

**Analisis Produktivitas dan Kinerja Lingkungan dengan Pendekatan
Green Productivity
(Studi Kasus Di Pabrik Minyak Kayu Putih Sukun - Ponorogo)**

***Analysis of Productivity and Environmental Performance Using
Green Productivity Method
(Case Study on Pabrik Minyak Kayu Putih Sukun - Ponorogo)***

Irohmi Kawuryan.^{1*}, Retno Astuti², Siti Asmaul Mustaniroh²

¹Alumni Jurusan Teknologi Industri Pertanian, FTP-UB

²Staf Pengajar Jurusan Teknologi Pertanian, FTP-UB

Jalan Veteran, Malang, 65145, Indonesia

*Penulis Korespondensi : email kawuryanirohmi@gmail.com

Abstrak

Industri sebagai sektor penyumbang pertumbuhan ekonomi terbesar perlu memperhatikan masalah lingkungan hidup yang sering timbul seiring dengan kemajuan ekonomi. Hal ini dapat dilakukan dengan menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan melalui upaya peningkatan produktivitas dan kinerja lingkungan. Pabrik Minyak Kayu Putih Sukun (PMKP Sukun) merupakan salah satu industri penghasil minyak kayu putih yang jumlah produksinya belum memenuhi permintaan pasar dan menghasilkan limbah dalam jumlah besar yang berpotensi mempengaruhi kelestarian lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui tingkat produktivitas dan kinerja lingkungan PMKP Sukun untuk selanjutnya menemukan alternatif solusi yang dapat membantu meningkatkan produktivitas dan memperbaiki kinerja lingkungan secara bersamaan. Penelitian menggunakan metode *Green Productivity* (GP) yang dilaksanakan melalui identifikasi limbah serta pengukuran produktivitas dan kinerja lingkungan, identifikasi masalah dan penyebab masalah terkait GP, dan penyusunan serta penentuan alternatif solusi. Alternatif solusi yang terpilih adalah pengolahan limbah cair dengan metode filtrasi anaerobik yang membantu menaikkan nilai EPI sebesar 424,172% dan menaikkan nilai GPI sebesar 0,040%. Kenaikan nilai EPI dan GPI menunjukkan bahwa penerapan metode GP mampu membantu PMKP Sukun dalam meningkatkan nilai kinerja lingkungan sekaligus dapat meningkatkan produktivitas secara bersamaan.

Kata Kunci: *Chemical Oxygen Demand* (COD), limbah cair, minyak kayu putih, pengolahan.

Abstract

Industry as the largest contributor sector in economic growth needs to pay attention on environmental problems along with economic progress. This can be solved by apply sustainable development concept through increasing productivity and minimize impacts to the environment. Pabrik Minyak Kayu Putih Sukun (PMKP Sukun) is one of the industry producing eucalyptus oil that amount of production is not to meet market demand and produce large volumes of waste that potentially degrade the environmental. Purpose of this study is to analyze the productivity and environmental performance of PMKP Sukun henceforth determine alternative solutions that can help increase productivity and improve environmental performance simultaneously. Research using *Green Productivity* (GP) method applied through waste identification along with measurement of productivity and environmental performance, identification problems and cause problem of GP, afterwards arrange and determine alternative solution. Alternative solution that selected is filtrasi anaerobic method which help increase EPI 424,172% and increase GPI 0,040%. Increase of EPI and GPI show that applying GP method is able to raise the value of environmental performance and productivity simultaneously.

Keywords: *Chemical Oxygen Demand* (COD), eucalyptus oil, treatment, waste water.

