah multikolinearitas antar peubah. Peubah kunci eksportir yang tidak memiliki korelasi peubah bebas diantaranya produk barang jadi (X_3), produk *crusted (*X_4), nilai investasi (X_5), rendemen (X_6), PNBP (X_7), negara tujuan (X_8), waktu realisasi (X_9), kegiatan konservasi (X_{10}), dan bahan kimia (X_{11}). Beberapa peubah dipilih untuk menentukan rumusan perhitungan kuota eksportir adalah produk BJ (X_3), produk *crusted (*X_4), investasi (X_4), rendemen (X_6), waktu realisasi (X_9), dan kegiatan konservasi (X_{10}). Hal ini karena peubah tersebut memiliki korelasi lemah antar peubah bebas, yang ditunjukkan dari nilai probabilitas pada masing-masing peubah yang menunjukkan nilai >0.05. Nilai signifikansi uji multikolinearitas hubungan antar peubah kunci eksportir dengan peubah kunci lainnya disajikan dalam Tabel 2.

Uji korelasi menunjukkan bahwa realisasi pemanfaatan kuota ekspor tahun sebelumnya (X_1) menunjukkan berkorelasi terhadap semua peubah bebas perhitungan kuota eksportir. Besarnya realisasi pemanfaatan kuota ekspor tahun sebelumnya merupakan salah satu indikator kinerja eksportir atas kemampuannya dalam menghabiskan jatah kuota yang diberikan oleh pemerintah. Setiap eksportir harus bertanggungjawab atas jatah kuota yang mereka peroleh. Peubah tenaga kerja (X_2) menunjukkan berkorelasi terhadap semua peubah bebas perhitungan kuota eksportir. Tenaga kerja yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tenaga kerja tetap, yang terdaftar dalam BPJS ketenagakerjaan. Hal ini dibuktikan dengan bukti pembayaran rutin BPJS. Para eksportir selain memperkerjakan tenaga kerja tetap juga memperkerjakan tenaga kerja lepas.

Produk barang jadi (X_3) tidak berkorelasi terhadap produk *crusted (*X_4), nilai investasi (X_5), rendemen (X_6), PNBP (X_7), dan bahan kimia (X_{11}). Jenis produk kulit yang dihasilkan oleh para eksportir yaitu jenis produk *crusted* dan jenis produk barang jadi. Jenis produk barang jadi berupa hasil kerajinan tangan manusia, seperti tas, dompet, ikat pinggang, jaket, sepatu, gantungan kunci serta aksesoris lainnya.

Produk kulit c*rusted* (X_4) tidak berkorelasi terhadap peubah kunci eksportir lainnya diantaranya rendemen (X_6) dan waktu realisasi (X_9). Berdasarkan fakta menunjukkan bahwa produk kulit samakan memiliki permintaan ekspor di pasar internasional yang lebih tinggi dibandingkan dengan produk barang jadi. Hal ini dapat dilihat dari jumlah kulit yang diekspor dalam bentuk kulit samakan jauh lebih besar dibandingkan dengan produk barang jadi. Jumlah kulit samakan yang diekspor sebanyak 151.363 lembar kulit (96%) dari kuota nasional sebesar 157.500 lembar.

Investasi (X_5) tidak berkorelasi dengan peubah waktu realisasi (X_9). Nilai investasi merupakan banyaknya modal yang dipergunakan untuk melakukan kegiatan usaha dibidang industri kulit. Mulai dari kepemilikan lahan hingga sarana prasana penunjang kegiatan usaha. Investasi perusahaan bergantung pada realisasi ekspor reptil yang dilakukan oleh perusahaan eksportir tersebut. Perusahaan eksportir yang memiliki nilai investasi tinggi biasanya merealisasikan ekspor kulit reptil yang lebih besar.

Peubah rendemen tidak berkorelasi dengan peubah kegiatan konservasi (X_{10}). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata rendemen yang dihasilkan oleh perusahaan eksportir adalah 90-95%. Rendemen yang dimaksud dalam hal ini adalah hasil produksi produk dari eksportir. Hasil ini berbeda dengan penelitian Santoso *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa standar rendemen yang ditetapkan untuk produk gula sebesar 12.5%. Rendemen produk akan berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

Analisis korelasi *pearson* menunjukkan bahwa peubah PNBP (X_7)

tidak berkorelasi dengan produk barang jadi (X_3). Hal ini karena nilai signifikansi korelasi eksportir > 0.05. Pendapatan Nasional Bukan Pajak (PNBP) dalam penelitian ini adalah iuran PNBP atas kegiatan perdagangan tumbuhan atau satwa liar ke luar negeri dari hasil pengambilan/penangkapan tumbuhan atau satwa liar di habitat alam atau penangkaran. PNBP merupakan pengganti dari nilai intrinsik atas pemanfaatan tumbuhan dan satwa liar yang telah mereka ambil di alam.

Peubah negara tujuan ekspor (X_8) tidak berkorelasi dengan kegiatan konservasi (X_{10}). Pasar tujuan ekspor kulit ular sanca batik dari Indonesia merupakan negara-negara yang telah memiliki industri pengolahan kulit yang maju. Amaliah (2012) menyatakan bahwa ekspor kulit ular sanca batik ditujukan pada 39 negara. Berdasarkan hasil analisis uji *Pearson* menunjukkan bahwa peubah waktu realisasi (X_9) tidak berkorelasi dengan kegiatan konservasi (X_{10}). Hal ini karena nilai signifikansi korelasi eksportir >0.05. Lamanya waktu realisasi dapat dilihat melalui dokumen SATS-LN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa belum semua eksportir berpartisipsi dalam kegiatan konservasi. Eksportir kulit yang ikut berperan dalam kegiatan konservasi hanya 6 eksportir dari 44 eksportir kulit.

Rumusan atau Model Perhitungan Kuota eksportir

Berdasarkan hasil uji multikolinearitas dengan korelasi *pearson* meunjukkan bahwa terdapat 6 peubah yang memiliki korelasi lemah antar peubah bebas diantaranya produk BJ (X_3), produk *crusted* (X_4), investasi (X_5), rendemen (X_6), waktu realisasi (X_9), dan kegiatan konservasi (X_{10}). Hal ini ditunjukkan dari nilai signifikansi >0.05, sehingga peubah-peubah tersebut dipilih dalam menentukan rumusan perhitungan kuota eksportir dengan menggunakan regresi linear berganda (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil analisis regresi linear berganda pada rumusan perhitungan kuota ekspotir

Model		Unstandardized Coefficients		t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error			Tolerance	VIF
1	(Constant)	2.001	.915	2.188	.039		
	Produk barang jadi	.002	.009	.200	.844	.683	1.464
	Produk *crusted*	.072	.006	11.566	.000	.550	1.820
	Rendemen	.030	.034	.893	.381	.491	2.036
	Waktu realisasi	-.384	.317	-1.213	.237	.655	1.527
	Kegiatan konservasi	.059	.076	.774	.447	.701	1.426
	Investasi	.080	.101	.795	.435	.389	2.570

Uji multikolinearitas merupakan salah satu uji asumsi klasik, yang merupakan prasyarat statistik yang harus dipenuhi pada analisis regresi. Uji multikolinearitas didasarkan pada nilai korelasi atau VIF yang terdapat pada model yang telah diregresikan. Nilai VIF yang kurang dari sepuluh (VIF < 10) menunjukkan tidak terjadi masalah multikolinearitas. Semua yang berpengaruh dominan terhadap kuota eksportir tidak memiliki masalah uji multikolinearitas. Hal ini karena nilai *Varian Inflation Factor* (VIF) < 10 dan nilai *Tolerance* lebih besar dari 0.1.

Model regresi yang baik adalah model yang tidak terjadi masalah multikolinearitas antar peubah atau memiliki korelasi yang lemah antar peubah bebas lainnya. Menurut Pratisto (2010) korelasi yang erat di antara peubah bebas

harus dihindari karena dapat menimbulkan berbagai masalah pada rumusan regresi yang terbangun. Iriawan dan Astuti (2006) menyatakan bahwa apabila nilai *Varian Inflation Factor* (VIF) <10 maka tidak ada masalah multikolinier yang berarti bahwa rumusan regresi sudah tepat.

Hasil analisis regresi linear berganda dengan metode enter menunjukkan bahwa produk barang jadi (X_3), produk *crusted* (X_4), investasi (X_5), rendemen (X_6), waktu realisasi (X_9) dan kegiatan konservasi (X_{10}) memiliki hubungan linear terhadap perhitungan kuota ekspor kulit ular sanca batik. Peubah yang digunakan dalam perhitungan kuota ekspor, cukup menggunakan peubah-peubah tersebut. Analisis regresi linear tersebut menghasilkan persamaan atau rumusan regresi sebagai berikut:

$$Y = 2.001 + 0.002\ X_3 + 0.072\ X_4 + 0.080\ X_5 + 0.030\ X_6 - 0.384\ X_9 + 0.059\ X_{10}$$

Keterangan :
Y = Kuota ekspor
X_3 = produk barang jadi
X_4 = produk *crusted*
X_5 = investasi
X_6 = rendemen
X_9 = waktu realisasi
X_{10}=kegiatan konservasi

Peubah-peubah yang memiliki pengaruh dominan tersebut memiliki hubungan yang negatif dan positif terhadap perhitungan kuota ekspor. Peubah yang memiliki hubungan positif terhadap perhitungan kuota ekspor diantaranya produk barang jadi (X_3), produk *crusted* (X_4), investasi (X_5), rendemen (X_6), dan kegiatan konservasi (X_{10}). Peubah yang memiliki hubungan negatif terhadap perhitungan kuota ekspor adalah waktu realisasi (X_9). Persamaan atau rumusan regresi linear pertama (Y) di atas diinterpretasikan bahwa apabila setiap peubah dominan perusahaan tersebut memiliki nilai konstan maka kuota ekspor bernilai 2.001. Penentuan hubungan linear antar peubah-peubah kunci dengan perhitungan kuota eksportir maka dilakukan uji F atau uji Anova, sebagaimana hasilnya disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji F atau uji Anova pada rumusan perhitungan kuota ekspotir

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	22.814	6	3.802	53.729	.000[b]
	Residual	1.628	23	.071		
	Total	24.442	29			

Hasil Uji *f* yang menunjukkan bahwa persamaan regresi menghasilkan nilai *f-hitung* sebesar 53.729 dengan nilai signifikansi sebesar 0.000. Hal ini menunjukkan bahwa peubah kunci eksportir berpegaruh nyata terhadap perhitungan kuota ekspor. Hasil uji f memberikan cukup bukti bahwa terdapat hubungan yang linier antara peubah kunci eksportir terhadap perhitungan kuota ekspor. Penentuan uji autokorelasi dapat ditunjukkan oleh nilai *Durbin-Watson* (DW). Adapun hasil uji autokorelasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis autokorelasi pada rumusan perhitungan kuota ekspor

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.966[a]	.933	.916	.266	1.550

Uji autokorelasi pada rumusan regresi yang dihasilkan dapat dilihat dari nilai *Durbin-Watson* (DW). Firdaus (2004) menyatakan bahwa nilai DW antara 1.55 sampai 2.46 menunjukkan tidak ada autokorelasi. Hasil uji autokorelasi pada persamaan regresi yang dihasilkan berada diantara nilai 1.55 dan 2.46 yaitu sebesar 1.550. Hal ini menunjukkan bahwa rumusan yang dihasilkan tidak terjadi autokorelasi. Persamaan regresi menghasilkan nilai *adjusted R square* yang dihasilkan sebesar 0.916. Hal tersebut mengandung arti bahwa pada persamaan regresi sebesar 91.6% cara perhitungan kuota eksportir tersebut dapat dijelaskan oleh peubah produk barang jadi, produk *crusted*, rendemen, investasi, waktu realisasi, dan kegiatan konservasi sedangkan 8.4% dijelaskan oleh peubah lain yang tidak masuk dalam lingkup penelitian ini. Hal ini menunjukkan bahwa rumusan perhitungan kuota ekspor yang dihasilkan sangat valid. Hasil uji f memberikan cukup bukti bahwa terdapat hubungan yang linier antara perhitungan kuota eksportir dengan peubah-peubah kunci eksportir yang dominan. Model regresi yang dihasilkan tidak melanggar asumsi klasik regresi linier berganda yaitu uji normalitas, uji multikolinearitas, uji heteroskedasitas, dan uji keandalan sehingga model yang dihasilkan dapat digunakan dalam menduga cara perhitungan kuota eksportir. Uji normalitas yang dihasilkan dari model tersebut sebesar 0.200, sehingga dikatakan nomal karena nilai sig. >0.05.

Peubah-peubah yang memiliki pengaruh baik positif maupun negatif tersebut sangat penting dalam penentuan kuota ekspor yang didapatkan. Berdasarkan rumusan atau model didapatkan bahwa peubah-peubah yang memiliki pengaruh positif antara lain produk barang jadi, produk *crusted*, investasi, rendemen dan kegiatan konservasi. Sedangkan peubah yang berpengaruh negatif yaitu waktu realisasi. Peubah-peubah kunci tersebut sejalan dengan hasil penelitian Nainggolan, 2015 yang menyatakan bahwa proses penetapan kuota lebih memperhatikan faktor - faktor seperti tenaga kerja, produk yang dihasilkan, investasi, kegiatan konservasi dan memperhitungkan kondisi aktual mengenai populasi satwa tersebut.

Produk barang jadi (X_3) merupakan salah satu peubah kunci eksportir yang memiliki pengaruh positif terhadap perhitungan kuota eksportir. Apabila peubah produk barang jadi memiliki nilai konstan maka kuota eksportir akan bertambah sebesar 0.002. pengaruh positif dari peubah produk barang jadi diharapkan dapat mendorong eksportir untuk lebih banyak mengekspor produk barang jadi dibandingkan dengan produk *crusted*. Para eksportir agar lebih meningkatkkan kualitas, desain, dan teknologi yang digunakan dalam memproduksi barang jadi kulit sehingga nilai jual atas produk tersebut menjadi lebih tinggi. Kesuksesan sebuah bisnis pada era industri ditentukan oleh mutu produk yang dihasilkan, produktifitas, efisiensi dan marketing masal yang dicirikan dengan kepemilikan atas mesin atau teknologi produksi dan pabrik (Sutisna *et al.*2014).

Peubah produk barang jadi merupakan faktor penting yang harus diperhitungkan dalam penentuan cara perhitungan kuota eksportir karena merupakan salah satu indikator yang mencerminkan kinerja eksportir. Hal tersebut sesuai dengan keinginan pemerintah yang ingin mengembangkan produk barang jadi sehingga dapat diterima di pasar internasional dan dapat bersaing dengan produk-produk ternama seperti Hermes, Prada, Louis Vitton, Christian Dior, dan sebagainya. Untuk mencapai kondisi tersebut seyogjanya pemerintah lebih mendorong para eksportir melakukan pelatihan dan promosi yang bersifat skala international dalam mengembangkan produk barang jadi tersebut. Berdasarkan penelitian Fikri (2014) dinyatakan bahwa perdagangan kulit ular adalah bisnis yang sangat

menguntungkan yaitu berkisar pada 25% sampai dengan 300%. Pada tingkat pengumpul kulit ular dijual dengan harga berkisar Rp 300.000,00 – Rp 400.000,00 perlembar dan setelah diolah menjadi tas dapat ekspor dengan nilai puluhan juta. Sehingga penjualan produk barang jadi akan meningkatkan nilai devisa bagi negara bila dibandingkan dengan penjualan dalam bentuk produk *crusted* atau kulit samakan.

Produk *crusted* (X_4) merupakan salah satu peubah kunci eksportir yang memiliki pengaruh positif terhadap perhitungan kuota eksportir. Apabila peubah produk *crusted* memiliki nilai konstan maka kuota eksportir akan bertambah sebesar 0.072. Permintaan produk *crusted* jenis ular sanca batik lebih tinggi dibandingkan dengan produk barang jadi. Hal ini menunjukkan bahwa konsumen atau importir lebih senang untuk mengolah produk kulit samakan atau *crusted* tersebut menjadi barang jadi di negaranya sendiri. Tingginya permintaan terhadap produk *crusted* mendorong para eksportir untuk memproduksi produk *crusted* lebih banyak dibandingkan produk barang jadi. Banyaknya jumlah kulit samakan atau produk *crusted* yang diekspor pada tahun 2014 yaitu 151.352 lembar atau 96% dari jumlah total kuota ekspor tahun 2014. Kualitas produk *crusted* sangat ditentukan oleh tingkat keahlian dalam memproses penyamakan. Proses penyamakan terdiri dari proses perendaman, penjemuran, penggilingan hingga pewarnaan. Upaya untuk mendapatkan kualitas produk yang baik adalah merupakan salah satu indikator yang mencirikan kinerja eksportir. Produk yang memiliki kualitas lebih tinggi akan menyebabkan permintaan konsumen yang lebih tinggi. Hal tersebut selaras dengan Wiryani *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa kualitas produk akan berpengaruh terhadap permintaan pasar internasional.

Investasi (X_5) merupakan salah satu faktor yang memiliki hubungan positif terhadap perhitungan kuota ekspor. Apabila peubah investasi memiliki nilai konstan maka kuota ekspor akan bertambah sebesar 0.080. Hal ini berarti dengan meningkatnya investasi eksportir akan menambah perolehan kuota ekspor. Realisasi ekspor yang tinggi mendorong para eksportir untuk berinvestasi semakin besar, contohnya yaitu PT. Yakita Mulya yang dapat merealisasikan kuota eksportir sebesar 30.080 lembar/tahun sehingga mendorong untuk berinvestasi hingga mencapai Rp. 5 Milyar. Peningkatan investasi menggambarkan pertumbuhan ekonomi dari eksportir tersebut. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Pramudita (2012) yang menyatakan bahwa tingkat investasi swasta dalam perekonomian dalam jangka panjang berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi. Investasi berpengaruh terhadap teknologi yang digunakan oleh eksportir. Teknologi eksportir yang semakin canggih mencerminkan investasi dari eksportir tersebut. Hal ini diperkuat oleh Sukirno (2000) bahwa investasi yang semakin meningkat akan selalu diikuti oleh perkembangan teknologi dan Rustiono (2008) yang menyatakan bahwa semakin tinggi investasi maka teknologi yang digunakan akan semakin berkembang. Investasi selain berhubungan dengan teknologi juga erat kaitannya dengan tenaga kerja. Tenaga kerja dengan keterampilan yang minim, mengindikasikan bahwa teknologi yang dimiliki oleh perusahaan juga rendah. Hartono dan Setiawati (2009) menyatakan bahwa faktor yang lebih menentukan dalam pertimbangan investasi di Indonesia salah satunya adalah ketersediaan tenaga kerja yang ahli dan murah dalam industri tekstil di Indonesia. Rendahnya keahlian tenaga kerja akan berpengaruh terhadap produktifitas rata-rata produk *crusted* maupun barang jadi yang dihasilkan.

Rendemen (X_6) juga merupakan salah satu peubah kunci eksportir yang memiliki hubungan positif terhadap perhitungan kuota eksportir. Apabila peubah rendemen memiliki nilai konstan

maka kuota eksportir akan bertambah sebesar 0.030. Hal ini berarti dengan meningkatnya rendemen pada kegiatan produksi dari suatu eksportir akan menambah perolehan kuota. Eksportir yang menghasilkan rendemen yang tinggi menunjukkan bahwa proses produksi telah berjalan secara efisien sehingga dapat menekan sisa produksi atau limbah dan telah memanfaatkan kulit secara optimal. Adapun rata-rata rendemen para eksportir yaitu sebesar 90-95%. Pemanfaatan kulit telah berjalan secara optimal oleh para eksportir.

Kegiatan konservasi (X_{10}) juga merupakan salah satu peubah kunci eksportir yang memiliki hubungan positif terhadap perhitungan kuota eksportir. Apabila peubah rendemen memiliki nilai konstan maka kuota eksportir akan bertambah sebesar 0.059. Besarnya peran eksportir dalam berpartisipasi pada kegiatan konservasi akan menentukan perolehan kuota eksportir. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar para eksportir belum berpartisipasi atau berkonstribusi dalam setiap kegiatan konservasi yang dilakukan oleh pemerintah. Hanya enam eksportir yang secara aktif ikut berperan dalam kegiatan konservasi. Kegiatan konservasi perlu dilakukan untuk menjamin kelestarian populasi satwa tersebut. Sehingga peubah kegiatan konservasi merupakan peubah yang sangat penting dalam penentuan perhitungan kuota eksportir. Hal ini penting agar menjadi perhatian dan pendorong para eksportir untuk lebih aktif berperan dalam kegiatan konservasi, seperti mendirikan penangkaran, partisipasi dana inventarisasi populasi satwa, pembinaan habitat, dan keikutsertaan dalam setiap kegiatan di lingkup KKH.

Waktu realisasi ekspor (X_9) merupakan salah satu peubah yang memiliki hubungan negatif terhadap perhitungan kuota eksportir. Apabila nilai peubah waktu realisasi ekspor konstan, maka kuota eksportir berkurang sebesar 0.384. Hal ini berarti semakin lama waktu realisasi ekspor akan mengurangi kuota eksportir. Waktu realisasi ekspor ini berhubungan dengan kepastian transaksi jual beli. Transaksi jual beli berawal dari perjanjian antar penjual dan pembeli dalam hal ini eksportir dan importir. Semakin lama waktu realisasi ekspor, maka diduga masih belum terjadi kesepakatan antara kedua belah pihak.

KESIMPULAN

1. Peubah kunci yang memiliki korelasi terhadap perhitungan kuota ekspor adalah realisasi ekspor (X_1), tenaga kerja (X_2), produk *crusted (*X_4), nilai investasi (X_5), rendemen (X_6), PNBP (X_7), negara tujuan (X_8), waktu realisasi (X_9), kegiatan konservasi (X_{10}), bahan kimia (X_{11}), dan listrik (X_{12}).
2. Rumusan penduga perhitungan kuota ekspor yang dihasilkan yaitu $Y = 2.001 + 0.002\ X_3 + 0.072\ X_4 + 0.080\ X_5 + 0.030\ X_6 - 0.384\ X_9 + 0.059\ X_{10}$; dimana produk barang jadi, produk *crusted*, investasi, rendemen, waktu realisasi, dan kegiatan konservasi merupakan peubah yang paling berpengaruh atau dominan terhadap peubah perhitungan kuota eksportir.

DAFTAR PUSTAKA

[Dit. KKH] Direktorat Konservasi Keanekaragaman Hayati. (2014). Hasil COP 16 Sebuah Capaian Indonesia Dalam Konvensi International Bidang KKH. Jakarta: Kementerian Kehutanan.

Amaliah N. (2012). Status ekspor ular kobra (*Naja sputatrix*), ular sanca batik (*Python reticulatus*), dan ular jali (*Ptyas mucosus*) Indonesia [tesis]. Jogjakarta: Universitas Gadjah Mada.

Fauziah A, Sofyan. (2014). Pengaruh jumlah tenaga kerja, ekspor, investasi, dan kredit perbankan sektor pertanian terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) sektor pertanian Provinsi Aceh. *Jurnal Agisep*, 15(2): 36-44.

Fikri A, Niranda. 2014. Analisis Resiko Penjualan Usaha Reptil [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Firdaus M. (2004) *Ekonometrika Suatu Pendekatan Aplikatif*. Jakarta: Bumi Aksara.

