

PERANCANGAN DAN APLIKASI EKO-EFISIENSI PADA UKM BATIK NADIA ROYANI PEKALONGAN

Velma Nindita

Arsitektur Universitas PGRI Semarang Jl. Sidodadi Timur No. 24 Semarang
Email : velma_nindita@yahoo.com, nindita.velma@gmail.com

Abstrak

UKM Nadia Royani di Kelurahan Simbang Kulon, Kabupaten Pekalongan merupakan salah satu sentra industri batik. Kapasitas produksi rata-rata setiap pengrajin per bulan antara 300 kodi sampai 1000 kodi. Jumlah produksi yang cukup banyak ini dapat berpengaruh negatif pada lingkungan jika tidak ada pengelolaan lingkungan yang baik. Tujuan analisis implementasi eko-efisiensi adalah menganalisis efisiensi pemakaian bahan baku, pendukung, dan energi, menganalisis jumlah KBP, menghitung jumlah emisi gas rumah kaca, serta menghitung rasio Eko-Efisiensi. Penggunaan konsep eko-efisiensi ditujukan pada perbaikan ekologi dan ekonomi dengan peningkatan kualitas kinerja UKM. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dengan pendekatan metode kuantitatif. Berdasarkan hasil analisis 2 kodi batik kombinasi diperoleh efisiensi pemakaian air bersih proses pewarnaan dari 76 L menjadi 20 L, penggunaan air bersih proses pelorodan sebanyak 900 L dan proses pencucian sebanyak 1500 L, efisiensi konsumsi listrik dari 0,5 KWh menjadi 0,307 KWh, penggantian penggunaan bahan bakar dari minyak tanah ke LPG. Jumlah emisi gas rumah kaca per bulan untuk minyak tanah 0,214 ton GHG, kayu bakar $8,732 \times 10^{-5}$ ton GHG, listrik 0,0422 ton CO₂ equiv (sebelum eko-efisiensi), dan LPG 0,0790 ton GHG, kayu bakar $7,620 \times 10^{-5}$ ton GHG, listrik 0,0259 ton CO₂equiv (sesudah eko-efisiensi). Rasio eko-efisiensi per bulan untuk konsumsi energi 288 kodi per 3,26483 Gigajoule (sebelum eko-efisiensi), 288 kodi per 1,42854 Gigajoule (sesudah eko-efisiensi), konsumsi bahan 288 kodi per 14,78 ton, dan emisi gas rumah kaca 288 Kodi per 0,257 ton CO₂ equiv (sebelum eko-efisiensi), 288 Kodi per 0,105 ton CO₂ equiv (sesudah efisiensi). Rasio eko-efisiensi berdasarkan nilai tambah ekonomi dan pengaruh lingkungan dari produk dan jasa yaitu Rp 6.864.000,- / 0,257 ton CO₂ equiv (sebelum eko-efisiensi) dan Rp 8.016.000,- / 0,105 ton CO₂ equiv.

Kata kunci : Eko-efisiensi, Keluaran Bukan Produk, Rasio, UKM

Abstract

Nadia Royani is one of a Small and Middle Scale Industry located at Simbang Kulon, Buaran District, Pekalongan. Its capacity is approximately 300-1000 kodies / month of each industry. Its production influenced the negative effect for environment if there is not good enough handling. The purpose is analyze the eco-efficiency implementation of the efficiency using raw and supporting materials, energy, NPO total, calculating green house gases total and ratio eco-efficiency. Implementation of eco-efficiency concept is aimed to improve economy and ecology with increasing the quality performance of its UKM. This research used descriptive-quantitative analyses. Based on the result, 2 kodies of combination batik got clean water efficiency coloring process from 76 L reduced to 20 L; clean water for paraffin removal 900 L and washing 1500 L; energy consumption efficiency from 0.5 KWh reduced to 0.307 KWh; and kerosene fuel replaced to LPG. GHG emission / month for kerosene 0.214 ton GHG, wood 8.732×10^{-5} ton GHG, electricity 0.0422 ton CO₂ equiv (before eco-efficiency), and LPG 0.0790 ton GHG, wood 7.620×10^{-5} ton GHG, electricity 0.0259 ton CO₂ equiv (after eco-efficiency). Eco-efficiency ratio / month for energy consumption 288 kodies/3.26483 Gigajoule (before eco-efficiency), 288 kodies/1.42854 Gigajoule (after eco-efficiency), materials consumption 288 kodies/14.78 ton, and GHG 288 kodies/0.257 ton CO₂ equiv (before eco-efficiency), 288 kodies/0.105 ton CO₂ (after eco-efficiency). Eco-efficiency ratio based on economic added value and environment influence from product and service is Rp 6.864.000,- / 0,257 ton CO₂ equiv (before eco-efficiency) and Rp 8.016.000,- / 0,105 ton CO₂equiv (after eco-efficiency).