PENDAHULUAN

Masalah lingkungan hidup merupakan salah satu masalah yang timbul seiring dengan kemajuan ekonomi di negara maju maupun negara berkembang. Industri sebagai sektor penyumbang pertumbuhan ekonomi terbesar perlu memperhatikan masalah lingkungan hidup yang dapat dilakukan dengan menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Pembangunan berkelanjutan yang diterapkan pada sektor industri mampu menciptakan ekonomi yang sehat dan pekerjaan yang berkualitas, pada saat yang sama juga mampu meminimalkan dampak-dampak negatif terhadap lingkungan dan memajukan kepentingan-kepentingan masyarakat secara keseluruhan (Sustainable Industrial Policy, 2014).

Pabrik Minyak Kayu Putih Sukun - Ponorogo (PMKP Sukun) merupakan salah satu dari 10 pabrik penyulingan minyak kayu putih milik Perum Perhutani. Masalah utama yang dihadapi PMKP Sukun secara umum adalah jumlah produksi yang belum memenuhi permintaan pasar, menghasilkan limbah dalam jumlah besar, dan menyerap tenaga kerja yang relatif banyak. Setiap kali proses produksi PMKP Sukun menghasilkan empat jenis limbah yaitu limbah sisa daun dan ranting, limbah abu, limbah cair, dan emisi CO₂. Limbah cair merupakan limbah yang dihasilkan dalam jumlah paling besar yaitu sebesar 3.631,513 kg dalam sekali proses produksi. Hasil analisa kualitas limbah cair menunjukkan bahwa parameter COD berada di atas batas maksimal nilai baku mutu yang ditetapkan pemerintah dan berpotensi mencemari lingkungan.

Terkait masalah limbah yang berpotensi mempengaruhi kelestarian lingkungan, PMKP Sukun dapat mengatasinya dengan menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan melalui upaya peningkatan produktivitas dan kinerja lingkungan. Produktivitas merupakan kerangka dalam perbaikan berkelanjutan dan perlindungan kelestarian lingkungan merupakan dasar

dalam pembangunan berkelanjutan (Saxena *et al.*, 2003). Pendekatan yang tepat untuk membantu PMKP Sukun dalam meningkatkan produktivitas yang secara bersamaan mampu membantu mempertahankan kelestarian lingkungan adalah dengan menerapkan metode *Green Productivity* (GP). Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisis terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan PMKP Sukun untuk selanjutnya menemukan alternatif solusi terbaik yang dapat membantu meningkatkan produktivitas dan memperbaiki kinerja lingkungan secara bersamaan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Pabrik Minyak Kayu Putih Sukun (PMKP Sukun) yang berlokasi di Dukuh Sukun, Desa Sidoharjo, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Data yang diambil dalam bentuk sampel yang dilakukan dalam sekali proses produksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif analitis.

Penelitian melibatkan beberapa responden pakar yang dipilih secara *purposive sampling* untuk melakukan penilaian kuesioner tingkat bahaya kualitas limbah cair dan kuesioner penentuan alternatif solusi. Penilaian tingkat bahaya kualitas limbah cair dilakukan oleh dua akademisi yang ahli dalam bidang manajemen lingkungan dan juga proses produksi minyak kayu putih. Penilaian dalam penentuan alternatif solusi dilakukan oleh dua karyawan PMKP Sukun yang mengetahui dengan baik kondisi yang ada dalam proses produksi di PMKP Sukun, yaitu Kepala PMKP Sukun dan mandor produksi.

Analisis produktivitas dan kinerja lingkungan pada penelitian menggunakan pendekatan *Green Productivity* (GP) yang dihasilkan dari tiga tahap analisis. Pertama identifikasi limbah serta pengukuran produktivitas dan kinerja lingkungan. Identifikasi limbah dilakukan dengan pengukuran neraca massa serta *Green Value Stream Mapping* (GVSM) *current state*. Produktivitas dan kinerja lingkungan ditunjukkan oleh *Environmental*