Hartono ME, Setyowati MP. (2009). Hubungan insentif pajak dengan iklim investasi bagi Perusahaan penanaman modal asing di sektor industri tekstil di Indonesia. *Jurnal Ilmu Administrasi dan Organisasi*, 16(1):8-12.

Iriawan N, Astuti SP. (2006) *Mengolah Data Statistik Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta

Nainggolan K. (2015). Karakteristik panenan ular sanca batik (*Python reticulatus*) di Sumatera Utara [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Oktaria R. (2009). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan ekspor tekstil dan produk tekstil TPT Indonesia [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Rustiono D. (2008). Analisis pengaruh investasi, tenaga kerja, dan pengeluaran pemerintah terhadap pertumbuhan ekonomi di Propinsi Jawa Tengah [tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro.

Santoso BE, Martoyo T, Bahri S. (2009). Development of new rendemen formula as an effort to control the performance of sugar factory. *Journal for Technology and Science*, 20(1): 37-44.

Sukirno S. (2000). *Makro ekonomi Modern: Perkembangan Pemikiran Dari Klasik Hingga Keynesian Baru*. Jakarta: Raja Grafindo Pustaka.

Suryanto TH. 2009. Optimalisasi ekspor tekstil dan produk tekstil Indonesia ke Amerika Serikat melalui penerbitan Surat Keterangan Asal (SKA) periode tahun 2008 (studi kasus pada Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kota Surakarta) [skripsi]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Sutisna H, Hubeis AVS, Syamsum M. 2014. Peran human capital, corporate value, dan good corporate governance. *Jurnal Manajemen IKM*, 9(2):131-139.

Wiryani H, Achsani NA, Baga LM. 2013. Pemetaan resiko di industri penyamakan kulit dengan pendekatan enterprise risk management. *Jurnal Manajemen dan Agribisnis*, 10(1): 50-59.

Kajian Keberlajutan Pengelolaan Lingkungan Kawasan Industri Studi Kasus di Kawasan Industri Jababeka Bekasi

Temmy Wikaningrum
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik, Universitas Presiden
Jl Ki Hajar Dewantara, Jababeka Education Park, Cikarang, Jawa Barat 17550
temmy@president.ac.id

Abstrak: Pengembangan kawasan industri berperan penting pada pertumbuhan ekonomi nasional. Peraturan pemerintah N0 24 tahun 2009, yang kemudian digantikan oleh Peraturan Pemerintah No 142 tahun 2015, mengarur bahwa hampir seluruh kegiatan industri manufaktur di Indonesia harus berlokasi di kawasan industri. Dengan ketentuan ini, pengelolaan lingkungan terpadu di kawasan industri merupakan strategi penting untuk mendukung pembangunan nasional yang berkelanjutan. Perusahaa kawsa industri harus mempunyai sistem pengelolaan yang memadai untuk meminimalkan dampak negative terhadap lingkungan dari kegiatan-kegiatan industrinya. Analisis kinerja keberlanjutan dilaksanakan di Kawasan Industri Jababeka sesuai data tahun 2008 sampai dengan 2014 dengan mengacu pada PROPER KLKH peringkat hijau. PROPER adalah program penilaian kikerja perusahaan dalam pengelolaan lingkungan yang digulirkan oleh Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Kajian dilakukan denga analisis multi dimensi (MDS) dengan bantuan software rapfish yang telah dimodifikasi. Analisis menunjukkan bahwa status keberlajutan hanya dicapai oleh dimensi kelembagaan *(stress: 23.15%, R^2 : 94.4*), sedangkan dimensi lain yaitu ekologi, teknologi, sosial dan ekonomi mempunyai status kurang berkelanjutan dan tidak berkelanjutan. Faktor pengungkit yang dominan adalah implementasi 3R limbah B3 (bahan beracun dan berbahaya) *(RMS: 8.69 > median 4.35*), alokasi dana untuk konservasi air dan penurunan beban pencemaran air (*RMS : 4.08 > median 2.275*), implementasi pemberdayaan masyarakat (*RMS : 6.38 > median 5.69*), teknologi penurunan emisi udara (*RMS 10.65 > median 2.79*), dan kebijakan *benchmarking* (*RMS 15.45 > median 12.15*). Berdasarkan faktor-faktor pengungkit ini, perusahaan pengelola kawasan indusri direkomendasikan untuk mengambil perencanaan langkah-langkah startegis untuk mencapai kinerja yang berkelanjutan di waktu mendatang.

Kata Kunci: Pengelolaan Lingkungan, Kawasan Industri Jababeka, Analisa MDS, PROPER KLHK.

Abstract: *Industrial Estate development has an important role for national economic growth. The government regulation number 24 year 2009 (replaced by number 142 year 2015) states that most of all industrial / manufacturing activities in Indonesia should be located in industrial estate. By this reason, an integrated environmental management in industrial estate will become the significant strategic to support national sustainable development. Industrial estate developer should have a proper environmental management system to minimize the negative impacts of its activities to environment. The sustainability performance analysis was conducted in Jababeka Industrial Estate, year 2008-2014, which refer to PROPER KLHK green rating criterias (the assessment program for company performance rating in environmental management issued by Ministry of Environment and Forestry). The analysis was approached by multi-dimensional scaling (MDS) with rapfish software modification. The sustainability analysis result showed that the 'sustainable' status was only achieved on institutional management dimension (Stress: 23.15%, R^2: 94.4), while other dimensions (ecology, technology, social and economy) had the status of 'less sustainable' or 'not sustainable'. The dominant leverage factors in environmental management were 3R hazardous waste implementation (RMS 8.69 > median 4.35), the financing of water conservation and wastewater reduction (RMS 4.08 > median 2.275), community development implementation (RMS 6.38 > median 5.69), air emission reduction technology (RMS 10.65 > median 2.79), and benchmarking policies (RMS 15.45 > median 12.15). By considering this dominant leverage factors, Industrial Estate Company was recommended to apply the strategic plans to achieve the sustainable performance in the near future.*

Keywords: environmental management, Jababeka Industrial Estate, MDS Analysis, PROPER KLHK

PENDAHULUAN

Untuk mencapai tujuan pembangunan yang berkelanjutan, pertumbuhan ekonomi harus diiringi dengan peningkatan di sektor lingkungan, sosial, serta sektor-sektor penting lainnya, sektor industri. Sektor industri di Indonesia memberikan kontribusi sebesar ± 25 % terhadap pertumbuhan nasional pada tahun 2012-2014 (*sumber www.bps.go.id*). Dengan

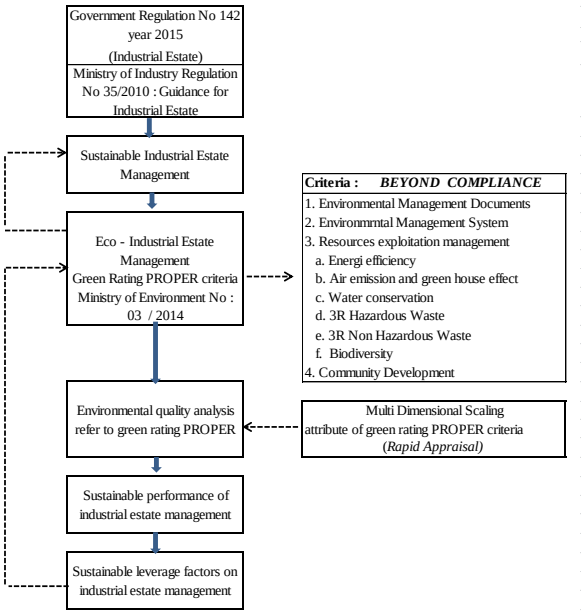
demikian kajian mengenai keberhasilan pengelolaan lingkungan hidup di Indonesia tidak dapat terlepas dari kajian atas pertumbuhan kegiatan industrinya.

Untuk mendukung pesatnya pertumbuhan sektor industri di Indonesia, telah terbit Peraturan Pemerintah No 24 tahun 2009 yang selanjutnya telah digantikan oleh Peraturan Pemerintah No 142 tahun 2015. Peraturan Pemerintah tersebut mengatur antara lain mengenai pembangunan, pengaturan dan pembinaan kawasan industri; perijinan; serta hak dan kewajiban perusahaan pengembang kawasan industri maupun perusahaan yang berlokasi di kawasan industri. Hal utama dan berpengaruh dalam sektor industri adalah keharusannya berlokasi di kawasan industri. Dengan keharusan ini, selain masalah penyediaan lahan, juga diperlukan perhatian pada sistem pengelolaan lingkungan kawasan industri yang dapat mengantisipasi berbagai kepentingan, mengingat pengelolaan kawasan industri bersifat multi dimensi. Hal ini karena melibatkan berbagai pemangku kepentingan yang saling berinteraksi.

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan, berkaitan dengan pengelolaan kawasan industri adalah di Kawasan Industri Medan. Di Medan, diperlukan pendekatan yang bersifat komprehesif agar lebih merepresentasikan kenyataan permasalahan yang sebenarnya (Kodrat, 2006). Di India, dengan pertumbuhan populasi yang pesat, serta perkembangan teknologi dan industri yang cepat mengakibatkan sejumlah besar masalah dan degradasi pada kualitas lingkungan sekitar kawasan. Pengumpulan dan penanganan limbah cair perkotaan merupakan masalah kritis pada negara yang sedang berkembang seperti India (Muthukumaran dan Ambujam, 2003).

Pengembangan kawasan industri termasuk berwawasan lingkungan apabila secara ekonomis dinyatakan efisien dan layak, secara ekologis dinyatakan lestari, dan secara sosial dinyatakan berkeadilan (WCED, 1987). Untuk itu dalam pengelolaan lingkungan kawasan industri terdapat keragaman kebutuhan, baik dilihat dari sisi perusahaan kawasan industri sebagai pengelola, perusahaan industri yang berlokasi dalam kawasan sebagai investor sekaligus sebagai *"tenant*" bagi pengelola.

Dalam jurnal ini dilakukan kajian mengenai status keberlanjutan pengelolaan lingkungan berdasarkan pengelolaan atas dampak-dampak lingkungan yang terjadi di kawasan industri. Pada umumnya jenis industri yang berlokasi dalam kawasan industri adalah jenis industri sekunder. Menurut BKPM, jenis industri sekunder umumnya tergolong industri ringan sampai dengan menengah dengan jenis industri antara lain makanan dan minuman, tekstil, industri kulit, industri kayu, industri kertas dan percetakan, industri kimia dan farmasi, karet dan plastik, serta mineral dan logam.



Gambar 1. Kerangka pikir kajian

Kajian ini dilakukan di kawasan industri Jababeka (KIJA) yang berlokasi di Cikarang Kabupaten Bekasi. Analisis kebijakan lingkungan didasarkan pada peringkat hijau dalam PROPER KLHK, yang merupakan kategori melampaui standar ketaatan (*beyond compliance*) atas peraturan dan perundang-undangan yang berlaku. Berdasarkan perbedaan keadaan yang diinginkan sesuai kriteria peringkat

hijau PROPER dengan kondisi situasional yang sebenarnya, selanjutnya dianalisis status keberlanjutannya serta identifikasi faktor-faktor penting dalam pengelolaan lingkungan kawasan industri. Faktor-faktor penting ini akan menjadi faktor pengungkit dalam penentuan arah kebijakan pengelolaan lingkungan mendatang.

PROPER singkatan dari Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan merupakan program yang digulirkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), sebagai instrument alternatif penataan berdasarkan (a) Rendahnya kinerja penaatan perusahaan, (b) Kebutuhan transparansi dalam pengelolaan lingkungan, (c) Keterlibatan aktif masyarakat dalam pengelolaan lingkungan, (d) Nilai tambah bagi perusahaan dalam pengelolaan lingkungan. PROPER merupakan instrumen penaatan alternatif yang dikembangkan untuk bersinergi dengan instrumen penaatan lainnya, guna mendorong penaatan perusahan melalui penyebaran informasi kinerja kepada masyarakat (public disclosure).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 3 tahun 2014, PROPER peringkat hijau adalah evaluasi kegiatan dan kinerja melebihi ketaatan penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan di bidang pengendalian pencemaran dan /atau kerusakan lingkungan hidup, serta pengeloaan limbah bahan berbahaya dan beracun. Pelaksanaan PROPER dilakukan terhadap usaha dan /atau kegiatan wajib AMDAL atau UKL-UPL (Upaya Pengelolaan dan Pemantauan Limgkungan), yang : a) hasil Produknya tujuan eksport, b) terdapat dalam pasar bursa, c) menjadi perhatian masyarakat dalam lingkup regional maupun nasional, d) skala kegiatan signifikan untuk menimbulkan dampak terhadap lingkungan hidup (KLH 2012).

Pelaporan ketaatan lingkungan wajib disusun sebagai Dokumen Ringkasan Kinerja Pengelolaan Lingkungan (DRKL) dengan mengikuti format tertentu mengikuti ketentuan pada Lampiran II Peraturan Menteri LH No 3 tahun 2014. Selanjutnya status ketaatan akan menjadi dasar pemeringkatan. Adapun peringkat ketaatan terdiri dari : a) biru yang telah dilakukan sesuai dengan persyaratan sebagaimana diatur dalam peraturan perundang-undangan, b) merah untuk tidak sesuai dengan persyaratan sebagaimana diatur dapam peraturan perundang-undangan, c) hitam yang sengaja melakukan perbuatan atau melakukan kelalaian yang mengakibatkan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup serta pelanggaran terhadap peraturan perundang-undangan atau tidak melaksanakan sanksi administrasi.

Menurut KLH (2012), untuk penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan yang memperoleh peringkat biru dengan syarat a) tidak ada temuan yang signifikan pada saat dilakukan pengawasan dan b) tidak terjadi konflik dengan masyarakat pada saat dan setelah dilakukan pengawasan, dapat dilakukan penilaian melebihi ketaatan. Selanjutnya dari hasil evaluasi dan penilaian melebihi ketaatan, dihasilkan peringkat hijau bagi yang telah melakukan pengelolaan lingkungan hidup dalam bidang sistem manajemen lingkungan, pemanfaatan sumber daya secara efisien dan melakukan upaya pemberdayaan masyarakat dengan baik.

TUJUAN KAJIAN

Melakukan analisis status keberlanjutan pengelolaan lingkungan kawasan industri sesuai dengan kriteria PROPER KLHK peringkat hijau, serta menentukan faktor-faktor pengungkit yang dominan dalam pengelolaan lingkungan kawasan industri.

METODOLOGI

Tempat, waktu , dan pengumpulan data

Kajian ini dilakukan di kawasan industri Jababeka (KIJA) yang berlokasi di Cikarang Kabupaten Bekasi, dengan akses

jalan tol Jakarta-Cikampek km 31 dan 24. Pengembangan KIJA mempunyai luas sebesar 3,500 ha pada akhir 2015 dari total proyek sesuai master plan KIJA seluas 5,600 ha. Pengembangan tersebut termasuk kawasan perumahan berbagai kelas ekonomi, lapangan golf, kawasan komersial, kawasan pendidikan, pelabuhan darat, hutan kota botanical garden, serta pembangkit tenaga listrik.

Skala luas kawasan, telah beroperasi lebih dari 26 tahun, tempat berlokasinya lebih dari 1,700 perusahaan industri dan komersial yang berasal dari 33 negara, serta jenis industri yang beragam menjadi dasar pertimbangan pemilihan lokasi pengamatan. Jenis industri yang berlokasi di KIJA terdiri dari industri tekstil , makanan dan minuman, kimia, farmasi, elektronik, otomotif, kosmetik dan aneka industri lainnya.

Pengamatan dilakukan selama 6 bulan, yaitu dari bulan Juni 2015 sampai dengan November 2015. Data yang dikumpulkan meliputi data sekunder maupun data primer.

Prosedur

a. Pengambilan data sekunder.
   Melakukan pengamatan kondisi di lokasi dan pengambilan data sekunder pada Manajemen KIJA. Data sekunder pendukung juga berasal Pemerintah Daerah Kabupaten Bekasi, Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Jawa Barat, dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Sedangkan beberapa data pendukung diambil juga dari publikasi resmi dari instansi-instansi terkait
b. Pengambilan data primer
   - Melakukan *interview* terhadap tiga orang pakar yang terpilih, yaitu dari pihak perusahaan KIJA, perusahaan industri dan Kementerian KLHK. Para pakar diperlukan dalam kajian ini dalam penentuan atribut, definisi, serta kriteria skor dalam analisis MDS berdasarkan kriteria PROPER KLHK peringkat hijau sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 03 tahun 2014.
   - Pengisian skor atribut MDS dengan cara FGD (*forum group discussion*) di KIJA.
c. Melakukan pengolahan data dengan software.
d. Mengidentifikasi faktor pengungkit sebagai faktor penting dalam kajian keberlanjutan pengelolaan lingkungan kawasan industri.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dalam tahapan sebagai berikut :

a. Analisis multi dimensi (MDS) dilakukan dengan bantuan *software rapfish* yang telah dimodifikasi menjadi *rap-Proindes*, yaitu *rapid analysis of Proper's industrial estate*. Dari hasil analisis MDS diperoleh faktor-faktor penting dalam pengelolaan lingkungan kawasan industri. Menurut Kavanagh dan Pitcher (2004), metoda *rapfish* memiliki beberapa keunggulan yaitu sederhana, mudah, cepat, serta biaya yang murah.
b. Analisis hasil MDS dalam *kite diagram* untuk mengetahui perkembangan status kinerja keberlanjutan pengelolaan lingkungan kawasan industri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama dalam kajian ini dilakukan pembuatan atribut, definisi serta kriteria skor yang akan digunakan dalam analisis multidimensi (MDS) berdasarkan kriteria dalam penilaian peringkat hijau sesuai Peraturan Menteri KLH NO 03 tahun 2014 (Tabel1). Dari kriteria sesuai Tabel 1 dibuat atribut-atribut dalam lima dimensi, yaitu ekologi, ekonomi, sosial, teknologi dan kelembagaan sebagai dimensi dalam kajian keberlanjutan. Perumusan atribut dilakukan bersama para pakar dengan hasil total 33 atribut (lihat Gambar 3,4,5,6,dan 8) dengan bobot terhadap nilai PROPER (maksimal 950) masing-masing dimensi ekologi 28%,

ekonomi 20%, sosial 9%, teknologi 9% dan kelembagaan 34%.

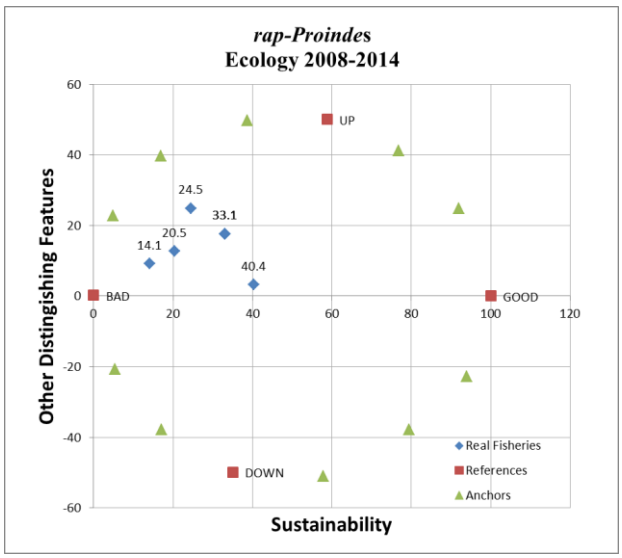
Tabel 1. Penilaian Proper peringkat hijau

No	Komponen penilaian PROPER peringkat hijau	Nilai maks 03/2014
1	DRKPL	150
2	Sistem manajemen lingkungan	100
3	Pemanfaatan sumber daya	
	a. Efisiensi energi	100
	b. Penurunan emisi	100
	c. Efisiensi air	100
	d. Penurunan limbah B3	100
	e. 3R Limbah non B3	100
	f. Kehati	100
4	Pengembangan masyarakat	100
	TOTAL	950

Sesuai Permen KLH No 3/2014

Selanjutnya KIJA melakukan FGD internal untuk memberikan nilai skor pada masing-masing atribut. Setelah data dilengkapi selanjutnya pengolahan data dilakukan dengan software *rapfish* yang telah dimodifikasi menjadi *rap-Proindes* dengan hasil sesuai Gambar 2 sampai dengan Gambar 8.

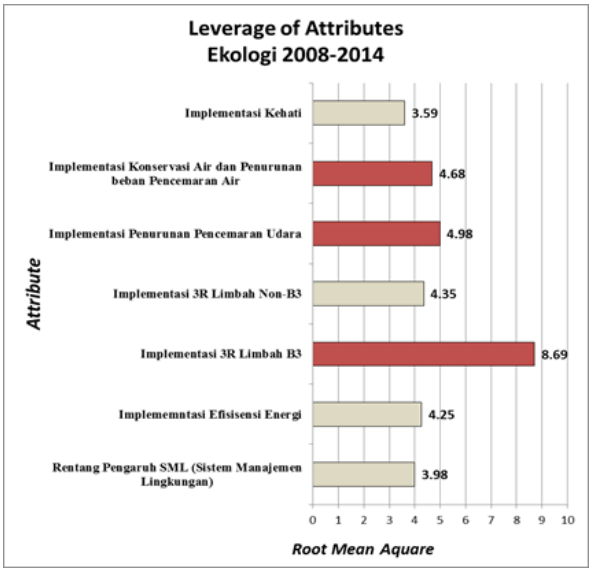
Pada Gambar 2 ditunjukkan bahwa nilai keberlanjutan dimensi ekologi selama tahun 2008 sampai dengan 2014 masing-masing mempunyai nilai 14; 24; 20; 33; 33; 33; dan 40.



Gambar 2. Nilai keberlanjutan dimensi ekologi

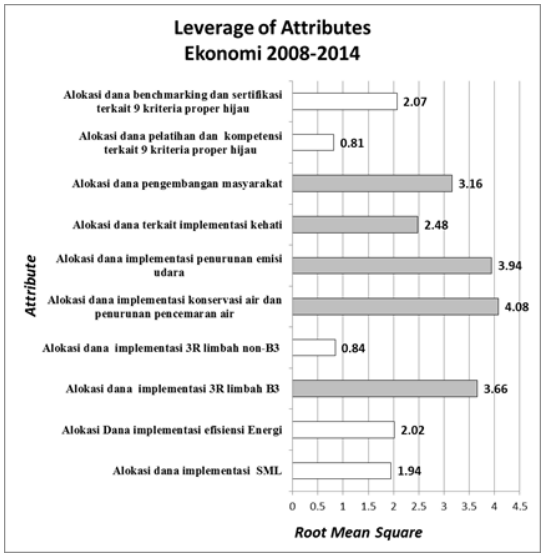
Menurut Fauzy dan Anna (2005), nilai indeks termasuk kategori tidak keberlanjutan / buruk (< 25.00), kurang berkelanjutan (25.001-50.00), cukup berkelanjutan (50.01-75.00), dan sangat berkelanjutan/baik (75.01-100.00). Dari nilai di atas menunjukkan bahwa pada tahun 2008 sampai dengan 2010 status keberlanjutan dimensi ekologi termasuk buruk / tidak berkelanjutan, sedangkan pada tahun 2011 sampai dengan tahun 2014 meningkat menjadi tergolong kurang berkelanjutan .