Keywords : Eco-Efficiency, NPO, Ratio, UKM

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kemajuan industri di Indonesia, yang terus meningkat membawa dampak positif bagi pertumbuhan perekonomian di Indonesia. Perkembangan industri juga tidak lepas dari dampak negatif yang ditimbulkan terhadap keberlanjutan lingkungan. Polutan yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan industri merupakan masalah yang dapat mengakibatkan terjadinya degradasi lingkungan. Salah satu industri yang

perkembangannya pesat di Indonesia adalah industri batik. Perkembangan industri ini dapat dilihat dari nilai ekspor batik dan produk batik yang terus meningkat. Kelurahan Simbang Kulon, Kecamatan Buaran, Kabupaten Pekalongan merupakan salah satu sentra industri batik. Jumlah pengusaha batik di Kelurahan Simbang Kulon yaitu 173 UKM yang sudah tergabung dalam Klaster batik. Kapasitas produksi rata-rata setiap pengrajin per bulan antara 300 kodi sampai 1000 kodi. Jumlah produksi yang cukup banyak ini sudah tentu berpengaruh pada

kondisi lingkungan karena limbah padat dan limbah cair yang dihasilkan yang menjadi efek sampingnya. Dampak yang ditimbulkan selain dari penurunan kualitas lingkungan juga dari sisi ekonomi, dan sosial masyarakatnya.

UKM batik Nadia Royani milik Bapak Imron Farid, Kelurahan Simbang Kulon, Kecamatan Buaran, Kabupaten Pekalongan termasuk industri batik yang berkapasitas produksi tinggi, yaitu 10-15 kodi/hari dengan rata-rata limbah cair yang dihasilkan 2500 L yang berasal dari proses pewarnaan, pencabutan, pelorodan, dan pencucian. Selain itu limbah yang dihasilkan berupa limbah padat (ceceran lilin) yang berasal dari proses pembatikan. Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan berasal dari proses pembakaran bahan bakar dan konsumsi listrik. Kapasitas produksi yang tinggi di UKM Nadia Royani tanpa disertai dengan cara bekerja yang benar menyebabkan terjadinya pemborosan penggunaan bahan baku, terutama pemakaian air dan energi, sehingga menyebabkan limbah yang dihasilkan semakin banyak yang termasuk dalam keluaran bukan produk atau *non product output*.

1.2. Perumusan Masalah

1. Jumlah limbah yang dihasilkan setiap harinya selalu bertambah karena produksi yang terus meningkat.
2. Pemborosan pemakaian bahan baku, air, listrik, dan kayu dapat menimbulkan pengaruh terhadap biaya operasional yang dikeluarkan.
3. IPAL di wilayah tersebut tidak beroperasi.

1.3. Tujuan

1. Evaluasi pemakaian bahan baku, bahan pendukung, dan energi.
2. Menganalisis jumlah keluaran bukan produk.
3. Menghitung jumlah emisi gas rumah kaca (GRK).
4. Menghitung rasio Eko-Efisiensi.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Kerangka Konsep Teoritis

Pendekatan kerangka konsep teoritis menggunakan konsep eko-efisiensi yaitu mengarah pada perbaikan ekologi dan ekonomi dengan peningkatan kualitas kinerja UKM dimulai dari proses produksi hingga evaluasi sesudah implementasi adanya perancangan eko-efisiensi. *Ecology and Economic Improvement*,

diantaranya dari segi ekologi menganalisis dampak lingkungan yang terjadi dalam hal ini keluaran bukan produk dan bagaimana minimisasi adanya KBP tersebut, serta dari segi ekonomi mengefisiensikan penggunaan bahan baku, dan sumber daya sehingga dapat menghemat biaya dan mendapat keuntungan ekonomi dengan implementasi yang telah dilakukan pada UKM Batik Nadia Royani.