Performance Indicators (EPI) dan Green Productivity Index (GPI). Tahap kedua identifikasi masalah dan penyebab masalah terkait GP. Dan terakhir penyusunan serta penentuan alternatif solusi. Alternatif solusi yang diusulkan didasarkan pada penerapan *Recycle, Reuse, dan Recovery* (3R) serta mempertimbangkan faktor jumlah biaya, kelayakan teknis, dan potensi manfaat dari setiap alternatif. Penentuan alternatif solusi menggunakan metode Metode Perbandingan Eksponensial (MPE).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Limbah Proses Produksi Minyak Kayu Putih

Minyak kayu putih di PMKP Sukun dihasilkan dengan proses penyulingan yang menggunakan cara uap langsung (*dry steam distillation*). Massa limbah yang dihasilkan dalam proses produksi terangkum dalam *Green Value Stream Mapping* (GVSM). Massa limbah mengintegrasikan aspek lingkungan dan produktivitas dalam indikator GP yang dideskripsikan oleh GVSM (Henson and Culaba, 2004). GVSM merupakan pemetaan *Seven Environmental Wastes* (tujuh jenis limbah hijau yang menyebabkan pemborosan), yang terdiri dari konsumsi energi, air, material/ bahan baku, waste, transportasi, emisi, dan biodiversitas. GVSM *current state* PMKP Sukun disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. GVSM *current state*

Proses	Limbah					Biodiversitas (Ha)
	Energi (kWh)	Air (kg)	Material (kg)	Waste (kg)	Transportasi (km)	
Persiapan DKP	0	0	0	0	0	0
Penyulingan	0	0	0	2.501,404	0	237,450
Kondensasi	0	0	0	0	0	1.427,088
Separasi	0	3.629,669	0	0	0	0
Dehidrasi	0	1,300	0	0	0	0
Penampungan	0	0	0	0	0	0
Jumlah	0	3.631,513	0	2.501,404	0	1.664,538

Environmental Performance Indicators (EPI)

Kinerja lingkungan PMKP Sukun dapat dilihat dari nilai EPI. Perhitungan

EPI melibatkan bobot dari masing-masing parameter kualitas limbah cair yang nilainya ditentukan oleh pendapat pakar. Perhitungan EPI juga melibatkan nilai penyimpangan antara standar keamanan lingkungan dengan hasil analisa kualitas limbah cair perusahaan. Standar keamanan lingkungan untuk limbah cair industri minyak kayu putih tertera dalam baku mutu air limbah industri minyak kayu putih pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 42 tahun 2013. Perhitungan nilai EPI PMKP Sukun disajikan pada **Tabel 2**. Perhitungannya menggunakan persamaan berikut (Tyteca, 1996):

$$EPI = \sum_{i=1}^k W_i \cdot P_i \quad (1)$$

Tabel 2. Perhitungan nilai EPI

Parameter	Bobot /Wi	Standar PerGub (mg/L)	Hasil analisa (mg/L)	Pi (%)	EPI
	(a)	(b)	(c)	(d) = ((b - c) / b) x 100%	(e) = a x d
pH	0,140	9	7,490	16,778	2,349
BOD	0,140	75	64,820	13,573	1,900
COD	0,070	150	476,400	-217,600	-15,232
TSS	0,140	100	72,500	27,500	3,850
Total Indeks EPI					-7,113

Berdasarkan **Tabel 2**, diketahui bahwa EPI PMKP Sukun adalah -7,113. Matos *et al.* (2003) menjelaskan bahwa EPI yang bernilai negatif menunjukkan bahwa kandungan zat-zat kimia dalam limbah cair tidak memenuhi standar maksimum yang telah ditentukan dan tidak aman bagi lingkungan. Parameter COD limbah cair PMKP Sukun bernilai 476,4 mg/L yang tidak memenuhi baku mutu limbah cair minyak kayu putih yang bernilai maksimal 150 mg/L.