Faktor pengungkit ditentukan berdasarkan nilai RMS (*root mean square*) atribut yang melebihi nilai median (Supono, 2009). Pada dimensi ekologi yang ditunjukkan Gambar 3, faktor pengungkitnya adalah 1) implementasi 3R limbah B3, 2) implementasi 3 R limbah non B3, dan 3) implementasi konservasi air dan penurunan beban pencemaran



Gambar 3. Faktor-faktor penting dimensi ekologi

Dengan metoda yang sama dengan yang ditunjukkan pada Gambar 2, nilai keberlanjutan dimensi ekonomi selama tahun 2008 sampai dengan 2014 masing-masing mempunyai nilai 36; 36; 36; 46; 36; 44; dan 36. Hal ini menunjukkan selama tahun 2008 sampai dengan 2014 belum ada peningkatan status keberlanjutan ekonomi dari status tergolong kurang berkelanjutan.



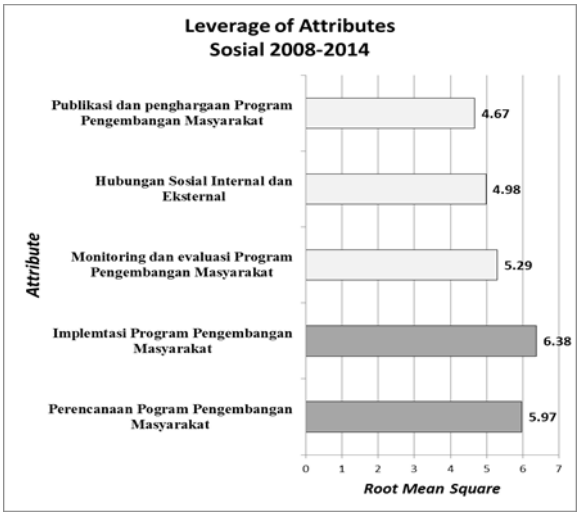
Gambar 4. Faktor-faktor penting dimensi ekonomi

Berdasarkan Gambar 4, faktor pengungkit dimensi ekonomi berdasarkan nilai RMS atribut yang melebihi median adalah alokasi dana untuk 1) implementasi konservasi air dan penurunan beban pencemaran; 2) implementasi penurunan emisi udara; 3) implementasi 3R limbah B3; 4) implementasi pengembangan masyarakat, dan 5) implementasi perlindungan keanekaragaman hayati (kehati).

Untuk dimensi sosial, hasil pengolahan data dengan cara yang sama dengan Gambar 2 menunjukkan nilai keberlanjutan dimensi sosial selama tahun 2008 sampai dengan 2014 masing-masing mempunyai nilai 18; 18; 16; 27; 21; 21; 16; dan 29.

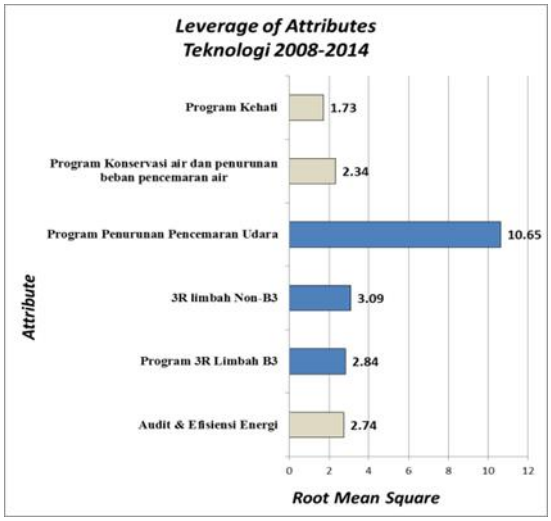
Hal ini menunjukkan selama tahun 2008 sampai dengan 2010 tergolong buruk, pada 2011 meningkat tergolong kurang, namun pada tahun 2011 sampai dengan 2012 menurun kembali menjadi tegolong buruk lagi, sedangkan pada 2014 meningkat namun masih tergolong kurang berkelanjutan.

Berdasarkan Gambar 5, faktor pengungkit berdasarkan nilai RMS atribut yang melebihi median adalah 1) implementasi program pengembangan masyarakat dan 2) perencanaan program pengembangan masyarakat.



Gambar 5. Faktor-faktor penting dimensi sosial

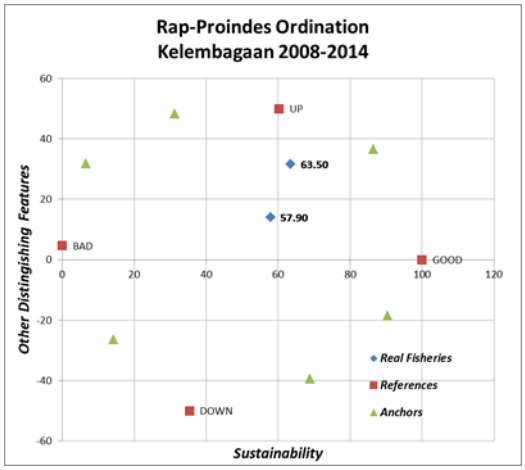
Dengan cara yang sama hasil nilai keberlanjutan dimensi teknologi selama tahun 2008 sampai dengan 2012 masing-masing mempunyai nilai 11, sedangkan tahun 2013 dan 2014 mempunyai nilai 17. Ini menunjukkan selama tahun 2008-2014 dimensi teknologi masih mempunyai status keberlanjutan buruk atau tidak berkelanjutan meskipun nilai pada dua tahun terakhir meningkat (semua nilai < 25).



Gambar 6. Faktor-faktor penting dimensi teknologi

Berdasarkan Gambar 6, faktor pengungkit berdasarkan nilai RMS atribut yang melebihi median adalah teknologi 1) program penurunan pencemaran udara, 2) 3R limbah non B3 dan, 3) 3R limbah B3.

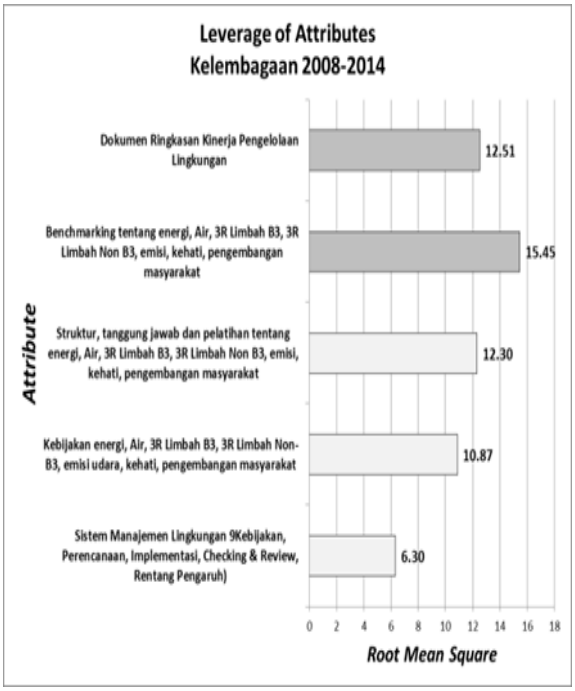
Pada Gambar 7 ditunjukkan status keberlanjutan dimensi kelembagaan selama tahun 2008 sampai dengan 2014 telah tergolong pada status baik atau cukup keberlanjutan. Hal ini ditunjukkan oleh nilainya sebesar > 50, yaitu sebesar 58 pada tahun 2008-2011 dan sebesar 64 pada tahun 2012-2014.



Gambar 7. Nilai keberlanjutan dimensi kelembagaan

Berdasarkan Gambar 8, faktor pengungkit berdasarkan nilai RMS atribut yang melebihi median adalah teknologi 1) *benchmarking*, dan 2) DRKPL. Ringkasan nilai keberlanjutan dimensi ekologi, ekonomi, sosial, teknologi dan kelembagaan selama tahun 2008 sampai dengan tahun 2014 ditunjukkan dalam Tabel 2. Berdasarkan nilai pada Tabel 2 selanjutnya dapat disuse Tabel 3 menunjukkan ringkasan status keberlanjutan masing-masing dimensi selama tahun 2008 sampai dengan 2014 sesuai dengan tujuan pada kajian tujuan jurnal ini.

Tabel 4 menunjukkan rekapitulasi nilai R^2, stress, dan jumlah iterasi pada analisis MDS yang dilaksanakan. Pada semua dimensi, nilai *stress* yang kecil, yaitu < 25% menunjukkan hasil pengolahan data dapat diterima (Fauzi dan Anna 2002). Sedangkan koefisien determinasi ($R^{2)}$ mendekati 1 menunjukkan



Gambar 8. Faktor-faktor penting dimensi kelembagaan

bahwa atribut-atribut pada seluruh dimensi dapat menjelaskan dan memberi rekomendasi pada sistem yang diteliti.

Tabel 2. Nilai keberlanjutan hasil analisis MDS tahun 2008-2014

Tahun	Ekologi	Ekonomi	Sosial	Teknologi	Kelembagaan
2008	14.08	36.27	18.69	11.03	57.90
2009	24.47	36.27	18.24	11.03	57.90
2010	20.46	36.27	15.96	11.03	57.90
2011	33.12	45.70	26.69	11.03	57.90
2012	33.12	36.27	21.36	11.03	63.50
2013	33.12	43.80	15.97	17.02	63.50
2014	40.41	35.72	28.72	17.02	63.50

Nilai R^2 yang baik adalah lebih dari 80 % (Kavanagh dan Pitcher 2004). Sesuai kriteria di atas , maka nilai R^2 dan *stress* pada Tabel 4 menunjukkan nilai-nilai yang ditunjukkan dalam Gambar 2, 4, 6, 8 dan 10 dapat diterima.

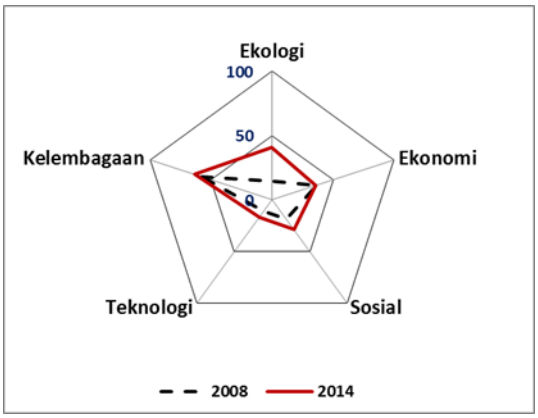
Tabel 3. Status keberlanjutan hasil analisis MDS tahun 2008-2014

Tahun	Ekologi	Ekonomi	Sosial	Teknologi	Kelembagaan
2008	Tidak	Kurang	Tidak	Tidak	Cukup
2009	Tidak	Kurang	Tidak	Tidak	Cukup
2010	Tidak	Kurang	Tidak	Tidak	Cukup
2011	Kurang	Kurang	Kurang	Tidak	Cukup
2012	Kurang	Kurang	Kurang	Tidak	Cukup
2013	Kurang	Kurang	Tidak	Tidak	Cukup
2014	Kurang	Kurang	Kurang	Tidak	Cukup

Tabel 4. Kinerja statistik pada analisis MDS

Parameter	Ekologi	Ekonomi	Sosial	Teknologi	Kelembagaan
R^2 (%)	93. 69	94.48	96.22	95.46	94.4
stress (%)	22.54	23.28	22.57	22.49	23.15
Jumlah iterasi	3	2	3	3	3

Dari nilai indeks keberlanjutan lima dimensi tahun 2008 dibandingkan dengan tahun 2014 dalam diagram layang disajikan dalam Gambar 9.



Gambar 9. Diagram layang tahun 2008 dibandingkan dengan 2014

Nilai skor pada diagram layang adalah 0 untuk buruk dan 100 untuk baik (Kavanagh dan Pitcher 2004). Dari Gambar 9 tampak bahwa meskipun pada tahun 2014 pengelolaan lingkungan kawasan industri KIJA belum termasuk berkelanjutan pada kelima dimensinya sesuai kriteria PROPER KLHK peringkat hijau, namun tampak bahwa secara umum kinerja 2014 sudah mengalami peningkatan terhadap tahun 2008 secara *significant.*

Selanjutnya dari faktor pengungkit sesuai Gambar 3, 4, 5, 6, 8 dibuat ringkasannya sesuai Tabel 3 yang terdiri daro 15 faktor pengungkit.

Dari faktor pengungkit yang dihasilkan sesuai Tabel 5, selanjutnya dapat dipilih strategi lebih lanjut dengan antara lain dengan mempertimbangkan : 1) Pengaruh dampaknya terhadap lingkungan; 2) Kemampuan pendanaan perusahaan, 3) Ketersediaan sumber daya manusia yang kompeten, 4) Pengaruhnya ke bobot penilaian PROPER.

Pemilihan strategi lebih lanjut dari faktor di atas dapat dilakukan dengan metoda prospektif (Wikaningrum 2015), metoda dinamis (Kodrat 2006), maupun metoda analisis hierarki proses (Cahyanto 2016)

Tabel 5. Faktor-faktor penting keberlanjutan

Dimensi		Faktor pengungkit
Ekologi	1	Implementasi 3R limbah B3
	2	Implementasi penurunan pencemaran udara
	3	Implementasi konservasi air dan penurunan beban pencemaran air
Ekonomi	4	Alokasi dana konservasi air dan penurunan beban pencemaran air
	5	Alokasi dana penurunan pencemaran udara
	6	Alokasi dana 3R limbah B3
	7	Alokasi dana pengembangan masyarakat
	8	Alokasi dana implementasi perlindungan keanekaragaman hayati
Sosial	9	Implementasi program pengembangan masyarakat
	10	Perencanaan program pengembangan masyarakat
Teknologi	11	Teknologi penurunan pencemaran udara
	12	Teknologi 3R limbah Non B3
	13	Teknologi 3R limbah B3
Kelembagaan	14	*Benchmarking* (secara regional, nasional, internasional)
	15	Dokumen Ringkasan Kinerja Pengelolaan Lingkungan (DRKPL)

Pendekatan lain dapat dilakukan sesuai penelitian Model Simbiosis Industri Sebagai Strategi Peningkatan Kinerja Keberlanjutan Kawasan Industri Jababeka, Mubin (2012) menunjukkan hasil identifikasi dan pemetaan industri dengan kesimpulan penggunaan sumber daya (bahan baku, energi, air, *by product* dan limbah) sangat potensial untuk dilakukan simbiosis industri guna meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan.

KESIMPULAN

Hasil kajian menunjukkan kinerja pengelolaan lingkungan kawasan industri secara multidimensi yang melibatkan dimensi ekologi, ekonomi, sosial, teknologi belum berkelanjutan meskipun terjadi peningkatan seiring waktu. Hanya

dimensi kelembagaan yang telah berkelanjutan.

Analisis MDS memberikan hasil faktor-faktor penting majemuk yang meliputi pengelolaan air, udara, limbah B3, pengembangan masyarakat, teknologi, pembiayaan, dokumen dan *benchmarking* dengan kegiatan sejenis. Faktor pengungkit hasil kajian ini perlu ditindaklanjuti dengan rencana implementasi strategis agar tercapai tujuan dengan optimasi sumberdaya yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

Cahyanto AD.2016. Model Pengembangan Kebijakan Integrasi Sistem Manajemen Mutu dan Lingkungan. [Tesis], Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Fauzy A dan Anna S.2005. *Permodelan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan Untuk Analisis Kebijakan*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Kavanagh P and Pitcher TJ .2004. *Implementing Microsoft Excel Software For Rapfish : A Technique For The Rapid Appraisal of Fisheries Status*. Fisheries Centre Research Reports. Vol 12 Number 2. Vancouver (CA) : University of British Columbia.

Kodrat KF.2006. Analisis Sistem Pengembangan Kawasan Indutri Terpadu Berwawasan Lingkungan (Studi Kasus Pada PT Kawasan Industri Medan) [Disertasi], Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.

[KLH] Kementerian Lingkungan Hidup.2012. *The Gold for Green*. Jakarta (ID) : Kementerian Lingkungan Hidup.

Mubin A. 2012. Model Simbiosis Industri Sebagai Strategi Peningkatan Kinerja Keberlanjutan Kawasan Industri [Disertasi]. Jakarta (ID):Universitas Indonesia

Muthukumaran N and Ambujam NK. 2003. Wastewater Treatment And Management In Urban Areas - A Case Study Of Tiruchirappalli City, Tamil Nadu, India" in Martin J. Bunch,V.Madha Suresh and T. Vasantha Kumaran, eds., *Proceedings of the Third International Conference on Environment and Health*, Chennai, India, 15-17 December, 2003. Chennai: Department of Geography, University of Madras and Faculty of Environmental Studies, York University. pp 284 – 289

Rachdawong P and Apawootichai S. 2002. An Environmental Framework for Preliminary Industrial Estate Site Selection using a Geographical Information System.*Asian J. Energy Environ*., Vol. 3, Issues 3-4, (2002), pp. 119-138 .Copyright © 2004 by the Joint Graduate School of Energy and Environment.

Supono S.2009. Model Kebijakan Pengembangan Kawasan pantai Utara, Jakarta secara Berkelanjutan. [Disertasi]. Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.

[WCED] *World Commision on Environment and Development*.1987. *Our Common Future*. New York (USA) : Oxford Univ. Press

Wikaningrum T. 2015. Kebijakan Pengelolaan Lingkungan Kawasan Industri Sesuai Proper KLHK peringkat hijau.[Tesis], Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

PENGURANGAN EMISI CO_2 MELALUI PENGELOLAAN ENERGI LISTRIK DI RUANG PUBLIK HOTEL (Studi Kasus Di Hotel ABC Jakarta)

Riska Melanie[1] **dan Udi Syahnoedi Hamzah**[2]
[1]Praktisi Lingkungan dan alumnus S2 Program Studi Kajian Ilmu Lingkungan Pascasarjana
[2]Pengajar pada Program Studi Magister Kajian Ilmu Lingkungan Pascasarjana
Universitas Indonesia
Ged. C FKG Lt. V-VI Jl. Salemba Raya 4 Jakarta 10430
[1]ris.melanie@gmail.com, [2]syahnudi@yahoo.com

Abstrak : Penggunaan energi listrik di hotel umumnya masih tidak efisien dan untuk setiap kWh yang dikonsumsi memberikan emisi CO_2 sebesar $5{,}2041x10^{-4}$ $mtCO_2$. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengurangan emisi CO_2 melalui pengelolaan energi listrik di ruang publik hotel. Desain penelitian adalah survei dan pengukuran kWh. Penelitian dilakukan di lobby hotel bintang empat ABC Jakarta. Jumlah sampel 90 responden di Hotel ABC. Hasil penelitian yang dilakukan pada tahun 2012 ini menunjukkan hubungan antara pengetahuan, sikap dan perilaku pekerja hotel dalam menggunakan energi listrik di hotel. Kualitas pengelolaan energi listrik di hotel dalam kategori rendah. Penggunaan energi listrik untuk pencahayaan di Lobby Hotel ABC sebesar 3.232,8 kWh/tahun setara dengan 1,68 $mtCO_2$/tahun. Eksperimen pengurangan emisi CO_2 dengan menggunakan lampu LED. Pengurangan emisi CO_2 di Lobby Hotel ABC sebesar 55,90% atau 0,94 $mtCO_2$/tahun. Untuk meningkatkan kualitas pengelolaan energi listrik di hotel, sebaiknya dilakukan pembuatan kebijakan dan program lingkungan, pembuatan program pelatihan efisiensi energi listrik, pembuatan prosedur kerja yang relevan, melakukan praktik efisiensi energi listrik dan jika memungkinkan mengganti jenis lampu yang digunakan dengan lampu LED.

Kata kunci : *Pengelolaan, Listrik, Hotel*

Abstract**:** *Hotels commonly still use electric energy inefficiently. One kWh consumption equals to $5{,}2041x10^{-4}$ $mtCO_2$ emission. This research discusses about reduction of CO_2 emission through electric energy management in hotel's public spaces. The design was a survey with 90 respondents in 4-star hotel ABC Jakarta. The kWh measurements were conducted in Lobby Hotel ABC. The research was done in 2012 and it showed correlation between workers' knowledge, attitude and behavior to the quality of electric energy management. The hotel showed low quality of electric energy management. Electric energy use for illumination in Hotel ABC was 3,232.8 kWh/year equals to1.68 $mtCO_2$/year. The experiment was done by using LED lamps with reduction of CO_2 results for Lobby Hotel ABC was 55.90% equals to 0.94 $mtCO_2$/year. In conclusion, worker's behavior gives influence to the quality of electric energy management. To improve the quality of electric energy management, it is recommended to determine electric energy efficiency policy and program, relevant training and working procedures, implementation of best practices and if necessary use LED lamps to replace incandescent and CFL lamps.*

Key Words: *Electricity, Management, Hotel*

PENDAHULUAN

Saat ini isu perlindungan lingkungan menjadi hal yang tidak dapat dielakkan untuk mendapat perhatian publik. Demikian juga di industri pariwisata, penting untuk memasukkan pertimbangan lingkungan kedalam kegiatan pariwisata terutama terkait dengan jumlah sumberdaya yang digunakan dan limbah yang dihasilkan. Ketersediaan sarana yang sesuai dan memadai diperlukan untuk mendukung keberhasilan ekonomi dari sektor pariwisata. Keberadaan hotel tidak hanya sebagai pendukung kegiatan pariwisata yang dapat memberikan manfaat ekonomi kepada pengusaha hotel dan masyarakat di lokasi pariwisata, tetapi juga dapat memberikan dampak negatif kepada lingkungan.

Berdasarkan Keputusan Menteri Pariwisata Pos dan Telekomunikasi No.KM3/PW/003/MPPT86, hotel adalah salah satu jenis akomodasi yang mempergunakan sebagian atau seluruhnya jasa lainnya bagi umum yang dikelola secara komersil. Berdasarkan Surat

Keputusan Menteri Perhubungan No.PM.10/PW. 301/Pdb – 77 tentang usaha dan klasifikasi hotel, ditetapkan bahwa penilaian klasifikasi hotel secara minimum didasarkan pada jumlah kamar, fasilitas, peralatan yang tersedia dan mutu pelayanan.

Konsep pelayanan prima yang diterapkan oleh hotel seringkali mengakibatkan penggunaan sumber daya yang berlebihan. Salah satu sumber daya yang mendukung kegiatan di hotel adalah energi listrik. Penggunaan energi listrik ternyata menghasilkan emisi karbon dioksida (CO_2) sebagai bahan pencemar di lingkungan.Energi primer yang digunakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) di Pulau Jawa untuk membangkitkan energi listrik saat ini 62% berasal dari batubara (http://www.merdeka.com/uang/jawa-terancam-pemadaman-listrik.html).

Menurut Arisaktiwardhana (2012), jenis energi primer yang digunakan pembangkit listrik Perusahaan Listrik Negara (PLN) untuk wilayah Jawa-Madura-Bali pada tahun 2010 terdiri dari gas alam, batubara, minyak, air dan panas bumi. Faktor konversi emisi CO_2 ($mtCO_2$) dari pembangkitan energi listrik oleh PLN untuk setiap 1 kilowatt-hour (kWh) listrik adalah sebesar $5{,}2041x^{10\text{-}4}$. Sehingga untuk setiap 1 kWh energi listrik yang digunakan oleh pelanggan menimbulkan emisi CO_2 sebesar $5{,}2041x^{10\text{-}4}$ $mtCO_2$. Karbon dioksida (CO_2) digunakan sebagai standar menilai pencemaran udara dari penggunaan energi listrik.