2.2. Tipe Penelitian

Pendekatan penelitian ini bersifat studi kasus. Analisis model menggunakan analisis deskriptif dengan pendekatan metode kuantitatif. Analisis deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran dan identifikasi adanya inefisiensi penggunaan bahan, air, dan energi yang selanjutnya akan dikaji berdasarkan konsep eko-efisiensi. Metode kuantitatif digunakan perhitungan jumlah keluaran bukan produk dan emisi gas rumah kaca, keuntungan ekonomi, dan rasio eko-efisiensi.

2.3. Metode Pengumpulan Data Primer dan Sekunder

Observasi lapangan; dimulai dari *input* hingga *output* yaitu pemakaian bahan baku, sumber daya (energi, air), proses produksi, alat-alat yang digunakan dan kegiatan lain yang menunjang proses produksi hingga limbah dihasilkan sebagai *output* baik itu limbah padat, limbah cair ataupun emisi. Wawancara; dilakukan secara langsung melalui responden dengan menggunakan pedoman daftar pertanyaan sebagai instrumen penelitian. Pengukuran; dimulai dari bahan yang akan digunakan (*input*) sampai mengukur serta menghitung keluaran bukan produk dan emisi gas rumah kaca.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Perbandingan Jumlah Keluaran Bukan Produk

3.1.1. Proses Pembatikan

Pembatikan adalah proses pelekatan lilin batik pada kain. Dalam proses pembatikan produksi batik kombinasi terdiri dari 3 tahap, yaitu pengecapan I, pembatikan tulis I, dan pembatikan tulis II.

Langkah Perbaikan ; mengubah teknik pengibasan alat cap, pembuatan penampang kompor, pengujian ketebalan lilin.

Tabel 1. Keluaran Bukan Produk Tahap Pembatikan Proses Produksi Batik Kombinasi (2kodi) UKM Nadia Royani (Sesudah EE)

No	Proses Pembatikan	Input Material	Kuantitas Keluaran Bukan Produk
1.	Pengecapan I	2 Kg	-ceceran lilin : 0,4 Kg (dapat <i>directcycle</i>)
2.	Pengecapan II	5,5 Kg	-ceceran lilin : 0,6 Kg (dapat <i>directcycle</i>)
3.	Pembatikan Tulis I	6,5 Kg	-ceceran lilin : 0,2 Kg (dapat <i>directcycle</i>)
4.	Pembatikan Tulis II	6 Kg	-ceceran lilin : 0,4 Kg (dapat <i>directcycle</i>)

Sumber : Data Primer Penulis

Dari hasil evaluasi yang dilakukan berdasarkan data di atas didapat bahwa perbandingan proses pembatikan menggunakan *input* bahan baku yang relatif banyak dan menghasilkan *output* yang tidak sedikit dan dapat *direcycle*. Berbeda dengan penelitian tahun 2010 sebelum dilakukan perancangan banyak menghasilkan ceceran lilin. Dari data di atas menunjukkan perbedaan proses dikarenakan perbedaan desain (motif) dan proses yang berbeda. Banyak sedikitnya jumlah lilin yang dipakai tergantung dari proses dan motif yang didesain.

3.1.2. Proses Pewarnaan

Pewarnaan merupakan proses pemberian warna pada bagian-bagian yang tidak tertutup lilin dari proses pembatikan. Dalam proses pewarnaan ini terdiri dari 3 tahap yaitu pewarnaan I colet (bunga-bunga), Pewarnaan II (biru muda kecil), Pewarnaan III (ungu).

Langkah Perbaikan ; mengubah teknik pencelupan kain, melakukan *reuse* sisa larutan pewarna, peningkatan pengawasan dan pengarahan terhadap para pekerja.