Green Productivity Index (GPI)

Green Productivity (GP) merupakan adopsi dari pelaksanaan proses produksi yang ramah lingkungan dan juga prosedur yang bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya dengan mengusahakan dampak lingkungan seminimal mungkin (APO, 2014). Nilai GP ditunjukkan oleh *Green Productivity Index* (GPI) yang merupakan rasio antara produktivitas dengan dampak lingkungan.

Perhitungan GPI menggunakan persamaan berikut (Hur and Kim, 2004):

$$GPI = \frac{SP/PC}{EI} \quad (2)$$

Sedangkan EI (*Environmental Impact*) perhitungannya menggunakan persamaan berikut (Gandhi et al., 2006):

$$EI = w1.SWG + w2.GWG + w3.WC \quad (3)$$

Harga jual minyak kayu putih (*Selling Price/SP*) PMKP Sukun adalah Rp 240.000,00 per kilogram, jumlah massa minyak kayu putih yang dihasilkan 70,78 kg/ proses produksi. Biaya produksi (*Production Cost*) Rp. 16.965.436,00 per proses produksi. Nilai produktivitas atau indikator ekonomi PMKP Sukun adalah 1,01. Nilai Produktivitas merupakan rasio antara harga jual dengan biaya produksi.

Perhitungan *Environmental Impact* (EI/ dampak lingkungan) atau indikator lingkungan PMKP Sukun menggunakan variabel lingkungan berupa limbah padat (*Solid Wastes Generation/ SWG*), limbah gas (*Gaseous Wastes Generation/ GWG*), dan konsumsi air (*Water Consumption/ WC*). Berdasarkan data GVSM, diketahui bahwa SWG sebesar 2.501,404 kg, dan GWG sebesar 1.664,548 kg, sedangkan konsumsi air dalam proses produksi sebesar 4.104 kg. Nilai w1, w2, dan w3 berturut-turut adalah 0,25, 0,25, dan 0,5.

Berdasarkan perhitungan, dampak lingkungan PMKP Sukun bernilai 3,093 ton, sedangkan GPI bernilai 0,3236. Nilai ini menunjukkan bahwa tingkat produktivitas PMKP Sukun lebih rendah daripada dampak lingkungan yang dihasilkan. Hal ini secara tidak langsung berakibat pada nilai GPI sehingga menghasilkan nilai yang rendah. Marimin dkk. (2015) menyatakan bahwa semakin tinggi nilai GPI yang dicapai maka tingkat produktivitas akan semakin tinggi, serta dampak lingkungan yang dihasilkan dari proses produksi akan semakin rendah.

Identifikasi Akar Penyebab Permasalahan terkait GP

Secara keseluruhan masalah PMKP Sukun terkait pelaksanaan metode GP terdapat pada kinerja lingkungan karena

nilai EPI bernilai -7,113. Faktor utama penyebab nilai EPI bernilai negatif adalah nilai parameter COD yang berada di atas nilai baku mutu lingkungan. Selain itu masalah kinerja lingkungan PMKP Sukun juga dapat dilihat dari GPI yang bernilai rendah yaitu 0,3236. Nilai ini dipengaruhi nilai indikator lingkungan yaitu 3,093 yang besarnya lebih tinggi daripada indikator ekonomi yang bernilai 1,001. Nilai dampak lingkungan yang besar disebabkan oleh jumlah massa limbah yang besar, yaitu berupa emisi CO₂ (GWG) dan *waste* (SWG) yang berupa limbah sisa daun dan ranting serta limbah abu.

Berdasarkan nilai kinerja lingkungan dari perhitungan EPI dan GPI yang telah diketahui, PMKP Sukun dapat melakukan perbaikan nilai kinerja lingkungan dengan cara menaikkan nilai EPI dan/ atau menurunkan nilai indikator lingkungan. Hal ini didasarkan pada penelitian terdahulu yaitu Rakhmawati dan Hariyanto (2011) yang mengusulkan alternatif pengolahan limbah cair untuk mengurangi tingkat pencemaran lingkungan sehingga dicapai perbaikan nilai EPI, sedangkan Fitri, dkk. (2015) mengusulkan alternatif penurunan massa limbah yang bertujuan untuk menurunkan indikator lingkungan sehingga dapat memperbaiki nilai GPI.