Chan (2005) menyatakan bahwa secara rata-rata sekitar 54% penggunaan listrik di hotel adalah untuk kebutuhan sistem *Heating, Ventilation and Air Conditioning* (HVAC), 19% untuk pencahayaan, 8% untuk *lift* dan eskalator dan sisanya untuk pemanfaatan di dapur. *Environment Protection Agency*, EPA (2002) dalam *Project on Restaurant Energy Performance* menyatakan bahwa kegiatan penyiapan makanan di restoran membutuhkan konsumsi listrik untuk pencahayaan sebesar 13% dan HVAC sebesar 35% yang kesemuanya dapat direduksi sebesar 20% dengan penggunaan peralatan berteknologi hemat energi (Williams, 2008).

Kondisi tersebut di atas merupakan bukti bahwa penggunaan energi listrik di hotel tidak efisien dan berpotensi untuk dilakukan efisiensi sehingga dapat mengurangi CO_2 sebagai pencemar yang diemisikan ke lingkungan. Pengelolaan penggunaan energi listrik di hotel termasuk untuk pencahayaan, terutama di ruang publik seringkali belum efisien dan berpotensi untuk dilakukan efisiensi sehingga dapat mengurangi emisi CO_2 sebagai bahan pencemar ke lingkungan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengelolaan energi listrik adalah perilaku pekerja hotel dalam menggunakan energi listrik, komitmen manajemen, jenis teknologi yang digunakan dan ketersediaan prosedur kerja untuk melakukan efisiensi energi listrik. Diantara faktor-faktor tersebut, perilaku pekerja hotel sering dijadikan sebagai gambaran/citra langsung dari kualitas pengelolaan energi listrik di suatu hotel.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengukur dan menganalisis hubungan antara pengetahuan, sikap dan perilaku pekerja hotel dalam menggunakan energi listrik di hotel.
2. Mengetahui komitmen manajemen, jenis teknologi dan ketersediaan prosedur kerja untuk melakukan efisiensi energi listrik di hotel.
3. Mengetahui kualitas pengelolaan energi listrik di hotel berdasarkan perbedaan kelas hotel.
4. Mengukur jumlah emisi CO_2/tahun dari penggunaan energi listrik untuk pencahayaan di ruang publik hotel (studi kasus di *Lobby* Hotel ABC Jakarta).
5. Mengukur jumlah pengurangan emisi CO_2/tahun melalui pengelolaan energi listrik untuk pencahayaan di ruang publik hotel (studi kasus di *Lobby* Hotel ABC Jakarta).

6. Merumuskan faktor-faktor yang mempengaruhi pengelolaan energi listrik yang baik di hotel.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian ini dilakukan di hotel bintang empat (Hotel ABC di Jakarta). Hotel ABC Jakarta merupakan hotel bintang empat yang dimiliki oleh kelompok koperasi karyawan suatu institusi Untuk studi kasus dipilih ruang publik *Lobby* Hotel ABC Jakarta (7,66% dari seluruh ruang publik yang ada di hotel). Alasan pemilihan *Lobby* karena menyesuaikan dengan jenis instalasi lampu yang digunakan untuk pemasangan lampu LED untuk eksperimen pengurangan emisi CO_2.

Dalam penelitian ini, pengelolaan energi listrik diartikan sebagai keadaan dimana suatu hotel melakukan pemanfaatan energi listrik secara utuh, efektif dan efisien, melibatkan perilaku pekerja (pendekatan SDM), komitmen manajemen, pendekatan teknologi dan pendekatan prosedur.

Pendekatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Metode yang digunakan untuk pengumpulan data adalah dengan *cross sectional* dan survei menggunakan instrumen penelitian kuesioner. Wawancara dengan perwakilan pekerja hotel dan perwakilan manajemen hotel dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang komitmen manajemen, pendekatan teknologi dan pendekatan prosedur di hotel. Selain itu, peneliti melakukan wawancara dengan ahli Bidang Kelistrikan untuk mengetahui berapa bobot kontribusi dari faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas pengelolaan energi listrik di hotel. Lokasi penelitian ini dilakukan di hotel bintang empat (Hotel ABC di Jakarta) yang memiliki total pegawai 241 orang. Populasi dari penelitian ini adalah semua pekerja yang bekerja di hotel. Jumlah sampel untuk Hotel ABC Jakarta dihitung menggunakan Teknik Slovin dengan tingkat kesalahan 10% sehingga didapatkan jumlah sampel minimal adalah 69 orang responden, tetapi survei dilakukan kepada 100 orang untuk menjaga kemungkinan adanya hasil pengisian kuesioner yang tidak dapat diolah lebih lanjut.

Metode pengukuran pengetahuan, sikap dan perilaku adalah menggunakan Survei dengan kuisioner (Skala Likert) dan metode analisis hubungan untuk menjawab tujuan penelitian nomor 1 adalah menggunakan statistik univariat (rata-rata dan persentase), bivariat antara pengetahuan dengan sikap, sikap dengan perilaku (Chi *Square*).

Waktu penelitian di hotel dilaksanakan mulai awal April 2012 sampai awal Juni 2012. Eksperimen pengurangan emisi CO_2 dengan penggantian lampu sebanyak minimal 50% (Hartungi, 2008), penelitian memakai lampu LED.

Pada saat survei indicator yang digunakan adalah sampel merupakan Pekerja Hotel ABC sedangkan saat analisis data yang dihasilkan dikelompokkan berdasarkan karakteristik responden sesuai jenis kelamin, kelompok umur, usia, pendidikan terakhir, lama bekerja di perusahaan dan posisi jabatan terakhir di perusahaan.

Terdapat 2 buah lampu gantung yang masing-masing terdiri dari 33 lampu pijar *softone*. Pada saat eksperimen 1 buah lampu gantung dibiarkan seluruhnya tetap menggunakan lampu pijar *softone* dan konsumsi energi listriknya diukur menggunakan kWh-meter nomor 1. Sedangkan untuk lampu gantung lainnya sebanyak 34 lampu pijar *softone* diganti dengan lampu LED dan konsumsi energi listriknya diukur dengan kWh-meter nomor 2. Pengukuran konsumsi energi listrik untuk pencahayaan di *Lobby* Hotel ABC dilakukan dalam waktu bersamaan untuk lampu gantung 1 dan 2.

Metode yang digunakan untuk Tujuan nomor 4 adalah mengukur jumlah kWh dari penggunaan lampu di *Lobby* Hotel ABC menggunakan kWh-meter

nomor 1 untuk lampu gantung yang seluruhnya terdiri dari lampu pijar *softone*, selama 1 bulan terhitung sejak tanggal 21 April 2012 sampai dengan 20 Mei 2012 setiap harinya sejak pukul 6 sore sampai dengan pukul 6 pagi sesuai dengan waktu operasional lampu di *lobby* hotel. Sedangkan untuk metode analisisnya menggunakan perhitungan konversi jumlah kWh yang terukur ke jumlah emisi CO_2 dan menghitung persentasenya.

Metode yang digunakan untuk Tujuan nomor 5 adalah mengukur jumlah kWh dari penggunaan lampu di *Lobby* Hotel ABC menggunakan kWh-meter nomor 2 untuk lampu gantung yang sebanyak 34 lampu pijarnya diganti dengan lampu LED dan 32 sisanya tetap lampu pijar *softone*, selama 1 bulan terhitung sejak tanggal 21 April 2012 sampai dengan 20 Mei 2012 setiap harinya sejak pukul 6 sore sampai dengan pukul 6 pagi sesuai dengan waktu operasional lampu di *lobby* hotel. Sedangkan untuk metode analisisnya menggunakan perhitungan konversi jumlah kWh yang terukur ke jumlah emisi CO_2, menghitung persentasenya dan membandingkan jumlah emisi CO_2 sebelum dan sesudah eksperimen.

Data hasil pengukuran kWh-meter nomor 1 dan kWh-meter nomor 2 dapat dilihat pada Tabel 5. Untuk menilai kualitas pengelolaan energi listrik di hotel digunakan Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Informasi yang disajikan adalah mengenai karakteristik responden, pengetahuan, sikap dan perilaku pekerja hotel tentang efisiensi penggunaan energi listrik. Selain itu, disajikan juga pendapat perwakilan manajemen dan pekerja tentang komitmen manajemen, pendekatan teknologi dan prosedur kerja yang digunakan di hotel.

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa sebanyak 70% pekerja di hotel adalah pria. Hal ini dimungkinkan karena proporsi bagian produksi lebih banyak daripada bagian layanan, selain itu sifat dari pekerjaan di hotel yang diatur dengan *shift* dan *stand-by* 24 jam memungkinkan kesesuaian yang lebih besar pada pria dibandingkan wanita.

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa sebanyak 41,11% atau 37 orang pekerja di hotel berusia antara 26-35 tahun, disusul dengan sebanyak 22,22% atau 20 orang berusia antara 36-40 tahun. Hal ini dapat disebabkan karena pada umumnya usia 26-35 tahun seorang pekerja sudah lumayan memiliki pengalaman dari pekerjaan di hotel sebelumnya, dan antara usia 35-40 tahun pekerja baru mulai merasa mantap dengan pekerjaannya. Untuk usia 41-45 tahun sebanyak 7,78% atau yang terkecil karena bukan merupakan usia produktif yang disukai oleh industri hotel, begitupun untuk usia >45 tahun menempati 12% yang dapat disebabkan merupakan sisa pegawai dari angkatan muda yang lalu bukan hasil rekrutmen baru.

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa yang terbanyak adalah responden dengan pendidikan terakhir SMA atau sederajat yaitu sebesar 36,67%. Sedangkan sebanyak 2,22% masuk kedalam katagori Lain-lain karena pendidikan terakhirnya adalah tingkat SMP.

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa yang terbanyak adalah responden dengan lama bekerja lebih dari 5 tahun yaitu 52,22% disusul dengan lama bekerja kurang dari 1 tahun dan antara 1-3 tahun, masing-masing sebesar 17,78%. Sedangkan tempat terendah adalah lama bekerja antara 4-5 tahun yaitu 12,22%

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa yang terbanyak adalah jabatan Staf sebesar 62,22% disusul dengan jabatan Supervisor sebesar 17,78%. Jabatan Asisten Manajer sebesar 15,56%; jabatan Senior Manajer, Manajer dan GM sebesar

4,44% atau yang terkecil. Tidak ada level VP atau Direktur masuk sebagai responden.

Pengetahuan responden tentang pengelolaan energi listrik meliputi: komitmen manajemen, upaya pelatihan efisiensi energi listrik, jenis teknologi yang sesuai dengan konsep ramah lingkungan, manfaat prosedur kerja, konsep pengurangan emisi CO_2 melalui penghematan penggunaan energi listrik.

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa sebanyak 80,00% responden memiliki pengetahuan tentang pengelolaan energi listrik yang benar, sebesar 11,11% tidak yakin memiliki pengetahuan yang benar dan sebanyak 8,89% responden sangat mengetahui tentang pengelolaan energi listrik yang benar. Pengetahuan ini mungkin mereka dapatkan dari sosialisasi pihak hotel melalui *briefing*, walaupun alasan efisiensi mungkin lebih kearah penghematan biaya operasional (sisi ekonomi) bukan pengurangan emisi CO_2.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa sebanyak 62,22% sikap setuju dengan efisiensi penggunaan energi listrik dan memilih mendukung kebijakan ataupun program pengelolaan energi listrik yang dicanangkan oleh hotel. Sebanyak 12% responden sangat setuju, sebanyak 22,22% ragu-ragu dan sebanyak 2,22% tidak setuju. Sikap ragu-ragu dan tidak setuju mungkin ditimbulkan karena kurangnya pengetahuan ataupun keraguan terhadap keberhasilan dan keseriusan manajemen.

Sejalan dengan pendapat Notoatmodjo (2007), perilaku responden adalah tindakan nyatanya dalam melakukan efisiensi energi listrik dan merupakan bentuk respon nyata dari sikap dan pengetahuan sebagai faktor predisposisi. Tindakan ini seperti diantaranya adalah mematikan lampu jika tidak digunakan dan segera menghubungi Bidang Teknik jika ada peralatan elektronik yang rusak atau tidak berfungsi dengan baik.

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa sebanyak 44,44% memiliki perilaku sesuai dengan konsep efisiensi penggunaan energi listrik dan memilih mendukung kebijakan ataupun program pengelolaan energi listrik yang dicanangkan oleh hotel. Sebanyak 31,11% memiliki tindakan yang sangat sesuai, sebanyak 17,78% memiliki tindakan ragu-ragu (terkadang sesuai tetapi terkadang tidak) dan sebanyak 6,67% tidak sesuai. Perilaku sesuai dan sangat sesuai kemungkinan besar dipengaruhi oleh sikap yang responden yang banyak setuju dengan efisiensi energi listrik sedangkan ragu-ragu muncul dapat sebagai indikator perlunya pengawasan.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan di Hotel ABC Jakarta dengan *Training Manager* dan Bagian Teknik, didapatkan informasi bahwa selama ini kebijakan efisiensi penggunaan energi belum ada secara tertulis, tetapi telah menjadi kebijakan tidak tertulis yang sudah disosialisasikan secara rutin melalui pengarahan (*briefing*) di masing-masing departemen. Selain itu sosialisasi juga dilakukan dengan menggunakan stiker atau poster himbauan hemat energi yang ditempel di area hotel. Sedangkan untuk program efisiensi penggunaan energi yang sudah dilakukan lebih bertujuan untuk menghemat biaya operasional hotel. Program ini akan menjadi tanggung jawab masing-masing *Duty Manager* di tiap departemen. Pelatihan mengenai efisiensi penggunaan energi listrik belum pernah diberikan kepada pekerja hotel. Sedangkan menurut Bagian Teknik, pemahaman dan kepedulian (*awareness*) pekerja hotel tentang efisiensi penggunaan energi listrik masih rendah dan cenderung menganggap bahwa efisiensi penggunaan energi listrik

hanya menjadi tanggung jawab Bagian Teknik. Prosedur kerja yang menjadi acuan melakukan pekerjaan belum memuat tentang cara melakukan efisiensi penggunaan energi listrik dan peralatan elektronik yang digunakan di hotel masih kurang dari 50% yang menggunakan teknologi ramah lingkungan.

Dari hipotesis terbukti bahwa terdapat hubungan antara pengetahuan dengan sikap pekerja hotel, χ^2 P*value* = 0,006. Sedangkan keeratan hubungan atau pengaruh pengetahuan terhadap sikap pekerja hotel adalah sebesar 57,9%.

Dari hipotesis terbukti bahwa terdapat hubungan antara sikap dengan perilaku pekerja hotel, χ^2 P*value* = 0,000. Sedangkan keeratan hubungan sebesar 83,1%.

Berdasarkan hasil kuesioner dan wawancara, jumlah skor kualitas pengelolaan energi listrik di hotel adalah 8, yaitu kategori rendah. Untuk parameter pendekatan manusia didapatkan nilai 3 karena berdasarkan kuesioner jumlah responden yang memiliki perilaku sesuai dan sangat sesuai lebih dari 67%. Untuk parameter komitmen manajemen terkait kebijakan dan program efisiensi energi listrik mendapatkan nilai 1 karena tidak tersedia dalam bentuk tertulis dan tidak dilakukan sosialisasi, evaluasi dan perbaikan secara berkala sesuai hasil evaluasi. Untuk program pelatihan mendapatkan nilai 2 karena tersedia dan diimplementasikan. Untuk parameter pendekatan teknologi mendapat nilai 1 karena penggunaan alat elektronik yang ramah lingkungan kurang dari 33%.Untuk parameter pendekatan prosedur kerja mendapat nilai 1 karena tidak berisi arahan untuk melakukan efisiensi energi listrik.

Kualitas pengelolaan energi listrik yang rendah disebabkan oleh komitmen dan perhatian terhadap peningkatan kompetensi masih rendah dilakukan di hotel ini. Teknologi ramah lingkungan masih sedikit yang digunakan, mengingat harga peralatan elektronik yang mahal dan masih menggunakan peralatan teknologi lama selama masih berfungsi. Prosedur sudah ada tetapi tidak berisi konsep efisiensi hemat energi masih menitikberatkan layanan berkualitas. Hasil ini sejalan dengan yang dinyatakan oleh Newcomb *dalam* Notoatmodjo (2007), bahwa pengetahuan dan sikap merupakan predisposisi terhadap perilaku. Predisposisi yang dimaksud adalah faktor pendorong sebagai kesiapan untuk bertindak.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan oleh peneliti kepada ahli Bidang Kelistrikan (Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa, selaku Dosen Fakultas Teknik Elektro Universitas Indonesia), didapatkan informasi bobot pengaruh masing-masing faktor kualitas pengelolaan energi listrik adalah sebagai berikut:

1. Pendekatan teknologi memberikan pengaruh sebesar 40%.
2. Komitmen manajemen memberikan pengaruh sebesar 30%.
3. Pendekatan manusia (perilaku) memberikan pengaruh sebesar 20%.
4. Pendekatan prosedur memberikan pengaruh sebesar 10%.

Pada penelitian dilakukan upaya meningkatkan kualitas pengelolaan energi listrik di hotel melalui pendekatan teknologi. Pada saat eksperimen dilakukan, terlihat bahwa pihak hotel menunjukkan komitmennya yaitu dengan memberikan kesediaan untuk dilakukan eksperimen menggunakan lampu LED di hotel mereka. Komitmen juga terlihat dengan dikumpulkannya pekerja hotel dan diberikan sosialisasi tentang eksperimen yang dilakukan. Perilaku pekerja turut berubah positif, yaitu disiplin melakukan penggunaan lampu di *lobby* hotel mulai pukul 6 sore sampai pukul 6 pagi selama masa eksperimen. Namun peningkatan

ketiga faktor tersebut tidak diikuti dengan perubahan prosedur kerja yang relevan. Prosedur kerja yang tersedia tetap tidak memberikan arahan untuk melakukan efisiensi penggunaan energi listrik.

Berdasarkan penelitian, penggunaan energi listrik untuk pencahayaan di *Lobby* Hotel ABC Jakarta untuk sebuah lampu gantung adalah sebesar 269,4 kWh/bulan dan setara dengan 0,14 $mtCO_2$/bulan atau sebesar 3.232,8 kWh/tahun dan setara dengan 1,68 $mtCO_2$/tahun.

Berdasarkan upaya peningkatan kualitas pengelolaan energi listrik di hotel yang dilakukan, didapatkan hasil pengurangan emisi CO_2 di *Lobby* Hotel ABC Jakarta sebesar 55,90% atau 150,6 kWh/bulan atau 1.807,2 kWh/tahun. Penurunan kWh sebesar 1.807,2 kWh/tahun setara dengan pengurangan emisi CO_2 sebesar 0,94 $mtCO_2$/tahun. Hasil sebesar 55,90% merupakan kontribusi dari perubahan faktor pendekatan teknologi, komitmen manajemen dan perilaku pekerja (pendekatan manusia). Hasil prediktif jika keempat faktor memberikan perbuahan positif, maka potensi terjadi pengurangan emisi CO_2 sebesar 62,11% yang didapatkan dari penambahan 10% dari pendekatan prosedur terhadap nilai 55,90%.

Efisiensi atau penghematan biaya operasional dengan penggantian 50% lampu pijar dengan lampu LED dihitung hanya dari pengurangan jumlah kWh adalah sebesar Rp. 1.421.362,80/tahun, sedangkan penghematan secara total (dengan mempertimbangkan biaya investasi) adalah sebesar Rp. 2.880.529,47/tahun.

Perhitungan efisiensi secara detil dapat dilihat sebagai berikut.

1. PerhitunganMinimasi Emisi CO_2

A. Jumlah kWh Sebelum Eksperimen

1) Per bulan = 269,4 kWh
2) Per tahun = 3.232,8 kWh

B. Jumlah kWh Setelah Eksperimen

1) Per bulan= 118,8 kWh
2) Per tahun= 1.425,6 kWh

C. Penurunan kWh= 55,90%

1) Per bulan = 150,6 kWh
2) Per tahun = 1.807,2 kW

D. Minimasi Emisi CO_2 (Faktor konversi 1 kWh = $5{,}2041 \times 10^{-4}$ $mtCO_2$.

1) Per tahun = 0,94 $mtCO_2$.

2. Efisiensi Secara Ekonomi

A. Hotel ABC Jakarta masuk katagori Industri. Menurut Peraturan presiden No. 8 Tahun 2011 tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh Perusahaan Persero PT Perusahaan Listrik Negara, golongan tarif untuk keperluan industri besar pada tegangan tinggi, dengan daya 30.000 kVA ke atas (I-4/TT). Untuk Perhitungan ekonomi digunakan asumsi:

1) Perhitungan menggunakan tarif Luar Waktu Beban Puncak (LWBB), yaitu sebesar Rp. 786,50/kWh.
2) Pemakaian normal 7 jam per hari, sehingga untuk masa pakai lampu pijar Philips® Softone 40Watt di Hotel ABC Jakarta adalah sekitar 1.000 jam setara dengan 0,1 tahun atau 1,2 bulan. Lama pemakaian lampu LED HORI® selama 30.000 tahun setara dengan 12 tahun.
3) Harga kisaran untuk sebuah lampu pijar Philips® Softone 40Watt adalah Rp. 5.500,00/buah. Sebuah lampu LED HORI® seharga Rp.

145.000,00/buah. Untuk dua buah lampu gantung terdiri dari 66 buah lampu pijar seharga Rp. 363.000,00/1,2 bulan atau sebesar Rp. 3.630.000,00/tahun (tanpa eksperimen).

Pada saat eksperimen harga kombinasi 32 buah lampu pijar dan untuk 34 buah lampu LED HORI® adalah seharga Rp. 2.171.833,33/tahun (dengan eksperimen).

a) Biaya Operasional Tanpa Eksperimen Hotel ABC Jakarta Sebesar Rp. 6.172.597,20/tahun dengan rincian sebagai berikut:

(i) Tarif listrik untuk kWh adalah Rp. 2.542.597,20.
(ii) Investasi lampu sebesar Rp. 3.630.000,00.

b) Biaya Operasional Dengan Eksperimen Hotel ABC Jakarta Sebesar Rp. 3.292.067,73/tahun dengan rincian sebagai berikut:

(i) Tarif listrik untuk kWh adalah Rp. 1.121.234,40.
(ii) Investasi lampu Rp. 2.170.833,33

c) Penghematan Biaya Operasional Hotel ABC Jakarta adalah sebesar Rp. 2.880.529,47/tahun dengan rincian sebagai berikut:

(i) Tarif listrik untuk kWh adalah Rp. 1.421.362,80.
(ii) Investasi lampu Rp. 1.459.166,67.