Tabel 2. Keluaran Bukan Produk Tahap Pewarnaan Proses Produksi Batik Kombinasi (2kodi) UKM Nadia Royani (Sesudah EE)

No	Tahap Pewarnaan	Input Material	Kuantitas Keluaran Bukan Produk
1.	Pewarnaan Colet I	3,5 L	·ceceran larutan pewarna : - L ·air limbah pewarna : 1,1 L
2.	Pewarnaan II	20 L	·ceceran larutan pewarna : 5 L ·air limbah pewarna : 4,5 L
3.	Pewarnaan III	20 L	·ceceran larutan pewarna : 5 L ·air limbah pewarna : 5,5 L

Sumber : Data Primer Penulis

Dari hasil evaluasi yang dilakukan berdasarkan data di atas bahwa terdapat efisiensi penggunaan air bersih, tetapi masih cukup banyak menghasilkan ceceran air pewarna. Dengan demikian dalam tahap ini dapat dinilai bahwa pengrajin telah melakukan efisiensi bahan baku baik zat pewarna, air, dan bahan pendukung lainnya sehingga dapat meminimasi

jumlah air limbah sisa pewarna tetapi untuk menghindari ceceran air pewarna masih sulit dilakukan.

3.1.3. Proses Pelorodan

Pelorodan merupakan proses pelepasan lilin pada kain batikan. Dalam proses pelorodan ini dilakukan melalui 2 tahap pelorodan.

Tabel 3. Keluaran Bukan Produk Tahap Pelorodan Proses Produksi Batik Kombinasi (2kodi) UKM Nadia Royani (Sesudah EE)

No	Tahap Pelorodan	Kebutuhan Air Bersih	Kuantitas Keluaran Bukan Produk	Prosentase
1.	Pelorodan	900 L	865,77 L	$865,77 \text{ L} / 900 \text{ L} \times 100\% = 96,20 \%$

Sumber : Data Primer, 2012

Dari hasil evaluasi yang dilakukan berdasarkan data di atas, hasil yang diamati terlihat tidak terjadi penghematan di dalam penggunaan air bersih. Para pengrajin masih kembali ke perilaku lama yang tidak efisien jika pada tahun 2010 dapat menggunakan 800 L, saat ini kembali menggunakan 900 L dan dinilai masih terlalu banyak. Pengrajin kurang memiliki kesadaran dalam mengefisienkan penggunaan air. Terbukti jika dilihat dari prosentase perbandingan data 2010 dan 2012 justru pada penelitian 2012 terjadi penambahan penggunaan air, tetapi jika dibandingkan

dengan penggunaan air sebelum dan sesudah dilakukan eko-efisiensi yang sama-sama 900 L kuantitas limbah yang dibuang mengalami penurunan dikarenakan penguapan air, ceceran air yang lebih besar.

3.1.4. Proses Pencucian

Pada proses pencucian, kebutuhan air yang digunakan setiap harinya sangat banyak, yaitu $\pm 1500 \text{ L}$ untuk pencucian mencapai 15 kodi dengan motif kain batik yang sama atau berbeda.

Tabel 4. Keluaran Bukan Produk Tahap Pencucian Proses Produksi Batik Kombinasi (2kodi) UKM Nadia Royani (Sesudah EE)

No	Tahap Pencucian	Kebutuhan Air Bersih	Kuantitas Keluaran Bukan Produk
1.	Pencucian I	1100 L (Air Bersih)	±1500 L
		Bak I (400 L (air hujan) + 350 L)	
	Pencucian II	Bak II (750 L)	

Sumber : Data Primer Penulis

Dari hasil evaluasi yang dilakukan berdasarkan data di atas, pada proses pencucian terjadi hal yang sama pada perilaku penggunaan air dengan proses pelorodan. Pengrajin masih menggunakan banyak air, namun pada bak I masih bisa efisien karena ada alternatif sumber air yang lain yaitu air hujan. Pada saat penelitian dalam keadaan musim hujan, tetapi apabila musim kemarau, pengrajin masih menggunakan air dari tendon maupun menggunakan pompa air dan tergantung dari masing-masing

pengrajin untuk dapat mengefisienkan penggunaan air maupun listrik. Pada proses ini budaya kerja mereka masih tetap menggunakan naluri dan cenderung mencari cara yang tidak menyulitkan para pengrajin.

3.2. Pemakaian Listrik

Langkah Perbaikan ; reduksi konsumsi air proses pelorodan, *reuse* air pencucian, penggunaan bak tandon, pembuatan talang tadah hujan.