Penelitian ini menitikberatkan masalah kinerja lingkungan khususnya pada masalah kualitas limbah cair yang mempengaruhi nilai EPI. Hal ini dikarenakan limbah cair merupakan limbah proses produksi terbesar yang dihasilkan PMKP Sukun yaitu sebesar 3.631,513 kg setiap kali produksi. Oleh karena perbaikan kinerja lingkungan dapat dilakukan dengan mencari alternatif perbaikan kualitas limbah cair yang dapat menaikkan nilai EPI.

Prosedur pengelolaan limbah cair di PMKP Sukun dilakukan dengan membuang limbah cair melalui pipa-pipa pembuangan yang disalurkan langsung ke sungai. Selama ini tidak terjadi dampak nyata pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah cair, namun pengaruh nyata terhadap penurunan kelestarian lingkungan akibat limbah cair dalam jumlah besar yang tidak memenuhi

baku mutu lingkungan akan segera dirasakan seiring proses produksi yang terus menerus dilakukan. Pengaruh nyata tersebut dapat dilihat pada timbulnya bau tak sedap di area sekitar pembuangan limbah cair. Bau tak sedap pada area pembuangan limbah cair menunjukkan adanya pencemaran lingkungan yang dapat menyebabkan tercemarnya air tanah di sekitar area pembuangan limbah (Herlambang dkk, 2012).

Berdasarkan masalah utama yang telah teridentifikasi kemudian dilakukan penentuan tujuan dan target utama terkait GP agar ditemukan alternatif solusi yang tepat. Alternatif solusi yang dapat membantu mengatasi masalah kualitas limbah cair adalah meningkatkan nilai kinerja lingkungan yaitu nilai EPI dengan memperbaiki nilai COD limbah cair. Hal ini dapat dilakukan dengan mengolah limbah cair sehingga nilai COD limbah cair PMKP Sukun dapat diperbaiki. Alternatif pengolahan limbah yang diusulkan merupakan alternatif yang mampu membantu PMKP Sukun dalam meningkatkan nilai GPI sehingga perbaikan kinerja lingkungan dapat dicapai secara bersamaan dengan perbaikan produktivitas. Secara ringkas, penentuan tujuan dan target berdasarkan masalah utama terkait GP dapat ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Penentuan Tujuan dan Target

Masalah utama terkait GP	Tujuan	Target
Kinerja lingkungan bernilai rendah karena nilai COD limbah cair tidak memenuhi baku mutu lingkungan	Menentukan alternatif pengolahan limbah cair terbaik	Alternatif dapat meningkatkan nilai EPI dan GPI

Penyusunan dan Penentuan Alternatif Solusi (GP Option)

Diusulkan dua alternatif pengolahan limbah cair yang keduanya menggunakan prinsip *recycle*. Alternatif pengolahan limbah cair yang diusulkan adalah

pengolahan dengan arang aktif (alternatif 1) dan pengolahan dengan metode filtrasi anaerobik (alternatif 2). Estimasi jumlah biaya, kelayakan teknis, dan potensi manfaat setiap alternatif disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Perbandingan alternatif pengolahan limbah cair

Faktor pembanding	Alternatif 1	Alternatif 2
1. Jumlah biaya:		
Biaya investasi dan biaya operasi (dalam setahun/ 300 hari kerja)	63.781.638	49.189.024
2. Kelayakan teknis:		
Penurunan nilai COD	3,603%	67,73%
3. Potensi manfaat:		
▪ Perbaikan EPI	149,044%	424,172%
▪ Perbaikan GPI	5,8%	0,040%