Tabel 1. Standar Penilaian Kualitas Pengelolaan Energi Listrik di Hotel

Parameter	Indikator Pemenuhan	Indikator Pemenuhan	Skor Kualitas Pengelolaan
1. Pendekatan manusia	Jumlah atau persentase perilaku pekerja yang sesuai dan sangat sesuai dengan efisiensi penggunaan energi listrik	1. Jika jumlah indikator antara 0-33% , maka nilai 1. 2. Jika jumlah indikator antara 34-67% , maka nilai 2. 3. Jika jumlah indikator antara 68%-100%, maka nilai 3.	Untuk jumlah parameter 1-5: 1. 5-8 = rendah 2. >8-11 = sedang 3. >11-15 = tinggi
2. Komitmen manajemen	a. Ketersediaan kebijakan penghematan energi listrik dan program penghematan energi listrik secara tertulis, sosialisasi kebijakan dan program, evaluasi kebijakan dan program secara berkala, perbaikan /peningkatan kebijakan dan program secara berkala sesuai hasil evaluasi. b. Ketersediaan program atau rencana pelatihan terkait hemat	1. Jika kebijakan dan program tidak ada atau ada tapi tidak tertulis, maka nilai 1. 2. Jika kebijakan dan program tertulis, disosialisasikan, maka nilai 2. 3. Jika kebijakan dan program tertulis, disosialisasikan, dievaluasi secara berkala dan dilakukan perbaikan/peningkatan secara berkala sesuai hasil evaluasi, maka nilai 3. 1. Jika tidak tersedia program atau rencana pelatihan atau tersedia tetapi tidak dilakukan, maka nilai 1. 2. Jika tersedia program atau rencana pelatihan dan dilakukan, maka nilai 2. 3. Jika tersedia program atau rencana pelatihan, dilakukan dan dievaluasi	

Parameter	Indikator Pemenuhan	Indikator Pemenuhan	Skor Kualitas Pengelolaan
	energi listrik untuk pekerja hotel, pelaksanaan program dan evaluasi keefektifan pelatihan	keefektifan pelatihan, maka nilai 3.	
3. Pendekatan teknologi	Penggunaan lampu dan peralatan elektronik yang hemat energi	1. Jika tidak ada penggunaan lampu dan peralatan elektronik hemat energi atau tersedia tetapi <33%, maka nilai 1. 2. Jika ada penggunaan lampu dan peralatan elektronik hemat energi antara 34%-67%, maka nilai 2. 3. Jika ada penggunaan lampu dan peralatan elektronik hemat energi antara 68%-100%, maka nilai 3.	
4. Pendekatan prosedur kerja	Ketersediaan prosedur kerja yang digunakan berisi cara penghematan energi listrik dan status revisi terkini dari prosedur yang digunakan	1. Jika tidak tersedia prosedur kerja yang digunakan berisi cara penghematan energi listrik, maka nilai 1. 2. Jika tersedia prosedur kerja yang digunakan berisi cara penghematan energi listrik tetapi bukan revisi terkini, maka nilai 2. 3. Jika tersedia prosedur kerja yang digunakan berisi cara penghematan energi listrik dan revisi terkini, maka nilai 3.	

Tabel 2. Tabel Pengetahuan Pekerja tentang Efisiensi Penggunaan Energi Listrik di Hotel ABC Jakarta

Jumlah Skor Pengetahuan	Total	Persentase
Ragu-ragu	10	11,11
Mengetahui	72	80,00
Sangat Mengetahui	8	8,89
	90	100,00

Tabel 3. Tabel Sikap Pekerja terhadap Efisiensi Penggunaan Energi Listrik di Hotel ABC Jakarta

Jumlah Skor Sikap	Total	Persentase
Tidak Setuju	2	2,22
Ragu-ragu	20	22,22
Setuju	56	62,22
Sangat Setuju	12	13,33
	90	100,00

Tabel 4. Tabel Perilaku Pekerja tentang Efisiensi Penggunaan Energi Listrik di Hotel ABC Jakarta

Jumlah Skor Perilaku	Total	Persentase
Tidak Sesuai	6	6,67
Ragu-ragu	16	17,78
Sesuai	40	44,44
Sangat sesuai	28	31,11
	90	100,00

Tabel 5. Hasil Pengukuran kWh di Lobby Hotel ABC Jakarta

No.	Tgl	kWh	No.	Tgl	kWh
1	21 April 2012	00009,0	31	21 April 2012	00004,0
2	22 April 2012	00018,1	32	22 April 2012	00007,9
3	23 April 2012	00027,0	33	23 April 2012	00011,9
4	24 April 2012	00036,3	34	24 April 2012	00015,9
5	25 April 2012	00045,0	35	25 April 2012	00019,9
6	26 April 2012	00054,2	36	26 April 2012	00023,8
7	27 April 2012	00063,1	37	27 April 2012	00027,8
8	28 April 2012	00072,0	38	28 April 2012	00031,7
9	29 April 2012	00081,0	39	29 April 2012	00035,7
10	30 April 2012	00089,0	40	30 April 2012	00039,7
11	01 Mei 2012	00099,1	41	01 Mei 2012	00043,6
12	02 Mei 2012	00108,3	42	02 Mei 2012	00047,6
13	03 Mei 2012	00117,5	43	03 Mei 2012	00051,4
14	04 Mei 2012	00126,0	44	04 Mei 2012	00055,3
15	05 Mei 2012	00135,0	45	05 Mei 2012	00059,5
16	06 Mei 2012	00144,0	46	06 Mei 2012	00063,4
17	07 Mei 2012	00153,3	47	07 Mei 2012	00067,4
18	08 Mei 2012	00163,0	48	08 Mei 2012	00071,3
19	09 Mei 2012	00172,2	49	09 Mei 2012	00075,3
20	10 Mei 2012	00181,0	50	10 Mei 2012	00079,3
21	11 Mei 2012	00189,0	51	11 Mei 2012	00083,3
22	12 Mei 2012	00199,0	52	12 Mei 2012	00087,2
23	13 Mei 2012	00208,3	53	13 Mei 2012	00091,0
24	14 Mei 2012	00217,2	54	14 Mei 2012	00095,0
25	15 Mei 2012	00225,5	55	15 Mei 2012	00099,1
26	16 Mei 2012	00234,2	56	16 Mei 2012	00103,1
27	17 Mei 2012	00243,3	57	17 Mei 2012	00106,9
28	18 Mei 2012	00251,5	58	18 Mei 2012	00110,9
29	19 Mei 2012	00260,3	59	19 Mei 2012	00114,9
30	**20 Mei 2012**	**00269,4**	**60**	**20 Mei 2012**	**00118,8**

Sumber: Hasil Penelitian, Mei 2012

Catatan: Data 1 s.d. 30 adalah hasil pengukuran kWh-meter nomor 1, data 31 s.d. 60 adalah hasil pengukuran kWh-meter nomor 2

KESIMPULAN

Kajian ini menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Terdapat hubungan antara pengetahuan, sikap dan perilaku pekerja hotel dalam menggunakan energi listrik di hotel ABC Jakarta. Keeratan hubungan antara pengetahuan dengan sikap pekerja sebesar 57,9% dan hubungan antara sikap dengan perilaku pekerja sebesar 83,1%.
2. Komitmen manajemen terhadap program efisiensi energi listrik terkait peningkatan kompetensi masih rendah di Hotel ABC. Penggunaan teknologi ramah lingkungan masih sedikit dan kurangnya ketersediaan prosedur kerja yang berisi konsep efisiensi hemat energi.
3. Kualitas pengelolaan energi listrik adalah kategori rendah untuk Hotel ABC Jakarta (bintang empat) dengan nilai 8.
4. Penggunaan energi listrik untuk pencahayaan di *Lobby* Hotel ABC Jakarta sebesar 269,4 kWh/bulan dan setara dengan 0,09 $mtCO_2$/bulan atau sebesar 3.232,8 kWh/tahun setara dengan 1,68 $mtCO_2$/tahun.
5. Di *Lobby* Hotel ABC Jakarta pengurangan emisi CO_2 sebesar 55,90% atau sebesar 150,6 kWh/bulan atau 1.807,2 kWh/tahun atau setara dengan 0,94 $mtCO_2$/tahun. Nilai pengurangan 55,90% merupakan hasil dari upaya pengelolaan energi listrik di hotel, meliputi faktor pendekatan teknologi, komitmen manajemen dan pendekatan manusia, kecuali pendekatan prosedur. Potensi pengurangan emisi CO_2 apabila terjadi perubahan positif dari faktor pendekatan prosedur adalah sebesar 62,11% untuk penerangan di Lobby Hotel ABC Jakarta.
6. Berdasarkan penelitian dirumuskan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas pengelolaan energi listrik di hotel adalah pendekatan manusia (perilaku pekerja hotel), komitmen manajemen, pendekatan teknologi dan pendekatan prosedur.

DAFTAR PUSTAKA

Keputusan Menteri Pariwisata Pos dan Telekomunikasi (1986): KepMen No.KM3/PW/003/MPPT86 tentang Perizinan di Bidang Usaha Pariwisata, Pos dan Telekomunikasi. Departemen Pariwisata Pos dan Telekomunikasi

Keputusan Menteri Perhubungan (1977): KepMen No. PM.10/PW. 301/Pdb – 77 tentang Usaha dan Klasifikasi Hotel. Departemen Perhubungan

Harian Merdeka (2012): Jawa Terancam Pemadaman Listrik.http://www.merdeka.com/uang/jawa-terancam-pemadaman-listrik.html

Arisaktiwardhana, D. (2012):*Peningkatan Faktor Daya pada Lampu Swabalast untuk Mengurangi Energi dan Emisi CO_2 pada Sektor Rumah Tangga di Indonesia*. Tesis Magister Teknik, Universitas Indonesia. Jakarta.

Chan, W. W. (2005):"Predicting and Saving The Consumption of Electricity in Sub-tropical Hotels". ABI/INFORM Global (Proquest) database. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*: 17, 3

Williams, M. (2008):"Green Kitchen Equipment, A Boost to Mother Earth, Operator Bottom Lines". *Proquest Agriculture Journals, Nation's Restaurant News*: 42, 15

Hartungi, R. (2008):"Energy-efficient Lighting Design: A Case Study in An Exclusive Spa Project". ABI/INFORM Global (Proquest) database. *Journal of Building Appraisal*: vol 4.4, 287-299

Notoatmodjo, S. (2007):*Promosi Kesehatan dan Ilmu Perilaku*. Jakarta, Rineka Cipta.

PENERAPAN MODEL FUGASITAS PADA PENCEMARAN DDT DI WADUK SAGULING

Yandes Panelin
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik, Universitas Presiden
Jl. Ki Hajar Dewantara, Jababeka Education Park, Cikarang, Jawa Barat 17550
yandespanelin@gmail.com

Abstrak: Waduk Saguling adalah waduk buatan yang terletak di Kabupaten Bandung Barat pada ketinggian 643 m di atas permukaan laut dan berfungsi untuk membendung aliran Sungai Citarum yang merupakan sungai terbesar di Jawa Barat. Sungai Citarum Hulu telah terdeteksi adanya insektisida organoklorin, salah satunya DDT, maka dikhawatirkan insektisida organoklorin tersebut akan terakumulasi pada Waduk Saguling. Penelitian ini dilakukan untuk mengestimasi besarnya nilai fugasitas organoklorin DDT dan konsentrasinya di setiap kompartemen menggunakan model fugasitas level 3. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai fugasitas DDT untuk media air adalah $1{,}78.10^{-9}$ Pa, media sedimen adalah $9{,}64.10^{-10}$ Pa, media tanah adalah $2{,}73.10^{-17}$ Pa, dan media udara adalah $3{,}23.10^{-14}$ Pa. Nilai fugasitas terbesar terdapat pada kompartemen air. Konsentrasi DDT pada kompartemen udara $9{,}1.10^{-12}$ ppm, pada tanah $4{,}5.10^{-11}$ ppm, pada air $6{,}9.10^{-4}$ ppm, pada sedimen 0,99 ppm, padaikan 0,013 ppm, pada tanaman air 0,005 ppm, dan pada moluska 0,002 ppm. Model fugasitas berguna dalam memprediksi distribusi penyebaran DDT di setiap kompartemen lingkungan di Waduk Saguling.

Kata Kunci : *organoklorin, Waduk Saguling, fugasitas, konsentrasi organoklorin*

Abstract: *Saguling reservoir is an artificial reservoir located in West Bandung regency at an altitude of 643 m above sea level and serves to stem the Citarum River which is the largest river in West Java. Upper Citarum River has detected the organochlorine insecticide, one of them iss DDT. It is feared that DDT can accumulate in Saguling Reservoir which is the first dam to stem the Citarum River. This is very worrying given Saguling has greatly affect to the lives of many people. This study was conducted to estimate the fugacityvalue and concentration of DDT in each environmental compartment, such as in water, sediment, fish, aquatic plants, and mollusks by using Fugacity models. From calculation result, average DDT fugacity in the air is $3.23.10^{-14}$Pa, on the soil $2.73.10^{-17}$Pa, in the water $1.78.10^{-9}$ Pa, in sediments $9.64.10^{-10}$Pa. DDT concentration in the air compartment at Saguling Reservoir is $9{,}1.10^{-12}$ppm, on the ground $4{,}5.10^{-11}$ppm, in the water $6{,}9.10^{-4}$ppm, in sediments 0.99ppm, in the fish 0.013ppm, in the aquatic plant 0.005ppm, and in the mollusk 0.002ppm. Fugacity models are useful in predicting the distribution of DDT in each environmental compartment in Saguling Reservoir.*

Key Words: *organochlorines, Saguling Reservoir, fugacity, organochlorines concentration*

PENDAHULUAN

Persistence Organic Pollutans (POPs) merupakan bahan kimia berbahaya yang menjadi perhatian dunia. Salah satu POP's yang menjadi perhatian adalah insektisida yang termasuk dalam golongan organoklorin seperti Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Heptakhlor, dan termasuk DDT. Penggunaan insektisida DDT sudah dilarang di gunakan di Indonesia melalui Peraturan Menteri Pertanian No. 24/Permentan/SR.140/4/2011, karena sifatnya yang persisten dan bioakumulatif.

Beberapa hasil penelitian sebelumnya mengemukakan bahwa bahan aktif yang telah dilarang seperti aldicarb, alfa-sipermetrin, diazinon, dikofol, endosulfan, karbaril, kartap hidroklorida, klorotalonil, klorpirifos, mankozeb, permetrin, dan sipermetrin masih digunakan di DAS Citarum (Rochmanti, 2009). Senyawa DDT yang digunakan dalam penyemprotan tanaman perkebunan akan jatuh ke tanah, dan akan ikut terbawa oleh larian air akibat adanya hujan. Larian tersebut nantinya akan masuk ke badan air seperti sungai. Sungai Citarum akan terbendung pada Waduk Saguling. DDT dikhawatirkan terakumulasi pada Waduk Saguling. Pestisida organoklorin dapat terakumulasi pada sedimen dan biota yang ada di suatu perairan. Hal ini diperkuat

oleh penelitian yang dilakukan Wibowo (2010), yang menyatakan bahwa residu lindan, aldrin, heptaklor, dieldrin, DDT, dan endosulfan terdeteksi pada air, sedimen, ikan yang ada di Sungai Citarum. Hal yang sama juga akan terjadi apabila pencemar masuk ke Waduk Saguling. Oleh karena itu penelitian tentang estimasi dan hubungan konsentrasi DDT pada setiap kompartemen lingkungan di Waduk Saguling sangat penting untuk dilakukan.

Maksud dari penelitian ini adalah mengestimasi dan mengevaluasi penggunaan DDT menggunakan model fugasitas dan analisis hubungan antara pencemaran DDT pada kompartemen lingkungan di Waduk Saguling, hilir Das Citarum Hulu, Kabupaten Bandung. Tujuan dari penelitian ini adalah mengestimasi besarnya nilai fugasitas dan konsentrasi DDT dari setiap kompartemen lingkungan, yaitu pada air, sedimen, ikan, tanaman air, dan moluska menggunakan model fugasitas.

METODOLOGI

Lokasi penelitian terletak di Waduk Saguling, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Pihak yang mengelola Waduk Saguling adalah PT Indonesia Power UBP Saguling. Data sekunder yang diperlukan untuk keperluan pemodelan antara lain, karakteristik fisika kimia pencemar DDT dan karakteristik kompartemen lingkungan di Waduk Saguling. Data sekunder yang dibutuhkan untuk perhitungan fugasitas adalah nilai koefisien *octanol-water* (Kow), koefisien *organic carbon (*Koc), konstanta Henry (H), tekanan uap pada fasa liquid, berat molekul, kerapatan, faktor biokonsentrasi pada biota, waktu paruh pada setiap kompartemen lingkungan, dan difusifitas molekul. Setiap nilai karakteristik tersebut diambil pada keadaan suhu 25 ^{0}C (Mackay et al., 2006).

Karakteristik waduk yang harus diketahui untuk perhitungan fugasitas adalah luas area waduk, kedalaman air, ketebalan tanah, ketebalan sedimen, ketinggian atmosfer yang ditinjau, densitas biota, laju alir masuk atau keluar udara dan air, fraksi volume setiap subkompartemen, konten lemak biota, konten organik kompartemen, koefisien transfer massa, dan laju presipitasi hujan. Nilai-nilai tersebut didapatkan dari studi literatur (Mackay, 2001) dan dari hasil pengukuran lapangan.

Data primer penelitian didapatkan dengan melakukan pengukuran sampel-sampel kompartemen lingkungan, seperti air, sedimen, ikan, tanaman air, dan moluska. Konsentrasi input pencemar didapat dengan mengukur konsentrasi pencemar organoklorin di air sungai Citarum yang menjadi input dari Waduk Saguling. Sungai Citarum menjadi sungai tempat pembuangan limbah industri dan air larian dari daerah pertanian. Untuk kompartemen udara, input pencemar ke dalam sistem waduk dari udara dianggap sangat kecil sehingga nilainya dapat diabaikan.

Pengambilan sampel air, sedimen, tanaman air dan ikan pada Waduk Saguling dilakukan dengan metode komposit. Pengambilan sampel air menggunakan *water sampler*, dan sampel sedimen menggunakan *van grab sampler* dilengkapi dengan penggunaan *Geografic Positioning System* (GPS) untuk mengetahui lokasi titik pengambilan sampel.

Pengambilan sampel air akan dilakukan pada 12 titik. Tiga titik sampling berada di luar dari waduk, sedangkan sembilan titik sampling terdapat pada waduk. Lokasi ketiga titik tersebut terdapat pada daerah input waduk dan output waduk (dua titik). Data hasil analisa dari sembilan titik ini digunakan sebagai data validasi hasil perhitungan fugasitas. Data yang digunakan sebagai validasi model diambil pada musim kemarau dan musim hujan. Data untuk musim hujan menggunakan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Riwinta (2012), Rahmawati (2012), dan Retno (2012).

Sampel dilakukan prosedur ekstraksi organoklorin terlebih dahulu sebelum dianalisa menggunakan metode gas kromatografi. Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Higiene Industri dan Toksikologi, Teknik Lingkungan ITB. Analisis sampel dilakukan dengan kromatografi gas di Laboratorium Balai Penelitian Teknologi Pertanian dan Lingkungan di Bogor.

Metode Ekstraksi

Sampel diblender hingga halus, ditimbang sampai mencapai berat 25 mg, dimasukkan ke dalam cup homogenizer dan dicampur dengan aceton sebanyak 100 ml. Campuran sampel dan pelarut organik kemudian dihaluskan dengan menggunakan *homogenizer* selama 20 menit dengan kecepatan 100 rpm dan disaring. Hasil saringan kemudian dikocok dengan n-heksana sebanyak 25 ml menggunakan corong pisah. Kocok kuat corong pisah selama 3 menit dan diamkan sehingga terpisah bagian airnya di bagian bawah dan bagian larutan organiknya di bagian atas.

Contoh air kemudian dikocok ulang dengan n-heksana sebanyak 25 ml menggunakan corong pisah. Kocok kuat corong pisah selama 3 menit dan diamkan sehingga terpisah bagian air di bagian bawah dan pelarut organiknya di bagian atas. Buang bagian airnya dan masukkan larutan organik di dalam labu bundar. Larutan organik dimasukkan ke dalam kolom kromatografi yang berisi florisil dan sodium sulfat anhidrat untuk mengikat sisa air yang ada dan pengotor.

Larutan kemudian dipekatkan dengan evaporasi menggunakan *rotary evaporator* sampai 1 ml. Bilas labu bundar menggunakan aceton sampai pengenceran 10 ml dan larutan sampel siap disuntikkan ke Gas Kromatografi.

Analisa Sampel dengan Gas Kromatografi

Sampel yang telah diekstraksi diinjeksikan ke dalam gas kromatografi. Konsentrasi residu dihitung dengan cara mengukur tinggi puncak kromatogram kemudian dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

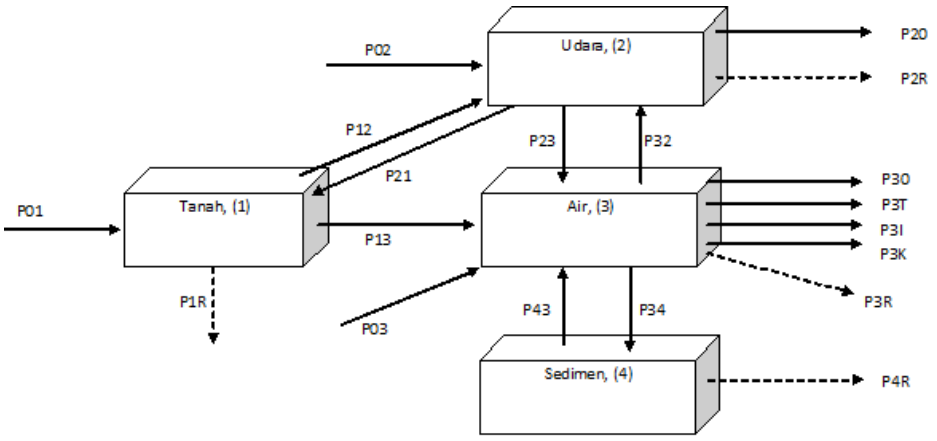
$$R=\frac{Ac}{As}\times Ks\times\frac{Fc}{Bc}$$

Keterangan:
R = Residu pada sampel (ppm)
Ac = Area puncak contoh (μV.min)
As = Area puncak standar (μV.min)
Ks = Konsentrasi standar (mg/L)
Bc = Berat contoh (gr) / (ml)
Fc = Faktor pengenceran (ml)

Formulasi dan penyusunan kerangka model fugasitas level 3 didasarkan pada persamaan neraca massa. Persamaan neraca massa menggambarkan situasi yang terjadi di dalam sistem waduk. Diagram konseptual pada sistem waduk yang digunakan untuk menyusun persamaan neraca massa digambarkan pada **Gambar 1**. Penjelasan notasi yang terdapat pada diagram tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Pada model fugasitas yang digunakan terdapat 4 kompartemen yaitu, kompartemen tanah, udara, air, dan sedimen. Pada kompartemen udara terdapat subkompartemen udara dan aerosol. Pada kompartemen air terdapat subkompartemen air, partikel tersuspensi, dan biota (ikan, tanaman air, dan moluska). Pada kompartemen sedimen terdapat subkompartemen air dan padatan pada sedimen.

Dari diagram tersebut dapat dibuat persamaan neraca massa yang menggambarkan berapa banyak pencemar yang masuk (di sebelah kiri persamaan) dan berapa banyak pencemar yang berdifusi ke kompartemen lain (disebelah kanan persamaan) (lihat **Tabel 2** kolom 2). Dengan melakukan subtitusi dari keempat persamaan neraca massa pada kolom 3, akan didapat persamaan untuk menghitung nilai fugasitas untuk setiap kompartemen.