Tabel 5. Pemakaian Energi Listrik Proses Produksi Batik Kombinasi (2kodi) UKM Nadia Royani (Sesudah EE)

No	Proses	Kebutuhan Penggunaan Air Bersih dan waktu pemakaian pompa air sumur	Listrik
1.	Pewarnaan Colet	(3,5 L) 23 detik = 0,00639 jam	0,000798 kWh
2.	Pewarnaan II	(20 L) 1 menit 46 detik = 0,024 jam	0,00304 kWh
3.	Pelorodan I	(900 L) 1 jam 13 menit	0,141 kWh
4.	Pencucian	(1100) 1 jam 3 menit	0,16 kWh
5.	Pewarnaan III	(20 L) 1 menit 37 detik	0,00285 kWh
6.	Pelorodan II	-	- kWh
7.	Pencucian II	-	- kWh
Total		2043,5 L	0,307 kWh

Sumber : Data Primer Penulis

Dari hasil evaluasi yang dilakukan berdasarkan data di atas, dapat ditunjukkan bahwa penggunaan energi didasarkan pada seberapa banyak input yang diberikan. Semakin sedikit jumlah kebutuhan air yang digunakan, maka semakin sedikit pula energi listrik yang dipakai. Pada tahun 2012 mengalami penurunan penggunaan listrik (kWh) dibandingkan pada tahun 2010. Namun dalam hal penggunaan listrik dapat fluktuatif dikarenakan tergantung dari jumlah kebutuhan air maupun total produksi per harinya. Konsistensi pengrajin di dalam memperbaiki solusi tersebut tidak berlangsung secara kontinyu, satu hal lebih disebabkan karena belum terbiasa melakukan penghematan dan masih menggunakan pola lama.

3.3. Kayu Bakar

Pada UKM Nadia Royani, kayu digunakan sebagai bahan bakar saat proses pelorodan. Dari hasil penelitian (2010), diketahui jumlah pemakaian kayu bakar saat proses pelorodan untuk 2 kodi kain yaitu 10 buah dengan total berat kayu keseluruhan = 55Kg. Sedangkan pada tahun 2012, dilakukan penelitian terkait dengan jumlah pemakaian kayu bakar pada proses pembuatan batik kombinasi yaitu 7 buah kayu panjang dengan total berat kayu keseluruhan = 48 Kg.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Efisiensi penggunaan air bersih (proses pewarnaan) dari 76 L menjadi 20 L, penggunaan air bersih (proses pelorodan) hampir sama yaitu 900 L, dan proses pencucian yaitu 1500 L. Selain itu efisiensi juga dilakukan pada penggantian bahan bakar dari minyak tanah ke LPG, dan pengurangan pemakaian kayu bakar.
2. Jumlah keluaran bukan produk pada proses produksi batik tahun 2010 dan 2012 tidak dapat dibandingkan penurunan atau kenaikannya karena tergantung dari motif yang akan dibuat sehingga tahap prosesnya pun berbeda. Pada proses pembatikan, keluaran bukan produk berupa lilin 1,1 Kg ; 1,6 Kg, proses pewarnaan 201,9 L ; 21,1 L, proses pelorodan 782,5 L ; 865,7 L, proses pencucian 1150 L ; 1500 L, pemakaian listrik 0,5 KWh ; 0,307 KWh.
3. Jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan telah dihitung dengan hasil yaitu total konsumsi minyak tanah 84 L per bulan menghasilkan 0,214771 ton GHG/GRK, kayu bakar 47,185 Kg/hari = 1130 Kg/bulan menghasilkan $8,732 \times 10^{-5}$ ton GHG/GRK ; 41,179 Kg/hari = 1000 Kg/bulan menghasilkan $7,620 \times 10^{-5}$ ton GHG/GRK , LPG 24 Kg/bulan menghasilkan 0,079 ton GHG/GRK, listrik 72 KWh per bulan menghasilkan 0,0422 ton CO₂ equiv, dan listrik 44,2 KWh per bulan 0,0259 ton CO₂equiv.
4. Rasio eko-efisiensi telah dihitung dengan hasil sebagai berikut :

(Berdasarkan konsumsi energi, konsumsi bahan, dan emisi gas rumah kaca, didapat rasio sebagai berikut) :

a. Konsumsi Energi (Bulan)