Usulan alternatif didasarkan pada penelitian Sutapa dan Hidayat (2009) yang melakukan pengolahan limbah cair minyak kayu putih dengan arang aktif serta penelitian Kurniawan dkk. (2014) yang melakukan pengolahan limbah cair minyak kayu putih dengan metode filtrasi anaerobik. Limbah cair yang telah diolah kemudian dimanfaatkan untuk keperluan proses produksi berikutnya yaitu untuk memenuhi kebutuhan air pada *boiler*. Air hasil olahan dapat digunakan setelah dilakukan proses *Water Softener* agar kesadahan air yang dihasilkan memenuhi syarat untuk digunakan dalam proses produksi.

Berdasarkan perhitungan, diketahui bahwa alternatif pengolahan limbah cair dengan metode filtrasi anaerobik merupakan alternatif yang memiliki bobot tertinggi yaitu 5,413 sehingga merupakan alternatif prioritas pertama untuk dipilih. Alternatif ini diestimasi berkontribusi pada perbaikan nilai parameter COD sebesar 67,73% sehingga menjadi bernilai 153,734 mg/L. Parameter pH, BOD, dan TSS yang pada hasil analisa awal nilainya memenuhi baku mutu juga mengalami perbaikan berturut-turut sebesar 19,89%, 42,163%, dan 23,75%. Hal ini menyebabkan

EPI mengalami perbaikan sehingga bernilai positif dan dapat dinyatakan bahwa kualitas limbah cair pasca pengolahan dengan metode filtrasi anaerobik aman bagi lingkungan.

Selain itu, alternatif ini diestimasikan mampu memberikan kontribusi penghematan biaya yang berasal dari pengurangan biaya air proses sebanyak 75% dari biaya air permukaan yang dibayarkan setiap bulan sebesar Rp. 371.650,00. Penghematan biaya air bersih sebesar Rp 5.575,00 dalam sekali proses produksi (50 kali proses produksi per bulan) yang mengakibatkan penurunan biaya produksi menjadi Rp 16.959.861,00. Penurunan biaya produksi menyebabkan indikator ekonomi atau nilai produktivitas PMKP mengalami kenaikan. Kenaikan nilai indikator ekonomi menyebabkan kenaikan nilai GPI. Besar estimasi kontribusi penerapan alternatif terhadap produktivitas, dan terhadap kinerja lingkungan yang dilihat dari peningkatan nilai EPI dan GPI dapat ditunjukkan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Estimasi Kontribusi Alternatif Terpilih

Kriteria	Kondisi Awal	Perbaikan	Kontribusi	Persentase
Produktivitas	1,001	1,002	(+) 0,0003	0,033%
EPI	-7,113	23,123	(+) 30,236	424,172%
GPI	0,3236	0,3240	(+) 0,0003	0,040%

Kelemahan penerapan alternatif ini adalah pada estimasi persentase perbaikan parameter kualitas limbah cair yang kurang akurat karena didasarkan pada hasil penelitian terdahulu dengan kondisi kualitas limbah cair yang berbeda. Oleh karena itu perlu diadakannya pengujian prototipe alternatif pengolahan dengan metode filtrasi anaerobik terhadap limbah cair PMKP Sukun sebelum metode diterapkan. Kekurangan lain dari penerapan alternatif ini di PMKP Sukun adalah tidak dipertimbangkannya sumber biaya investasi dalam pembangunan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) dengan metode filtrasi anaerobik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, kondisi awal PMKP Sukun memiliki nilai EPI sebesar -7,113. Nilai indikator ekonomi atau produktivitas sebesar 1,001, nilai indikator lingkungan atau dampak lingkungan sebesar 3,039, dan nilai GPI sebesar 0,3236. Alternatif solusi yang terpilih adalah pengolahan limbah cair dengan metode filtrasi anaerobik yang membantu menaikkan nilai EPI menjadi 23,123 dan menaikkan nilai GPI menjadi 0,3240. Kenaikan nilai EPI dan indikator ekonomi pada GPI menunjukkan bahwa penerapan GP mampu membantu PMKP Sukun dalam meningkatkan nilai kinerja lingkungan sekaligus dapat meningkatkan produktivitas secara bersamaan. Perlu dilakukan pengujian prototipe alternatif pengolahan limbah cair dengan metode filtrasi anaerobik terhadap limbah cair PMKP Sukun sebelum metode diterapkan.