Gambar 1. Diagram konseptual model fugasitas di Waduk Saguling

Persamaan tersebut dikembangkan dengan memperhitungkan adveksi, reaksi degradasi, difusi, deposisi basah dan kering, disolusi, *run off*, absorpsi, dan resuspensi. Nilai D merupakan parameter transpor yang memiliki satuan mol/Pa.h. Secara umum nilai D sama dengan laju alir (G, m^3/jam) dikalikan kapasitas fugasitas (Z, mol/m^3Pa). Kapasitas fugasitas dihitung untuk setiap kompartemen. Nilai Z untuk kompartemen udara tergantung dari nilai konstanta gas dan suhu udara di atas permukaan air waduk. Nilai Z untuk air berbanding terbalik dengan konstanta Henry. Dengan mengetahui nilai Z kompartemen air dan udara, maka nilai Z untuk kompartemen lain dapat dihitung, dengan sebelumnya mendapatkan nilai koefisien partisi antar dua kompartemen tersebut.

Setelah didapatkan nilai fugasitas (f) dan kapasitas fugasitas (Z) maka konsentrasi pencemar pada setiap kompartemen dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_{i,j} = Z_{i,j} \cdot f_{i,j}$$

$C_{i,j}$= konsentrasi kontaminan ke-i pada kompartemen lingkungan ke-j (mol/m^3)

$Z_{i,j}$ = kapasitas fugasitas kontaminan ke-i pada kompartemen lingkungan ke-j(mol/m^3Pa)

$f_{i,j}$= Fugasitas kontaminan ke-i pada kompartemen lingkungan ke-j (Pa)

Tabel 1. Keterangan proses dalam diagram model fugasitas

Simbol	Proses Transfer
P_{01}	Input kontaminan ke dalam kompartemen tanah
P_{02}	Aliran udara adveksi ke dalam system waduk
P_{20}	Aliran udara adveksi ke luar system waduk
P_{12}	Evaporasi kontaminan dari tanah ke udara
P_{21}	Transfer kontaminan dari udara ke tanah
P_{23}	Transfer kontaminan dari udara ke air
P_{32}	Difusi dari air ke udara
P_{13}	*Runoff* kontaminan ke system waduk
P_{4R}	Reaksi degradasi pada kompartemen sedimen
P_{3T}	Biotransformasi oleh Eceng Gondok
P_{3I}	Biotransformasi oleh Ikan Nila
P_{3K}	Biotransformasi oleh Keong Mas
$P_{03/30}$	Aliran air advektif masuk/keluar waduk
P_{43}	Transfer kontaminan dari air ke sedimen
P_{34}	Transfer kontaminan dari sedimen ke air
P_{1R}	Reaksi degradasi pada kompartemen tanah
P_{2R}	Reaksi degradasi pada kompartemen udara
P_{3R}	Reaksi degradasi pada kompartemen air

Perhitungan fugasitas akan dilakukan pada sembilan zona, sehingga hasil hitung yang didapat dapat dibandingkan atau divalidasi dengan hasil sampling pada Sembilan titik di waduk. Luas setiap zona ditentukan dengan menggunakan bantuan *Google Earth*. Kedalaman waduk setiap zona didapatkan dari hasil pengukuran lapangan. Model waduk dalam perhitungan fugasitas ini memiliki satu input dan satu output. Besarnya debit yang masuk dan debit yang keluar dari sistem waduk adalah sama. Besarnya waduk pada musim kemarau dan musim hujan dibedakan. Batas dari waduk adalah lereng miring di sekitar waduk.

Pencemar yang masuk melalui input tunggal yaitu melalui Sungai Citarum diasumsikan teraduk sempurna. Skema kompartemen lingkungan yang berada pada Waduk Saguling dapat diliihat pada **Gambar 2**. Ilustrasi model waduk tampak atas dapat dilihat pada **Gambar 3**.

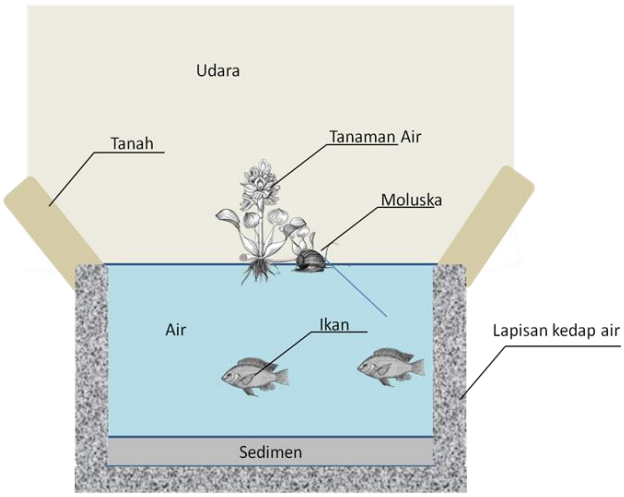
Analisa sensitifitas digunakan untuk mengetahui parameter mana yang memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil hitung. Parameter input dalam perhitungan fugasitas, diuji dengan mengubah nilai parameter tersebut sejumlah ±10% dari nilai awal. Koefisien sensitifitas dihitung dengan menggunakan Persamaan (Jorgensen, 1994 dalam Xu, F.-L., et al.2012) di bawah ini,

$$S = (Y_{1,1} - Y_{0,9}) / (0,2 \times Y)$$

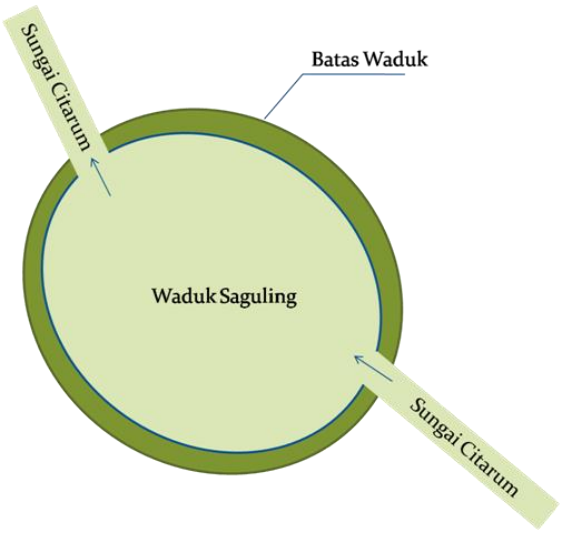
Y adalah output dari hasil hitung. $Y_{1,1}$ adalah output dari hasil hitung dimana input parameter ditambah nilainya sebesar 10% sedangkan $Y_{0,9}$ adalah output dari hasil hitung dimana input parameter dikurangi nilainya sebesar 10%. Output yang dimaksud adalah konsentrasi hasil hitung pada setiap kompartemen (tanah, udara, air, sedimen, ikan, tanaman air, dan moluska). Semakin besar nilai absolut koefisien sensitifitas semakin sensitif parameter tersebut.

Tabel 2. Persamaan neraca massa pada model fugasitas

Kompartemen (1)	**Persamaan Neraca Massa (2)**	**Detail Persamaan Neraca Massa (3)**
Tanah	$P_{01}+P_{21}= P_{12}+P_{13}+P_{1R}$	$E_1+D_{21}.f_2 = (D_{12}+D_{13}+D_{1R}).f_1$
Udara	$P_{02}+P_{32}+P_{12}= P_{20}+P_{23}+P_{21}+P_{2R}$	$G_{02}.C_{02}+D_{32}.f_3+D_{12}.f_1 = (D_{20}+D_{23}+D_{21}+D_{2R}).f_2$
Air	$P_{03}+P_{13}+P_{43}+P_{23}= P_{32}+P_{34}+P_{30}+P_{3T}+P_{3I}+P_{3K}+P_{3R}$	$G_{03}.C_{03}+D_{13}.f_1+D_{43}.f_4+D_{23}.f_2 = (D_{32}+D_{34}+D_{30}+D_{3T}+D_{3I}+D_{3K}+D_{3R}).f_3$
Sedimen	$P_{34}= P_{43}+P_{4R}$	$D_{34}.f_3 = (D_{43}+D_{4R}).f_4$



Gambar 2. Skema kompartemen di Waduk Saguling



Gambar 3. Tampak atas model waduk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi DDT Hasil Sampling

Pengambilan sampel dilakukan pada musim kemarau dan musim hujan. Untuk sampel air pada setiap titik dilakukan 2 kali pengambilan sampel dengan perbedaan kedalaman, yaitu pada permukaan dan pada setengah kedalaman. Apabila pada 1 titik sampling terdapat 1 data yang kosong akibat tidak terdeteksi (misal pada permukaan atau pada setengah kedalaman waduk), maka data kosong tersebut diasumsikan bernilai 1,5 kali dari limit deteksi analisa DDT menggunakan alat gas kromatografi (Smith et al., 2006).

Konsentrasi rata-rata hasil analisa setiap jenis sampel dapat dilihat pada **Tabel 3**. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa DDT masih melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Hal ini mengindikasikan bahwa DDT masih intensif digunakan sebagai insektisida pada usaha perkebunan di DAS Citarum.

Nilai aman sedimen berdasarkan *Threshold Effects Concentration* (TEC) dan *Probable Effects Concentration* (PEC). Nilai TEC dan PEC ini didapatkan melalui studi oleh MacDonald et al., (2000). Jika nilai TEC terlewati maka kualitas pencemaran sedimen tergolong terpolusi moderat, sedangkan jika tidak melewati maka sedimen tidak terpolusi. Apabila konsentrasi pencemar dalam sedimen melebihi nilai PEC maka sedimen dalam keadaan terpolusi berat. Dari hasil analisa sampel sedimen di Waduk Saguling, dapat terlihat bahwa sedimen dalam kondisi terpolusi moderat. Selain dilakukan pengukuran konsentrasi DDT pada sedimen di area waduk, dilakukan juga pengukuran konsentrasi DDT pada sedimen yang terletak di titik outlet waduk. Hasil analisa menunjukkan bahwa konsentrasi pada musim kemarau adalah 0,009 ml/L dan pada musim hujan adalah 0,008 ml/L. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi akumulasi DDT pada sedimen di area waduk, sehingga konsentrasi DDT yang keluar dari waduk sudah lebih kecil.

Tabel 3. Konsentrasi DDT hasil analisa sampel

Jenis Sampel	Standar Baku Mutu (ppm)	Konsentrasi Pencemar			
		Musim Kemarau	Status	Musim Hujan	Status
Air	0,002[(1)]	0,0042	Melewati standar kualitas	0,0029	Melewati standar kualitas
Sedimen	0,0041[(2)] 0,062[(3)]	0,057	Terpolusi moderat	0,051	Terpolusi moderat
Ikan	5[(4)]	0,2072	Memenuhi standar kualitas	0,0178	Memenuhi standar kualitas
Tanaman Air	TD	0,0107	-	0,036	-
Moluska	TD	0,1748	-	0,7466	-

Keterangan:

[(1)] : PP RI No.82 Tahun 2001
[(2)] : *Treshold Effect Concentration* (TEC), MacDonald et al., 2000
[(3)] : *Probable Effects Concentration* (PEC), MacDonald et al., 2000
[(4)] : *Extraneous Residue Limit* (ERL) (FAO/WHO, 1997)
TD: tidak diketahui

Ikan Nila merupakan jenis ikan yang dominan berada di Waduk Saguling. Dari hasil analisa sampel ikan terlihat bahwa secara keseluruhan konsentrasi DDT pada musim kemarau lebih tinggi daripada pada musim hujan. Seperti juga dilaporkan pada

penelitian di Danau Paranoa Brasil, residu DDT pada sampel yang diambil pada musim kemarau lebih besar dibanding sampelyang diambil pada musim hujan (Caldas, 1999). Hal ini terjadi karena konsentrasi organoklorin yang tersedia (*bioavailable*) di air Waduk Saguling pada musim kemarau lebih tinggi daripada pada musim hujan. Pada saat musim hujan air waduk banyak mengandung partikulat. DDT akan terabsorpsi pada partikulat, sehingga jumlah yang terlarut akan lebih sedikit daripada di musim kemarau. Dengan melihat ketiga hasil analisa pada sampel air, sedimen, dan ikan, terlihat bahwa konsentrasi terkecil terdapat pada sampel air, dan konsentrasi tertinggi terdapat pada sampel ikan. Sampel ikan memiliki konsentrasi terbesar karena terjadi adanya proses bioakumulasi. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sarafiloska dan Jordanoski, 2011.

Eceng Gondok dapat menyerap pencemar DDT dikarenakan pada tanaman tersebut terdapat kandungan lemak sebesar 1,1 % (Mangisah et al., 2009). Pencemar DDT akan terakumulasi dalam jaringan lemak. Pada musim kemarau sampel tanaman mengandung lebih sedikit pencemar dibanding pada musim hujan.

Keong Mas banyak ditemukan menempel pada Eceng Gondok. Pencemar DDT dapat terakumulasi pada jaringan lemak. Keong mas memiliki kandungan lemak sebesar 0,51 % (Dewi, 2012). Menurut data hasil pengamatan konsentrasi pencemar yang terkandung dalam keong mas, dinyatakan dalam satuan mg/kg sampel, pada musim kemarau lebih kecil daripada konsentrasi yang terakumulasi pada musim hujan.

Hasil Perhitungan Konsentrasi Pencemar

Pencemar yang terdapat pada air dapat menguap ke udara, namun dikarenakan keterbatasan alat maka pengecekan konsentrasi organoklorin di udara tidak dapat dilakukan. Pencemar yang ada di udara dapat turun ke permukaan air dan tanah, melalui deposisi basah dan deposisi kering. Sebagian kecil konsentrasi lainnya terbawa aliran udara keluar dari sistem waduk. Sejumlah kecil pencemar yang terdapat pada tanah dapat menguap kembali ke atmosfer, atau dapat juga terdegradasi oleh mikroba yang terdapat di tanah secara aerob. Pencemar organoklorin akan terikat kuat pada tanah, sehingga konsentrasi yang terbawa oleh larian air (terlarut) akan sangat kecil. Hal ini dikarenakan organoklorin memiliki nilai Koc yang cukup besar. Pemaparan tersebut merupakan gambaran singkat mengenai daur hidup yang terjadi pada organoklorin di Waduk Saguling.

Sebelum dapat mengetahui konsentrasi pencemar di setiap kompartemen lingkungan yang ada pada Waduk Saguling, maka dilakukan perhitungan nilai fugasitas pada setiap kompartemen. Nilai tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4**. Hasil perhitungan fugasitas disajikan dalam nilai rata-rata dari semua zona. Dari tabel tersebut terlihat nilai fugasitas terbesar terdapat pada kompartemen air. Hal ini dipengaruhi oleh karakteristik DDT yang tidak mudah larut dalam air, sehingga memiliki kecenderungan tinggi untuk berpindah ke kompartemen lain.

Besarnya massa yang berpindah dari suatu kompartemen ke kompartemen lainnya dapat dilihat pada **Gambar 4**. Nilai-nilai yang tertera pada skema tersebut merupakan nilai rata-rata pada dua musim dan sembilan zona di waduk. Dari hasil perhitungan (lihat **Gambar 4**), rata-rata laju penguapan DDT dari tanah dari semua zona di dua musim adalah 6,123. 10^{-13} mol per jam, laju penguapan DDT dari media air adalah $6{,}7.10^{-6}$ mol/jam, laju absorpsi pencemar ke dalam sedimen adalah $1{,}77.10^{-2}$ mol/jam, konsentrasi pencemar yang masuk ke waduk dari tanah akibat proses perlindian sebesar $3{,}6.10^{-15}$ mol/jam, laju biotransformasi ke ikan sebesar $4{,}1.10^{-6}$ mol/jam, laju biotransformasi ke tanaman air sebesar

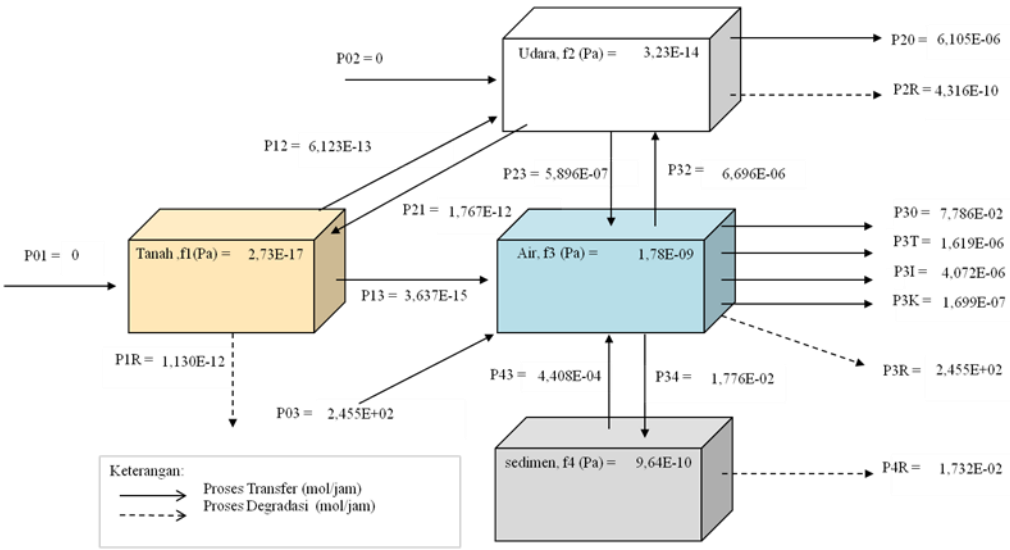
$1{,}6.10^{-6}$ mol/jam, laju biotransformasi ke moluska sebesar $1{,}7.10^{-7}$ mol/jam, dan laju transformasi pencemar akibat degradasi di media air sebesar 245 mol/jam.

Dari hasil hitung dapat dilihat bahwa pencemar yang terdapat pada air dapat terikat cukup banyak kedalam sedimen. Pencemar akan terikat pada partikulat dalam air dan partikulat tersebut akan mengendap ke dalam sedimen. Namun pencemar yang terdapat di sedimen dapat kembali ke air, dikarenakan adanya proses difusi. Sebagian kecil pencemar akan terakumulasi ke dalam biota yang ada di Waduk Saguling. Biota yang ada di waduk di asumsikan hanya Ikan Nila, Eceng gondok, dan Keong Mas. Sebagian besar lainnya terdegradasi dan terbawa aliran air keluar dari waduk.

Dengan mengetahui nilai fugasitas dan kapasitas fugasitas, maka konsentrasi pencemar DDT pada setiap kompartemen dapat dihitung. Hasil hitung konsentrasi pada setiap kompartemen dapat dilihat pada **Tabel 5**. Nilai pada tabel tersebut merupakan nilai rata-rata dari kesembilan zona dan dari dua musim. Dari hasil hitung tersebut dapat dilihat bahwa konsentrasi DDT tertinggi ada pada sedimen, lalu pada biota perairan waduk, air, tanah, dan udara. Hal ini dikarenakan karakteristik utama dari DDT yang mudah terarbsorpsi pada senyawa organik. Konsentrasi DDT pada udara akan sangat kecil dikarenakan adanya reaksi degradasi oleh sinar ultraviolet dan radikal hidroksil.

Tabel 4. Nilai fugasitas setiap kompartemen

Kompartemen	Fugasitas (Pa)	
	Musim Kemarau	Musim Hujan
Tanah	3,70E-17	2,24E-17
Udara	4,04E-14	2,95E-14
Air	2,23E-09	1,62E-09
Sedimen	1,20E-09	8,78E-10



Gambar 4. Skema fugasitas pencemar DDT

Tabel 5. Konsentrasi rata-rata DDT di berbagai kompartemen lingkungan berdasarkan hasil perhitungan

Kompartemen	Konsentrasi (ppm)
Tanah	4,5E-11
Udara	9,1E-12
Air	6,9 E-04
Sedimen	0,99
Ikan	0,01386
Tanaman Air	0,00516
Moluska	0,00201

Validasi

Keakuratan hasil perhitungan dapat diketahui dengan membandingkan konsentrasi hasil hitung dengan hasil analisa dari sampling yang dilakukan. Perbandingan konsentrasi hasil hitung dan hasil analisa untuk setiap kompartemen dapat dilihat pada **Tabel 6**. Hasil hitung pada tabel tersebut merupakan rata-rata dari semua zona dan dua musim. Hasil hitung kompartemen air, ikan, tanaman air, dan moluska secara umum menunjukkan bahwa hasil yang cukup dekat dengan hasil analisa sampling. Perbedaan yang cukup jauh antara hasil hitung dan hasil analisa terlihat pada kompartemen sedimen. Konsentrasi DDT pada sedimen merupakan hasil akumulasi selama bertahun-tahun sehingga cukup sulit untuk mengestimasi konsentrasi pencemar pada sedimen. Perhitungan konsentrasi DDT pada sedimen menggunakan data-data dalam rentang waktu selama 1 tahun.

Ketidaksamaan antara hasil hitung dan hasil analisa dapat disebabkan oleh banyak hal. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran konsentrasi pencemar pada sungai-sungai kecil di sekitar waduk, hanya pada sungai Citarum saja, sehingga hasil hitung konsentrasi pencemar pada air dapat lebih kecil.

Asumsi-asumsi angka yang digunakan dalam perhitungan jelas dapat mempengaruhi hasil hitung. Proses-proses alam yang sangat kompleks yang tidak dapat dituangkan kedalam persamaan juga dapat mempengaruhi hasil hitung. Pengambilan sampel komposit juga dapat mempengaruhi hasil hitung, sehingga hasil yang didapat kurang representatif untuk waduk yang sebenarnya.

Tabel 6. Perbandingan konsentrasi antara hasil analisa sampel dan hasil hitung

Kompartemen	Konsentrasi DDT Hasil Analisa (mol/m3)								
	Zona 1B	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Zona 9
Air	0,014	0,015	0,013	0,008	0,007	0,008	0,010	0,010	0,043
Sedimen	0,190	0,214	0,171	0,175	0,240	0,146	0,437	0,422	0,275
Ikan	4,7E-04	3,7E-05	3,8E-04	5,2E-04	1,6E-04	3,1E-04	1,8E-04	3,0E-05	-
Tanaman Air	6,5E-05	3,0E-05	6,2E-05	3,6E-05	3,2E-05	8,5E-05	9,7E-05	4,0E-05	8,2E-05
Moluska	4,8,E-04	1,9,E-04	4,8,E-04	2,9,E-03	2,0,E-03	1,5,E-04	5,7,E-04	8,2,E-03	-
Kompartemen	**Konsentrasi DDT Hasil Hitung (mol/m^3)**								
	Zona 1B	**Zona 2**	**Zona 3**	**Zona 4**	**Zona 5**	**Zona 6**	**Zona 7**	**Zona 8**	**Zona 9**
Air	0,095	0,188	0,139	0,018	0,048	0,033	0,023	0,037	0,034
Sedimen	0,005	0,010	0,007	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002
Ikan	5,7E-05	1,2E-04	8,5E-05	8,8E-06	2,9E-05	1,9E-05	1,3E-05	2,3E-05	1,8E-05
Tanaman Air	1,8E-05	3,7E-05	2,7E-05	2,8E-06	9,0E-06	5,9E-06	4,1E-06	7,3E-06	5,6E-06
Moluska	8,2E-06	1,7E-05	1,2E-05	1,3E-06	4,2E-06	2,7E-06	1,9E-06	3,4E-06	2,6E-06

Analisa Sensitifitas

Dari 64 parameter yang dihitung, terdapat 32 parameter yang memiliki sensitifitas lebih besar dari 0,5. Hasil hitung koefisien sensitifitas dapat dilihat pada **Tabel 7.** Dari tabel perhitungan diatas terlihat bahwa parameter yang paling berpengaruh dalam perhitungan fugasitas organoklorin adalah nilai Log Kow dan Log Koc. Hal ini dikarenakan organoklorin bersifat lipofilik, sehingga distribusinya dilingkungan sangat berpengaruh dari tendensinya untuk berikatan dengan senyawa organik atau jaringan lemak. Faktor lain yang ikut berpengaruh dalam perhitungan fugasitas adalah suhu, faktor BCF, konten lemak biota, konten organik, dan properti fisik kimia waduk. Dengan mengetahui faktor dominan dalam daur hidup DDT di Waduk Saguling, dapat disimpulkan bahwa buangan DDT ke badan air dapat langsung mempengaruhi seluruh kompartemen waduk. Hal serupa diutarakan dari penelitian oleh Wang et al., (2012).