Sebelum Eko-Efisiensi = 288 kodi per 3,26483 Gigajoule [energi]

Sesudah Eko-Efisiensi = 288 kodi per 1,42854 Gigajoule [energi]

b. Konsumsi Bahan (Bulan) = 288 kodi per 14,78 Ton [bahan baku+bahan pendukung]

c. Emisi Gas Rumah Kaca (Bulan)

Sebelum Eko-Efisiensi = 288 Kodi per 0,257 ton CO₂ equiv

Sesudah Eko-Efisiensi = 288 Kodi per 0,105 ton CO₂ equiv

(Berdasarkan nilai ekonomi dan pengaruh lingkungan didapat rasio sebagai berikut) :

1. Sebelum Eko-Efisiensi

EE = $\frac{\text{Rp } 6.864.000,-}{0,257 \text{ ton CO}_2 \text{ equiv}} = \text{Rp } 26.708.170,- / \text{ ton CO}_2 \text{ equiv}$

2. Sesudah Eko-Efisiensi

EE = $\frac{\text{Rp } 8.016.000,-}{0,105 \text{ ton CO}_2 \text{ equiv}} = \text{Rp } 76.342.850,- / \text{ ton CO}_2 \text{ equiv}$

5. SARAN

Diperlukan perubahan perilaku dan budaya kerja para pekerja secara konsisten dan berkelanjutan sehingga diharapkan terjadi kemajuan perilaku dan budaya kerja yang efisien dan ramah lingkungan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Kadir. Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik, dan Potensi Ekonomi. 2nd ed. Jakarta: Universitas Indonesia Press. 1995.
- Alaerts, dan Santika, S.S. Metode penelitian air. Surabaya Usaha Nasional Surabaya. 1984.
- Burritt R, and Schaltegger S. Eco-efficiency in Corporate Budgeting. MCB University Press. 2001.
- Don, R Hansen and Mowen. Management Accounting, 7th Ed. Jakarta: Salemba Empat. 2005.
- Ellipson. Standardized Eco-Efficiency Indicators. eco-efficiency@ellipson.com . Switzerland. 2001.
- Five Winds International. Eco-Efficiency and Materials. Ottawa, Canada: International Council On Metals And The Environment. 2001.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup dan Deutsche Gesellschaft fuer Technische Zusammenarbeit (GTZ). Panduan Penerapan Eko-efisiensi. Jakarta: 2007.
- Melanen, Matti., Seppala, Jyri., Myllymaa, Tuuli., Mickwitz, Per. Environmental Protection - Measuring regional eco-efficiency (case Kymenlaakso). Helsinki: Finnish Environment Institute. <http://environment.fi/publications> . 2004.
- Nindita, Velma. Perancangan Eko-Efisiensi Pada Usaha Kecil Menengah Batik (Studi Kasus: UKM Nadia Royani Kelurahan Simbang Kulon Kecamatan Buaran Kabupaten Pekalongan). Tugas Akhir. Semarang: Universitas Diponegoro. 2010.
- Purwanto, dan Andie Tri. Perangkat Manajemen Lingkungan. <http://andietri.tripod.com/journal/book-1.htm>. 2000.
- Rusidana. Pengolahan Limbah Cair Industri Percetakan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. Yogyakarta: STTL. 2006.

- Schaltegger, S. and Strum, A. Environmentally Oriented Decisions in Companies (*in German*), 2nd ed, Haupt, Bern/Stuttgart. (1992/94).
- Sugiharto. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Jakarta: Universitas Indonesia. 1987.
- Sumarwoto, O. Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada. 1993.
- Sunarto. Teknologi Pencelupan dan Pengecapan. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional. 2008.
- Susanto, Sewan. Seni Kerajinan Batik Indonesia. Yogyakarta: Balai Penelitian dan Pengembangan Batik. 2001.
- Van Berkel, Rene. Environmental Performance Evaluation: Issues and Trend. Western Australia: Curtin University of Technology. 2001.
- Van Berkel, Rene. Cleaner Production for Process Industries. Western Australia: Curtin University of Technology, 2000.
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Measuring Eco-efficiency. United Kingdom. 2000.