Daftar Pustaka

- Asian Productivity Organization (APO). (2014). *Manual Material Flow Cost Accounting: ISO 14051*. Tokyo: APO.
- Fitri, J.L., Setyanto, N.W., dan Riawati, L. (2015). Peningkatan Produktivitas dan Kinerja Lingkungan Menggunakan Pendekatan *Green Productivity* pada Proses Produksi Pupuk Organik-Studi Kasus di PT. Tiara Kurnia Malang. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri* 3(2): 363-374.
- Gandhi, N.M.D, Selladurai, V. and Santhi, P. (2006). Green Productivity Indexing- A Practical Step Towards Integrating Environmental Protection into Corporating Performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*. 55(7): 594-606.
- Herlambang, A., Joko, P.S., dan Haryoto, I. (2012). Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri - Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Dilihat 16 Februari 2016. <<http://www.kelair.bppt.go.id/Publikasi/BukuLimbah>>

- Cairndustri/BukuLimbahCairIndustri.html>.
- Henson, R.P., and Culaba, A.B. (2004). A Diagnostic Model for Green Productivity Assessment of Manufacturing Process. *International Journal Life Cycle Assessment* 9(6): 379-386.
- Hur, T., and Kim, I. (2004). *An Attempt to Measure Green Productivity*. Seoul: Department of material chemistry and engineering Konkuk University.
- Kurniawan, R., Kristanti, N.E., dan Sukartiko, A.C. (2014). Penanganan Limbah Cair Industri Minyak Kayu Putih dengan Metode Filtrasi Anaerobik - Studi di Industri Minyak Kayu Putih Sendang Mole, Playen, Gunung Kidul. Tugas Akhir. Yogyakarta: UGM.
- Marimin, dkk. (2015). *Teknik dan Aplikasi Produktivitas Hijau (Green Productivity) pada Agroindustri*. Bogor: IPB Press.
- Matos, R., Cardoso, A., Richard, M., Ashley, Patricia, D., Molinari, A., and Schulz. (2003). *Performance Indicators for Wastewater Services*. Madrid: IWA Publishing.
- Rakhmawati, Fakhry, M., dan Hariyanto, D.A. (2011). Perbaikan Pengolahan Limbah Perusahaan melalui Perhitungan *Environmental Performance Indicator* dengan Penerapan *Green Productivity* untuk Meningkatkan Nilai Produktivitas-Studi Kasus PT. Varia Niaga Nusantara. *Prosiding Seminar Nasional APTA*. Hal. 185-193.
- Saxena, A.K., Bhardwaj, K.D., and Sinha, K.K. (2003). Sustainable Growth through Green Productivity. *International Energy Journal* 4(1): 81-91.
- Sustainable Industrial Policy. (2014). Menuju Kebijakan Industrial yang Berkelanjutan - Makalah Diskusi. Dilihat 08 Januari 2016. <www.Industrialunion.org/sites/default/files/uploads/documents/Sustainability-discussion-paper.pdf>.
- Sutapa, J.P.G., dan Hidayat, A.N. (2011). Pemanfaatan Limbah Daun dan Ranting Penyulingan Minyak Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi* Powell) untuk Pembuatan Arang Aktif. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Penelitian Kayu Indonesia (MAPEKI) XIV*. Yogyakarta. Hal. 379-385.
- Tyteca, D. (1996). *Business Organisational Response to Evironment and Reporting*. Netherland: IAG School Management.