Tabel 7. Koefisien sensitifitas dari parameter model fugasitas

Parameter	Output						
	tanah	**udara**	**air**	**sedimen**	**ikan**	**tanaman air**	**moluska**
Log Kow	-	-	-	-	19,593	19,593	19,593
Log Koc	-8,061	-15,897	-	-	-15,897	-15,897	-15,897
Tekanan Uap fasa liquid, PL	0,822	-	-	-	-	-	-
Berat Molekul	-1,010	-1,010	-1,010	-1,010	-1,010	-1,010	-1,010
Densitas	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111
waktu paruh-air	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,900
waktu paruh-sedimen	-	-	-	0,956	-	-	-
waktu paruh-tanah	0,694	-	-	-	-	-	-
Faktor biokonsentrasi pada ikan	-	-	-	-	1,000	-	-
Faktor biokonsentrasi pada tanaman air	-	-	-	-	-	1,000	-
Faktor biokonsentrasi pada keong mas	-	-	-	-	-	-	1,000
Luas area tiap zona lokasi di danau	-	-	-1,010	-1,010	-1,010	-1,010	-1,010
Luas area danau	-0,914	-0,914	-	-	-	-	-
Ketebalan tanah	-0,697	-	-	-	-	-	-
Kedalaman air tiap zona lokasi di danau	-1,010	-1,010	-1,010	-1,010	-1,010	-1,010	-1,010
Ketebalan sedimen	-	-	-	-0,965	-	-	-
Densitas partikel tersuspensi	-1,010	-1,010	-	-	-1,010	-1,010	-1,010
Suhu udara di atas waduk	-	-1,015	-	-	-	-	-
Laju alir udara masuk ke system waduk	-0,914	-0,914	-	-	-	-	-
Laju alir air masuk ke system waduk musim kemarau	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Fraksi volume partikel tersuspensi di dalam air	-	-	0,976	-	-	-	-
konten lemak Ikan Nila	-	-	-	-	1,000	-	-
konten lemak Keong Mas	-	-	-	-	-	-	1,000
konten lemak Eceng Gondok	-	-	-	-	-	1,000	-
konten organik karbon partikel tersuspensi	-1,010	-1,010	-	-	-1,010	-1,010	-1,010
Konstanta gas	-	-1,015	-	-	-	-	-
Koefisien transfer massa udara diatas permukaan air	0,913	0,913	-	-	-	-	-
Fraksi volume aerosol	-0,824	-	-	-	-	-	-
Panjang jalur difusi diatas permukaan tanah	-1,009	-	-	-	-	-	-
Laju deposisi sedimen	-	-	-	1,000	-	-	-

Keterangan:

- : nilai S (koefisien sensitifitas) kurang dari 0,5

KESIMPULAN

Pemakaian pestisida sebagai pembasmi hama di DAS Citarum telah berakibat hadirnya sejumlah konsentrasi DDT di Waduk Saguling. Konsentrasi organoklorin DDT pada air waduk masih melebihi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Nilai fugasitas rata-rata dari seluruh zona waduk pada kedua musim untuk media air adalah $1{,}78.10^{-9}$Pa, media sedimen adalah $9{,}64.10^{-10}$ Pa, media tanah adalah $2{,}73.10^{-17}$ Pa, dan media udara adalah $3{,}23.10^{-14}$ Pa. Nilai fugasitas terbesar terdapat pada kompartemen air. Konsentrasi DDT pada kompartemen udara 9,1. 10^{-12} ppm, pada tanah $4{,}5.10^{-11}$ ppm, pada air $6{,}9.10^{-4}$ ppm, pada sedimen 0,99 ppm, pada ikan 0,013 ppm, pada tanaman air 0,005 ppm, dan pada moluska 0,002 ppm.

Pemakaian DDT yang telah bertahun-tahun mengakibatkan adanya akumulasi pada sedimen di Waduk Saguling dan kondisinya dalam keadaan terpolusi moderat. Daur hidup DDT di waduk sangat dipengaruhi oleh nilai Kow dan Koc. Model fugasitas berguna dalam memprediksi distribusi penyebaran DDT di setiap kompartemen lingkungan di Waduk Saguling.

Penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pengukuran konsentrasi dan debit di sungai-sungai kecil yang dapat menjadi input bagi Waduk Saguling.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Ibu Katharina Oginawati yang telah memberikan arahan dalam penelitian ini. Penelitian ini dibiayai oleh DIKTI.

Daftar Pustaka

Caldas E.D., Coelho R., Souza L.C.K.R., dan Ciba S.C. (1999). Organochlorine Pesticide in Water, Sediment, andFish of Paranoa Lake of Brazilia Brazil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*,62(2), 199-206.

Cioce, D. (2008). The Patterns of Distribution of Organochlorine Pesticides in Sediment in the Letort Spring Run, Cumberland County, Pennsylvania. Department of Environmental Studies: Dickinson College

Dewi, Y.P. (2012). Perubahan Kandungan Asam Lemak dan Kolesterol Keong Mas (*Pomacea canaliculata*) Akibat Proses Pengolahan. Tugas Akhir Sarjana: Departemen Teknologi Hasil Perairan, Institut Pertanian Bogor.

Li, Q., Zhu T., Qiu X., Hu J., dan Vighi M. (2006). Evaluating The Fate Of P,P'-DDT In Tianjin, China Using A Non-Steady-State Multimedia Fugacity *Model. Ecotoxicology And Environmental Safety* 63, 196-203.

Mangisah, I., Sukamto, B. dan Nasution, M H. (2009). Implementation of Fermented Eceng Gondok In Duck Ration. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 34 (2). pp. 127-133. ISSN 0410-6320

MacDonald, D.D., C.G. Ingersoll, dan T.A. Berger. (2000). Development and evaluation of consensus based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Arch. Environ. Contam. Toxicol*. 39:20-31.

Mackay, D. (2001). Multimedia Environmental Models. Boca Raton: CRC Press LLC

Mackay, D., Shiu, W.Y., Ma, K.C., dan Lee, S.C. (2006). Physical-Chemical Properties and Environmental Fate for Organic Chemicals, Volume IV, Nitrogen and Sulfur Containing Compounds and Pesticides. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

Rahmawati, S. I. (2012). Distribusi Organoklorin Pada Air, Sedimen, Moluska Dan Ikan Di Waduk Saguling. Tugas Akhir Sarjana: Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Retno, R. (2012). Analisis Resiko Organoklorin Pada Manusia Pengonsumsi Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Dari Waduk Saguling. Tugas Akhir Sarjana: Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Riwinta, R. (2012). Bioakumulasi Insektisida Organoklorin Pada Tanaman Air Di Waduk Saguling. Tugas Akhir Sarjana: Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Rochmanti. (2009). Identifikasi Penggunaan Organoklorin di Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu, Desa Kertasari. Tugas Akhir Sarjana: Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Sarafiloska, E. V., dan Jordanoski, M. (2011). Study of Organochlorine Pesticide Residues In Water, Sediment And Fish Tissue In Lake Ohrid (Macedonia/Albania*). Macedonian*

Journal of Chemistry and Chemical Engineering, Vol. 30, No. 2, pp. 163–179.

Smith, D., Silver, E., dan Harnly, M. (2006). Environmental Samples Below The Limits Of Detection – Comparing Regression Methods To Predict Environmental Concentrations. California Department of Health Services, California.

Wang,C., Feng, Y., Sun, Q., Zhao, S., Gao, P, dan Li, B. L. (2012). A multimedia fate model to evaluate the fate of PAHs in Songhua River, China.*Environmental Pollution*, 164 : 81-88

Wibowo, N. (2010). Analisis Kandungan Endosulfan Pada Air, Sedimen, Dan Ikan Serta Potensi Akumulasi Pada Organ Hati (Studi Kasus Sungai Citarum Hulu). Tugas Akhir Sarjana: Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Xu, F.L., Qin N. , Zhu Y., He W., Kong X.Z., Barbour M. T., He Q.S., Wang Y., Ou-Yang H.L., dan Tao S. (2012) : Multimedia *fate* modeling of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Lake Small Baiyangdian, Northern China. *Ecological Modelling*.http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.04.010

EVALUASI BOD DAN COD DENGAN MENGGUNAKAN METODE QUAL2Kw DI SUNGAI PUDU KECAMATAN MANDAU KABUPATEN BENGKALIS PROVINSI RIAU

Ika Kusumawati
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik, Universitas Presiden
Jl. Ki Hajar Dewantara, Jababeka Education Park, Cikarang, Jawa Barat 17550
1k4kusmawati@gmail.com

Abstrak: Sungai Pudu itu mengalir dari aliran Kota Duri yang memiliki panjang 26,04 km yang merupakan salah satu sungai yang mengalir di Kecamaan Mandau dan terindikasi banyak mengalami penurunan. Salah satu penyebabnya adalah buangan limbah cair yang berasal dari sisa-sisa limbah cair domestik (domestic wastewater) dan leachate (air lindi) dari penumpukan sampah dari beberapa titik lokasi di Sungai Pudu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana gambaran kualitas BOD dan COD di Sungai Pudu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan survei primer (pengambilan sampel), uji laboratorium, dan selanjutnya menggunakan program QUAL2Kw. Hasil yang diperoleh yaitu : 1) pada beban pencemar BOD, hampir semua lokasi pengamatan di atas ambang aman yang ditentukan, kecuali pada lokasi pengamatan 5 (Jembatan Jalan Tegar I; Kelurahan Pematang Pudu) yaitu sebesar 1,218 mg/l; dan 2) pada beban pencemar COD di Sungai Pudu, diperoleh bahwa pada semua lokasi pengamatan di atas ambang batas aman. Untuk mengantisipasinya perlu dilakukan untuk memulihkan kualitas Sungai Pudu, diantaranya adalah: koordinasi antar stakeholder meminimalisir beban pencemar, pengecekan ada/tidaknya IPAL sebelum air limbah dibuang, pengawasan pada sampah padat supaya tidak dibuang langsung ke Sungai Pudu.

Kata Kunci: *Sungai Pudu, BOD, COD*

Abstract: *Pudu River that flow from Kota Duri which has a length of 26.04 km which is one of the rivers that flow in Kecamaan Saber and indicated many declined. One reason is the liquid waste that comes from the remnants of domestic waste water (domestic wastewater) and leachate (leachate) from the accumulation of garbage from several locations in Pudu River. This study aims to determine how the image quality of BOD and COD in Pudu River. The method used in this study with the primary survey (sampling), laboratory testing, and subsequent use QUAL2Kw program. The results obtained are: 1) the pollutant load of BOD, almost all the observation location above the threshold specified safe, except the observation location 5 (Bridges Tough Road I; Sub Pematang Pudu) is equal to 1,218 mg / l; and 2) the COD pollutant load in Pudu River, shows that at all locations on the above observations safe threshold. To anticipate is necessary to recover the quality of Pudu River, including: coordination between stakeholders in order to minimize the pollutant load, checking the presence / absence of wastewater before the wastewater discharged, the supervision of solid waste that are not disposed directly into Pudu River.*

Keywords: *Pudu River, BOD, COD*

PENDAHULUAN

Pengelolaan lingkungan hidup sesuai dengan Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup merupakan hal yang penting dalam menentukan kualitas lingkungan, khususnya untuk Sungai Pudu. Sungai ini berada di Kecamatan Mandau Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau mengalir dengan panjang ± 26,04 km (BLH Kabupaten Bengkalis, 2013). Sungai Pudu merupakan wilayah dengan ketinggian permukaan 0,0 - 6,0 m di atas permukaan air laut, dengan mikrofologi antara rata dan berbukit dengan kemiringan yang sangat kecil/landai (**Gambar 1**). Endapan tertua (aluvium tertua) diperkirakan terjadi 700.000 tahun yang lalu dimana permukaan air laut berada kurang lebih 120 m lebih rendah dari permukaan laut sekarang. Pada endapan pantai yang datar kemudian mengalir sungai-sungai yang relatif lebar seperti rokan, sungai Bangko dan anak sungai lainnya. Sungai Pudu merupakan anak sungai Rokan yang pada akhirnya berhubungan dengan sungai-sungai kecil lainnya. (Laporan Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Pudu di Kecamatan Mandau, 2013).

Gambar 1. Kondisi Sungai Pudu
(*Sumber: Dokumentasi Laporan Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Pudu di Kecamatan Mandau, 2013*)

Sungai Pudu merupakan salah satu sungai yang mengalir di Kecamatan Mandau. Sungai ini digunakan penduduk di Kecamatan Mandau, khususnya di Kota Duri untuk kegiatan sehari-hari. Dari tahun ke tahun kualitas Sungai Pudu mengalami penurunan. (Laporan Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Pudu di Kecamatan Mandau, 2013;).

Beberapa penyebab dari menurunnya kualitas Sungai Pudu disebabkan oleh banyaknya buangan limbah cair yang berasal dari sisa-sisa limbah cair domestik (*domestic wastewater*), yaitu limbah cair hasil buangan dari perumahan (rumah tangga), bangunan, perdagangan dan perkantoran. Contohnya yaitu: air sabun, air detergen sisa cucian, dan air tinja. Selain itu, di beberapa lokasi ditemukan *leachate* (air lindi) dari penumpukan sampah dari beberapa titik lokasi di Sungai Pudu. Hal ini sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana gambaran kualitas BOD dan COD di Sungai Pudu (Samin, 2005).

BAHAN DAN METODE

Perhitungan estimasi beban pencemar menggunakan metode Streeter-Phelps dengan program QUAL2Kw. Penggunaan program QUAL2Kw dapat mengestimasi nilai beban pencemaran pada tiap ruas sungai. Pemodelan dengan menggunakan *software* QUAL2Kw terlebih dahulu dilakukan pembagian ruas (*reach*), jarak dan batas sungai. Gambar sketsa Sungai Pudu dan pembagian ruas DAS Sungai Pudu. Ditetapkan per segmen sesuai dengan wilayah administrasinya. Pengambilan sampling sesuai dengan prosedur SNI 06-2421-1991.

Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi *point source* dan *non point source*. Berdasarkan pembagian ruas tersebut di atas, peneliti mengidentifikasi *point source* yang memasuki Sungai Pudu. Dimulai dari bagian hulu, peneliti mengidentifikasi apakah terdapat industri yang membuang limbah ke Sungai Pudu. Identifikasi *point source* juga dilakukan pada ruas – ruas yang telah ditentukan. Demikian seterusnya hingga ruas ke-10 Sumber pencemaran dari *point source* adalah sumber titik yang menunjukan buangan polutan yang ditimbulkan oleh sumber spesifik, atau lokasi tertentu.

Parameter kualitas air yang dimasukkan ke dalam program adalah temperatur, pH, konduktivitas, TSS, BOD, COD dan DO. Perhitungan data dengan menggunakan QUAL2Kw mempergunakan data rata-rata (*mean*), data hasil pengamatan maksimun dan data hasil pengamatan minimum. Parameter BOD, secara umum banyak dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran air buangan. Penentuan BOD sangat penting untuk menelusuri aliran pencemaran dari tingkat hulu ke muara (Oseana, 2005).

Tabel 1. Titik-Titik Lokasi Pemantauan dan Pengambilan Contoh Air Sungai Pudu

No	Nama Lokasi	Koordinat Pengamatan	Penggunaan Lahan	Sumber Pencemar	Jarak Titik Antar Sampel (km)
1	Dekat Jalan Desa Harapan; Kelurahan Air Jamban (Hulu Sungai Pudu)	X: 101,1575470 Y: 1,2896550	Perumahan	Limbah rumah tangga	
2	Jembatan Jalan Nusantara I; perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Air Jamban	X: 101,1621126 Y: 1,2832345	Perumahan	Limbah rumah tangga	0,933
3	Jembatan Hangtuah; Kelurahan Babussalam	X: 101,1617530 Y: 1,2710325	Perumahan, Pertokoan	Limbah dari kegiatan rumah tangga dan pasar	1,510
4	Jembatan Jalan Ranggau (titik km 4); perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1638477 Y: 1,2654670	Perkebunan	Pertanian	0,699
5	Jembatan Jalan Tegar I; Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1530415 Y: 1,2478039	Perkebunan	Pertanian	2,620
6	Desa Petani	X: 101,1442820 Y: 1,2339360	Perkebunan	Pertanian	1,860
7	Desa Petani	X: 101,1298086 Y: 1,2287773	Perkebunan	Pertanian	1,910
8	Desa Petani	X: 101,0991816 Y: 1,2328653	Perkebunan	Pertanian	3,780
9	Desa Petani	X: 101,0716394 Y: 1,2415513	Perkebunan	Pertanian	3,470
10	Desa Petani	X: 101,0253908 Y: 1,2717828	Perkebunan	Pertanian	6,550

Sumber: Dokumentasi Laporan Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Pudu di Kecamatan Mandau, 2013

Dalam penelitian ini, program QUAL2Kw digunakan permodelan untuk mensimulasikan kadar BOD di sepanjang Sungai Pudu, sehingga dapat diketahui beban pencemaran di tiap segmen. Pada penelitian ini, permodelan dengan menggunakan *Program* QUAL2Kw digunakan untuk mengetahui kondisi BOD dan COD sepanjang sungai yang selanjutnya penanganan guna mengurangi beban pencemar yang terdapat di Sungai Pudu. Adapun titik-titik lokasi pemantauan dan pengambilan contoh air Sungai Pudu dilakukan pada 10 (sepuluh) lokasi (**Tabel 1**).

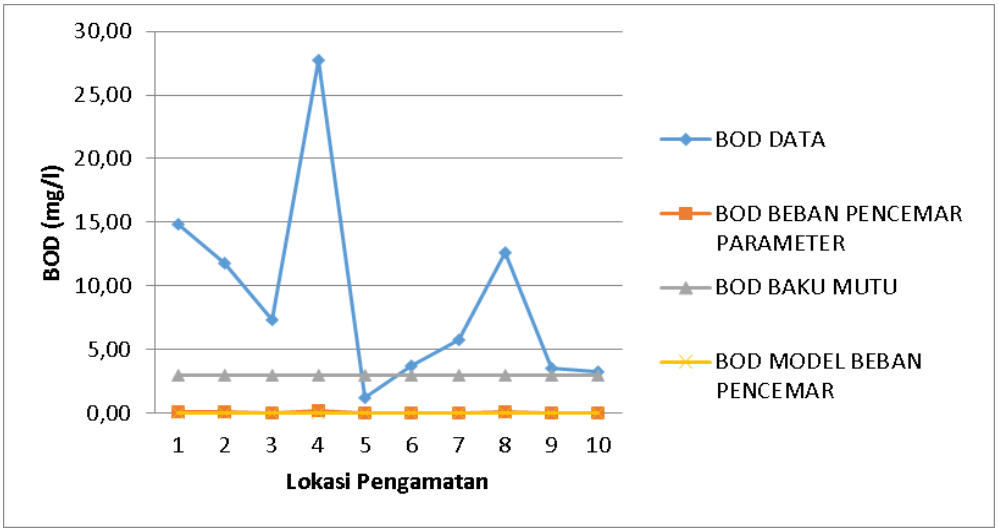
Gambaran kondisi Sungai Pudu di beberapa titik ditemukan perubahan lingkungan. Mulai dari penumpukan sampah, perubahan kualitas air, penyempitan lebar sungai, dan lain-lain (Kusmawati, 2016). Salah satu titik yang ditemukan terdapat banyak penumpukan sampah yaitu di lokasi sampling 4, tepatnya di Jembatan Jalan Ranggau; perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Pematang Pudu (**Gambar 2** dan **Gambar 3**).

Gambar 2. Kondisi Eksisting Sungai Pudu pada Tahun 2013
(sumber: Dokumentasi, 2013)

Gambar 3. Penumpukan Sampah di Titik Lokasi 4 Sungai Pudu
(sumber: Dokumentasi, 2013)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengukuran, nilai paramater BOD *headwater* adalah 14,86 mg/l, dari hasil pengukuran tersebut, diketahui bahwa kandungan BOD pada 10 (sepuluh) lokasi pengamatan, hampir semua kandungan BOD dapat dikategorikan melebihi BOD baku mutu yang ditetapkan, kecuali kandungan BOD di lokasi pengamatan 5 (Jembatan Jalan Tegar I; Kelurahan Pematang Pudu) yaitu sebesar 1,218 mg/l. Pada lokasi tersebut diketahui bahwa penggunaan lahan permukiman dan sebagian merupakan lahan perkebunan. Kualitas BOD yang ada di lokasi tersebut dibawah baku mutu (< 3 mg/l). (**Gambar 4** dan **Tabel 2).**



Gambar 4. Sebaran Kandungan BOD
(*Sumber: Hasil Analisis Laporan Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Pudu di Kecamatan Mandau, 2013*)

Tabel 2. Beban Pencemaran Parameter BOD

No.	Lokasi Pengamatan	Koordinat	Debit	BOD (mg/l)	Beban (ton/jam)
1	Dekat Jalan Desa Harapan; Kelurahan Air Jamban (Hulu Sungai Pudu)	X: 101,1575470 Y: 1,2896550	1,5	14,864	0,031
2	Jembatan Jalan Nusantara I; perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Air Jamban	X: 101,1621126 Y: 1,2832345	1,3	11,758	0,070
3	Jembatan Hangtuah; Kelurahan Babussalam	X: 101,1617530 Y: 1,2710325	1	7,299	0,042
4	Jembatan Jalan Ranggau (titik km 4); perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1638477 Y: 1,2654670	1,62	27,766	0,043
5	Jembatan Jalan Tegar I; Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1530415 Y: 1,2478039	1,56	1,218	0,071
6	Desa Petani	X: 101,1442820 Y: 1,2339360	1,75	3,749	0,175
7	Desa Petani	X: 101,1298086 Y: 1,2287773	1,48	5,735	0,006
8	Desa Petani	X: 101,0991816 Y: 1,2328653	1,19	12,628	0,016
9	Desa Petani	X: 101,0716394 Y: 1,2415513	1,15	3,575	0,015
10	Desa Petani	X: 101,0253908 Y: 1,2717828	1,04	3,213	0,012
Beban Pencemaran Parameter BOD					**0,465**

Sumber: Hasil Analisis Laporan Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Pudu di Kecamatan Mandau, 2013

Berdasarkan nilai sebaran kandungan BOD menurut baku mutu dan debit sungai pada masing-masing titik lokasi pengamatan, maka diperoleh daya tampung parameter Sungai Pudu menurut baku mutu adalah sebesar 0,131 ton/jam. (**Tabel 3**)

Tabel 3. Beban Pencemaran Parameter BOD menurut Baku Mutu

No.	Lokasi Pengamatan	Koordinat	Debit	BOD (mg/l)	Beban (ton/jam)
1	Dekat Jalan Desa Harapan; Kelurahan Air Jamban (Hulu Sungai Pudu)	X: 101,1575470 Y: 1,2896550	1,5	3	0,016
2	Jembatan Jalan Nusantara I; perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Air Jamban	X: 101,1621126 Y: 1,2832345	1,3	3	0,014
3	Jembatan Hangtuah; Kelurahan Babussalam	X: 101,1617530 Y: 1,2710325	1	3	0,011
4	Jembatan Jalan Ranggau (titik km 4); perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1638477 Y: 1,2654670	1,62	3	0,017
5	Jembatan Jalan Tegar I; Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1530415 Y: 1,2478039	1,56	3	0,017
6	Desa Petani	X: 101,1442820 Y: 1,2339360	1,75	3	0,019
7	Desa Petani	X: 101,1298086 Y: 1,2287773	1,48	3	0,016
8	Desa Petani	X: 101,0991816 Y: 1,2328653	1,19	3	0,013
9	Desa Petani	X: 101,0716394 Y: 1,2415513	1,15	3	0,012
10	Desa Petani	X: 101,0253908 Y: 1,2717828	1,04	3	0,011
Daya Tampung Parameter BOD					**0,131**

Sumber: Hasil Analisis Laporan Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Pudu di Kecamatan Mandau, 2013

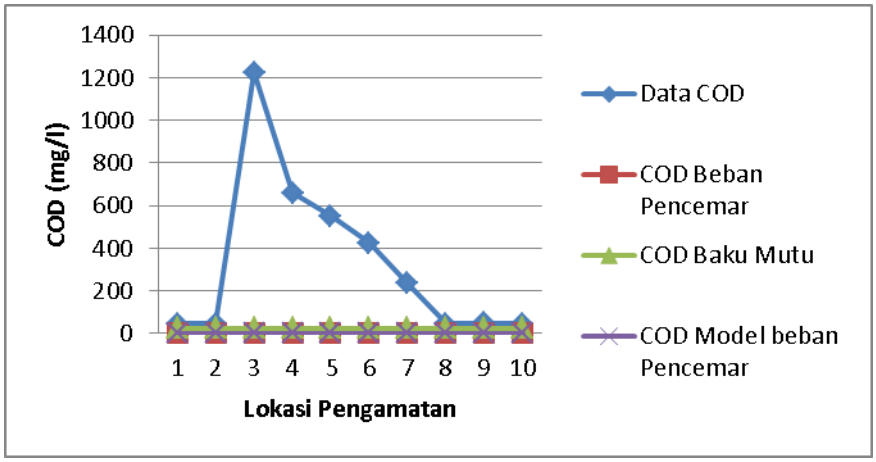
Dari kedua tabel di atas, dapat dianalisis beban pencemar BOD Sungai Pudu pada Lokasi Pengamatan ke-5 (Jembatan Jalan Tegar I; Kelurahan Pematang Pudu) berada pada kategori di bawah ambang batas yang ditentukan yaitu sebesar 146%, yang artinya pada titik lokasi ini kualitas air tercemar ringan (< 3 mg/l), karena sumber pencemar yang masuk ke badan Sungai Pudu adalah air yang berasal dari permukiman penduduk. Sedangkan untuk Lokasi Pengamatan ke sembilan titik lainnya, perlu dilakukan penurunan kualitas BOD. Hal ini dikarenakan kualitas BOD berada di atas ambang aman yang ditentukan (> 3 mg/l), terutama pada lokasi pengamatan 1 sampai dengan 4 yang berada pada penggunaan lahan : permukiman, perdagangan dan jasa. (**Tabel 4**).

Tabel 4. Analisis Beban Pencemar BOD

No.	Lokasi Pengamatan	Koordinat	Beban Lapangan (ton/jam)	Beban Pencemar BM (ton/jam)	Perubaan Beban	Keterangan
1	Dekat Jalan Desa Harapan; Kelurahan Air Jamban (Hulu Sungai Pudu)	X: 101,1575470 Y: 1,2896550	0,031	0,016	80	Di atas ambang aman yang ditentukan
2	Jembatan Jalan Nusantara I; perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Air Jamban	X: 101,1621126 Y: 1,2832345	0,070	0,014	74	Di atas ambang aman yang ditentukan
3	Jembatan Hangtuah; Kelurahan Babussalam	X: 101,1617530 Y: 1,2710325	0,042	0,011	59	Di atas ambang aman yang ditentukan
4	Jembatan Jalan Ranggau (titik km 4); perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1638477 Y: 1,2654670	0,043	0,017	89	Di atas ambang aman yang ditentukan
5	Jembatan Jalan Tegar I; Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1530415 Y: 1,2478039	0,071	0,017	-146	Di bawah ambang aman yang ditentukan
6	Desa Petani	X: 101,1442820 Y: 1,2339360	0,175	0,019	20	Di atas ambang aman yang ditentukan
7	Desa Petani	X: 101,1298086 Y: 1,2287773	0,006	0,016	48	Di atas ambang aman yang ditentukan
8	Desa Petani	X: 101,0991816 Y: 1,2328653	0,016	0,013	76	Di atas ambang aman yang ditentukan
9	Desa Petani	X: 101,0716394 Y: 1,2415513	0,015	0,012	16	Di atas ambang aman yang ditentukan
10	Desa Petani	X: 101,0253908 Y: 1,2717828	0,012	0,011	7	Di atas ambang aman yang ditentukan

Sumber: Hasil Analisis Laporan Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Pudu di Kecamatan Mandau, 2013

Dari hasil pengukuran, nilai paramater COD adalah 45,24 mg/l, dari hasil pengukuran tersebut, berdasarkan analisis Qual2Kw kandungan COD pada 10 (sepuluh) lokasi pengamatan semua kandungan COD dapat dikategorikan melebihi COD baku mutu yang ditetapkan. Kandungan COD yang paling tinggi berada di lokasi pengamatan 3 (Jembatan Hangtuah; Kelurahan Babussalam), yaitu sebesar 1226,16 mg/l. tingginya kandungan COD tersebut diketahui bahwa penggunaan lahan yang ada di lokasi tersebut didominasi oleh permukiman penduduk, kegiatan perdagangan dan jasa (jasa pencucian, pertokoan, hotel, dan lain-lain) (**Gambar 2**). Hal ini didukung oleh kondisi yang ada yaitu hampir tidak ditemukan adanya sempadan sungai, sehingga menyebabkan proses pemulihan kualitas air / *self purification* tidak dapat dilakukan.



Gambar 2. Sebaran Kandungan COD
(*Sumber: Hasil Analisis Laporan Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Pudu di Kecamatan Mandau, 2013*)

Berdasarkan nilai sebaran kandungan COD dan debit sungai pada masing-masing titik lokasi pengamatan, maka diperoleh beban pencemaran COD Sungai Pudu adalah sebesar 16,332 ton/jam. (**Tabel 5**)

Tabel 5. Beban Pencemaran Parameter COD

No.	Lokasi Pengamatan	Koordinat	Debit	COD (mg/l)	Beban (ton/jam)
1	Dekat Jalan Desa Harapan; Kelurahan Air Jamban (Hulu Sungai Pudu)	X: 101,1575470 Y: 1,2896550	1,5	45,240	0,244
2	Jembatan Jalan Nusantara I; perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Air Jamban	X: 101,1621126 Y: 1,2832345	1,3	47,16	0,221
3	Jembatan Hangtuah; Kelurahan Babussalam	X: 101,1617530 Y: 1,2710325	1	1226,16	4,414
4	Jembatan Jalan Ranggau (titik km 4); perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1638477 Y: 1,2654670	1,62	660,24	3,851
5	Jembatan Jalan Tegar I; Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1530415 Y: 1,2478039	1,56	551,230	3,096
6	Desa Petani	X: 101,1442820 Y: 1,2339360	1,75	424,44	2,674
7	Desa Petani	X: 101,1298086	1,48	235,8	1,256

No.	Lokasi Pengamatan	Koordinat	Debit	COD (mg/l)	Beban (ton/jam)
		Y: 1,2287773			
8	Desa Petani	X: 101,0991816 Y: 1,2328653	1,19	47,16	0,202
9	Desa Petani	X: 101,0716394 Y: 1,2415513	1,15	48,454	0,201
10	Desa Petani	X: 101,0253908 Y: 1,2717828	1,04	46,325	0,173
Beban Pencemaran Parameter COD					**16,332**

Sumber: Hasil Analisis Laporan Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Pudu di Kecamatan Mandau, 2013

Berdasarkan nilai sebaran kandungan COD menurut baku mutu dan debit sungai pada masing-masing titik lokasi pengamatan, maka diperoleh daya tampung parameter COD Sungai Pudu menurut baku mutu adalah sebesar 1,223 ton/jam. (**Tabel 6**)

Tabel 6. Beban Pencemaran Parameter COD menurut Baku Mutu

No.	Lokasi Pengamatan	Koordinat	Debit	COD (mg/l)	Beban (ton/jam)
1	Dekat Jalan Desa Harapan; Kelurahan Air Jamban (Hulu Sungai Pudu)	X: 101,1575470 Y: 1,2896550	1,5	25	0,135
2	Jembatan Jalan Nusantara I; perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Air Jamban	X: 101,1621126 Y: 1,2832345	1,3	25	0,117
3	Jembatan Hangtuah; Kelurahan Babussalam	X: 101,1617530 Y: 1,2710325	1	25	0,090
4	Jembatan Jalan Ranggau (titik km 4); perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1638477 Y: 1,2654670	1,62	25	0,146
5	Jembatan Jalan Tegar I; Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1530415 Y: 1,2478039	1,56	25	0,140
6	Desa Petani	X: 101,1442820 Y: 1,2339360	1,75	25	0,158
7	Desa Petani	X: 101,1298086 Y: 1,2287773	1,48	25	0,133
8	Desa Petani	X: 101,0991816 Y: 1,2328653	1,19	25	0,107
9	Desa Petani	X: 101,0716394 Y: 1,2415513	1,15	25	0,104
10	Desa Petani	X: 101,0253908 Y: 1,2717828	1,04	25	0,094
Daya Tampung Parameter COD					**1,223**

Sumber: Hasil Analisis Laporan Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Pudu di Kecamatan Mandau, 2013

Dengan peruntukkan air Sungai Pudu sebagai air kelas II (menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001) yaitu beban COD maksimal sebesar 25 mg/l, maka dari hasil analisis beban pencemar COD yang dilakukan diketahui bahwa kondisi air Sungai Pudu masih sesuai untuk air kelas II. Berdasarkan hasil analisis

beban pencemar COD, diketahui bahwa keseluruhan lokasi pengamatan berada pada kondisi di atas ambang aman yang ditentukan. Dengan kata lain, kualitas air tercemar dengan beberapa kandungan senyawa kimia yang berasal dari kegiatan masyarakat di sekitar Sungai Pudu. (**Tabel 7**)

Tabel 7. Analisis Beban Pencemar COD

No.	Lokasi Pengamatan	Koordinat	Beban Lapangan (ton/jam)	Beban Pencemar BM (ton/jam)	Perubaan Beban	Keterangan
1	Dekat Jalan Desa Harapan; Kelurahan Air Jamban (Hulu Sungai Pudu)	X: 101,1575470 Y: 1,2896550	0,244	0,135	45%	Di atas ambang aman yang ditentukan
2	Jembatan Jalan Nusantara I; perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Air Jamban	X: 101,1621126 Y: 1,2832345	0.221	0,117	47%	Di atas ambang aman yang ditentukan
3	Jembatan Hangtuah; Kelurahan Babussalam	X: 101,1617530 Y: 1,2710325	4.414	0,090	98%	Di atas ambang aman yang ditentukan
4	Jembatan Jalan Ranggau (titik km 4); perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1638477 Y: 1,2654670	3.851	0,146	96%	Di atas ambang aman yang ditentukan
5	Jembatan Jalan Tegar I; Kelurahan Pematang Pudu	X: 101,1530415 Y: 1,2478039	3,096	0,140	95%	Di atas ambang aman yang ditentukan
6	Desa Petani	X: 101,1442820 Y: 1,2339360	2.674	0,158	94%	Di atas ambang aman yang ditentukan
7	Desa Petani	X: 101,1298086 Y: 1,2287773	1.256	0,133	89%	Di atas ambang aman yang ditentukan
8	Desa Petani	X: 101,0991816 Y: 1,2328653	0.202	0,107	47%	Di atas ambang aman yang ditentukan
9	Desa Petani	X: 101,0716394 Y: 1,2415513	0,201	0,104	48%	Di atas ambang aman yang ditentukan

No.	Lokasi Pengamatan	Koordinat	Beban Lapangan (ton/jam)	Beban Pencemar BM (ton/jam)	Perubaan Beban	Keterangan
10	Desa Petani	X: 101,0253908 Y: 1,2717828	0,173	0,094	46%	Di atas ambang aman yang ditentukan

Sumber: Hasil Analisis Laporan Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Pudu di Kecamatan Mandau, 2013

Dari tabel di atas dapat dapat diketahui bahwa lokasi yang memiliki nilai di atas ambang aman > 80% berada pada 5 (lima) lokasi pengamatan. Kelima lokasi tersebut dan berada pada penggunaan permukiman, pasar, dan perkebunan. Untuk itu perlu dilakukan penanganan penurunan kualitas BOD yang lebih efektif pada lokasi-lokasi tersebut. Adapun 5 (lima) lokasi pengamatan tersebut adalah :

a. Lokasi pengamatan 3 (Jembatan Hangtuah; Kelurahan Babussalam) sebesar 98%;
b. Lokasi pengamatan 4 (Jembatan Jalan Ranggau (titik km 4); perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Pematang Pudu) sebesar 96%;
c. Lokasi pengamatan 5 (Jembatan Jalan Tegar I; Kelurahan Pematang Pudu) sebesar 95%;
d. Lokasi pengamatan 6 (Desa Petani) sebesar 94%;
e. Lokasi pengamatan 7 (Desa Petani) sebesar 89%;

Hal serupa juga perlu dilakukan pada 5 (lima lokasi lainnya, walaupun beban pencemar COD yang diperoleh berada di atas ambang aman yang ditentukan (< 50) dan berada pada penggunaan lahan permukiman, pertokoan, dan perkebunan. Adapun 5 (lima) lokasi tersebut diantaranya adalah :

a. Lokasi pengamatan 1 (Dekat Jalan Desa Harapan; Kelurahan Air Jamban (Hulu Sungai Pudu)) sebesar 45%;
b. Lokasi pengamatan 2 (Jembatan Jalan Nusantara I; perbatasan antara Kelurahan Babussalam dan Kelurahan Air Jamban) sebesar 47%;
c. Lokasi pengamatan 8 (Desa Petani) sebesar 47%;
d. Lokasi pengamatan 9 (Desa Petani) sebesar 48%;
e. Lokasi pengamatan 10 (Desa Petani) sebesar 46%.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kualitas BOD yang terdapat di Sungai Pudu sudah di atas ambang yang ditentukan. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya beban pencemar yang menutupi permukaan Sungai Pudu.
2. Kualitas COD di Sungai Pudu, diperoleh bahwa pada semua lokasi pengamatan di atas ambang batas aman. Hal ini disebabkan karena semakin meningkatnya beban pencemar yang terdapat di Sungai Pudu.
3. Penggunaan lahan dan aktivitas penduduk disekitar Sungai Pudu mempengaruhi kualitas air yang ada.

REKOMENDASI

Rekomendasi Berdasarkan kesimpulan hasil penelitian, diantaranya adalah :

- Adanya koordinasi antar *stakeholder* (dalam hal ini pemerintah daerah, swasta dan masyarakat) guna meminimalisir beban pencemar di Sungai Pudu.
- Pengecekan ada/tidaknya IPAL sebelum air limbah dibuang ke Sungai Pudu

Pengawasan pada sampah padat supaya tidak dibuang langsung ke Sungai Pudu.

DAFTAR PUSTAKA

Kusmawati, Ika. 2016. Evaluasi Daya Dukung Lahan dan Daya Tampung Air di Sungai Pudu Kecamatan Mandau Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. Journal of Environmental Engineering and Waste Management (JNEV) Vol. 1.

Laporan Akhir Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Sungai Pudu di Kecamatan Mandau, 2013

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah.

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

Samin, 2005. Oksigen terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. ISSN 0216-1877 Volume XXX, Nomor 3. Jakarta.

SNI 06-2421-1991. Metode Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air Standar Nasional Indonesia (SNI)

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Journal of Environmental Engineering and Waste Management

Dewan redaksi menerima tulisan ilmiah yang merupakan karya orisinil penulis yang dapat berupa hasil penelitian, rekayasa atau telaah ilmiah di bidang keteknikan lingkungan, pengelolaan lingkungan, ilmu lingkungan dan pengelolaan limbah. Penulisan karya ilmiah yang akan diterbitkan mengacu pada aturan penulisan sebagai berikut :

1. **Judul *(Title)***. Judul ditulis dengan huruf kapital dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris dalam kalimat lengkap secara jelas dan singkat. Judul menggambarkan apa yang menjadi pokok dalam tulisan. Penulisan dengan font Times New Roman ukuran 14.
2. **Nama Penulis *(Author[s])***. Nama penulis ditulis dibawah judul secara lengkap tanpa menuliskan jabatan, struktural/fungsional ataupun gelar. Diikuti dengan menuliskan instansi serta alamat yang jelas untuk setiap penulis, termasuk e-mail. Penulisan dengan font Times New Roman ukuran 10 dengan jarak 1 spasi**.**
3. **Abstrak *(Abstract)***. Abstrak ditulis dalam bahasa Inggris dan bahasa Indonesia (masing-masing dalam 1 paragraf). Abstrak mencakup apa yang dilakukan, bagaimana cara melakukannya, hasil yang diperoleh, serta informasi apa yang merupakan paparan dari hasil tersebut. Abstrak ditulis dengan Times New Roman ukuran font 10 dengan jarak 1 spasi, diikuti oleh kata kunci *(keywords)* 3-5 kata ditulis miring *(italic)*. Kata kunci ditulis secara alfabetis.
4. **Pendahuluan *(Introduction)***. Pendahuluan merupakan latar belakang serta permasalahan yang menjadi perhatian serta tinjauan ringkas tentang hal tersebut, boleh diisi dengan teori yang ringkas bila memang sangat menentukan dalam pembahasan (ditulis dengan jarak 1 spasi).
5. **Bahan dan Metode *(Materials and Methods)***. Tuliskan semua bahan, peralatan dan metode yang digunakan dalam penelitian/rekayasa mengikuti peraturan umum penulisan secara jelas dan ringkas).
6. **Hasil dan Pembahasan *(Results and Discussion)***. Hasil penelitian ditampilkan dalam bentuk tabel atau gambar dan harus dirujuk dalam pembahasan. Penomoran tabel dan gambar dilakukan secara berurutan dimulai dari nomor 1 dan seterusnya. Judul tabel/gambar ditulis dengan Times New Roman, ukuran huruf 10, spasi 1. Data dalam bentuk foto agar dikirim dengan resolusi tinggi. **Gambar, Grafik dan Diagram**. Keterangan gambar grafik dan diagram ditulis di bawahnya. Nomor gambar dicetak tebal (bold) sedangkan keterangannya normal. **Tabel**. Keterangan tabel ditulis di atas tabel (center alignment). Nomor tabel dicetak tebal (bold) sedangkan keterangan/judul tabel normal.
7. **Kesimpulan *(Conclusion)***. Suatu ringkasan menyeluruh dari semua aspek hasil penelitian yang berkaitan langsung dengan tujuan penelitian. Ditulis dalam satu paragraf.
8. **Ucapan terima kasih *(Acknowledgment [s])***. Disampaikan kepada yang berhak mendapatkannya, seperti penyandang dana, pihak yang membantu dalam penelitian ataupun penulisan serta narasumber/perorangan yang dipandang layak dihargai (opsional).
9. **Daftar Pustaka *(References)***. Daftar pustaka ditulis dengan font Times New Roman ukuran 10 dengan jarak penulisan 1 spasi berurutan mulai dari nomor 1 dan seterusnya sesuai dengan urutan kemunculannya pada sitasi/pengacuan dalam tulisan (pendahuluan sampai dengan hasil dan pembahasan).
   - Apabila yang diacu adalah buku maka ditulis secara berurutan : Nama penulis (nama penulis yang pertama dibalik posisinya kemudian diikuti nama penulis kedua dan ketiga). (Tahun Terbit). *Judul Buku.* Edisi Terbitan. Tempat Terbit : Penerbit (Contoh : Sawyer Clair N, Mc Carty Perry L. and Parkin Gene F. (2003). *Chemistry for Environmental Engineering and Science, Fifth Edition*. Boston : Mc Graw Hill
   - Apabila yang diacu artikel dalam jurnal maka ditulis secara berurutan : Nama Penulis. (Tahun Terbit). *Judul Jurnal*. Jilid diikuti nomor jurnal : halaman (Contoh : Rytwo, G. (2012) The Use of Clay-Polymer Nanocomposites in Wastewater Pretreatment. *The Scienific World Journal*, 71 (12) : 48-60).
   - *Et al*. hanya berlaku bila penulis lebih dari 11 orang.
10. **Cara Penulisan Sitasi *(Citation)***. Penulisan sitasi pada awal kalimat mengikuti : Menurut Sidjabat (2013), ... atau diakhir kalimat : .....(Sidjabat 2013)
11. Jumlah halaman minimal 7 dan maksimal 12 halaman A4 termasuk lampiran-lampiran. Seluruh isi artikel ditulis dalam font Times New Roman ukuran 12 dengan jarak penulisan 1 spasi. Semua judul bab ditulis dengan huruf kapital. Naskah ditulis dalam 2 kolom.

Journal of Environmental Engineering & Waste Management
Jurnal Teknik Lingkungan dan Pengelolaan Limbah

Vol. 1 No. 2, Oktober 2016 ISSN 2527-9629

Penentuan Kuota Eksportir Jenis Kulit Sanca Batik (*Python reticulatus* Scheider 1801) di Indonesia 64-74
(Eka Nurmalasari, Yanto Santosa dan Nandang Prihadi)

Kajian Keberlanjutan Pengelolaan Lingkungan Kawasan Industri Studi Kasus di Kawasan Industri Jababeka Bekasi 75-83
(Temmy Wikaningrum)

Pengurangan Emisi CO_2 Melalui Pengelolaan Energi Listrik di Ruang Publik Hotel 84-94
(Riska Melanie dan Udi Syahnoedi Hamzah)

Penerapan Model Fugasitas Pada Pencemaran DDT di Waduk Saguling 95-106
(Yandes Panelin)

Evaluasi BOD dan COD Dengan Menggunakan Metode Qual2Kw di Sungai Pudu Kecamatan Mandau Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau 107-118
(Ika Kusmawati)

Journal of Environmental Engineering & Waste Management
Jurnal Teknik Lingkungan dan Pengelolaan Limbah

Building A Lt. 3 President University, Faculty of Engineering
Jl. Ki Hajar Dewantara, Jababeka Education Park, Cikarang Baru,Bekasi 17550 – Indonesia
Phone./Fax: (021) 8910 9762 / 9768; Email: j-env@president.ac.id
Website: env.president.ac.id (President University: www.president.ac.id)