

## Implementasi Industri Hijau pada Perusahaan Kertas

### *Implementation of Green Industry in Paper Company*

Isabella Devichi Wibowo<sup>1</sup>, Purwanto<sup>1,2</sup>, Suherman<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Program Magister Ilmu Lingkungan UNDIP email: devichipinchi@gmail.com

<sup>2</sup>Departemen Teknik Kimia UNDIP

### ABSTRAK

Perkembangan industri yang ada di dunia berbanding lurus dengan jumlah timbulan limbah. Semakin banyak dan besarnya suatu industri, maka semakin banyak jumlah timbulan limbah. Namun, pada masa sekarang dimana teknologi juga semakin berkembang, maka teknologi bisa menjadi suatu penolong berupa gagasan dan inovasi dalam suatu industri untuk mewujudkan industri yang ramah lingkungan. Suatu industri tidak hanya mengutamakan hasil produksi dan keuntungan yang dihasilkan, melainkan juga memperhatikan lingkungan sekitar yang terdampak, untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan. Maka dari itu, sudah mulai banyak penerapan industri hijau di Indonesia, seperti tercatat pada tahun 2019 sudah ada 151 perusahaan yang diberi penghargaan industri hijau oleh Kementrian Perindustrian. Penelitian ini difokuskan pada implementasi industri hijau yang dapat diterapkan pada perusahaan kertas yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi kertas, sehingga mengurangi limbah yang ditimbulkan. Metodologi yang dilakukan yaitu dengan menggunakan data sekunder yaitu pengumpulan data dari suatu perusahaan kertas serta studi pustaka dengan mempelajari literatur dan penelitian terkait.

Kata kunci: Industri, Industri kertas, Industri hijau, Kertas, Produksi bersih.

### PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan populasi manusia, kebutuhan pun ikut meningkat. Kertas merupakan suatu kebutuhan yang tidak bisa dipisahkan dari aktivitas manusia. Hampir setiap pekerjaan dan kegiatan membutuhkan kertas, dan wujudnya ditemukan di barang-barang yang selalu dibawa oleh manusia. Contohnya yaitu kertas uang, ijazah, akta, dan lain-lain. Jenis kertas seperti ini merupakan kertas khusus. Ada juga jenis kertas komoditas misalnya kertas untuk keperluan cetak seperti kertas HVS serta kertas untuk *packaging* jenis *sack kraft*. Industri kertas tidak lepas dari isu lingkungan karena bahan baku yang digunakan kebanyakan berasal dari *virgin pulp* yang berasal dari serat kayu yang diproses dengan proses *bleaching* sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku kertas. Dari yang awalnya tidak ada regulasi mengenai

penggunaan pulp, hingga adanya sertifikasi FSC (*Forest Stewardship Council*) yang juga sebagai jaminan bahwa produsen pulp tersebut akan melakukan penanaman pohon kembali terhadap pohon yang telah ditebang sebagai bahan baku pulp tersebut. Regulasi tersebut datang dari banyaknya perubahan terhadap hutan di dunia, khususnya hutan di Indonesia yang jika dilihat dari satelit akan terlihat perbedaan dari area hutan pada masa lampau dan sekarang.. Bahkan, beberapa perusahaan yang telah menerapkan regulasi serupa seperti ISO juga memberi syarat kepada perusahaan kertas untuk menyertakan sertifikat FSC dari produk maupun bahan baku yang digunakan. Dari hal tersebut bisa disimpulkan bahwa semakin lama kepedulian masyarakat mengenai lingkungan semakin tinggi, seiring dengan kemajuan zaman. Tidak hanya dari regulasi, aplikasi di lapangan pun mengupayakan usaha-usaha untuk mengurangi pencemaran lingkungan

terutama yang disebabkan oleh limbah yang dihasilkan, mulai dari pengelolaan limbah hingga cara-cara untuk memanfaatkan limbah menjadi produk lain yang lebih bermanfaat. Sampai pada ide produksi bersih untuk mewujudkan industri hijau.

Melalui sebuah penelitian di China oleh Chen et al. (2017), nilai tambah dari industri hijau (GVA) dan kontribusi industri hijau akan berpengaruh terhadap agregat ekonomi, lapangan kerja sosial, produk hijau dan pengelolaan lingkungan, yang akan membantu para pembuat keputusan untuk membuat kebijakan pembangunan yang rinci dan lebih baik dalam jangka panjang. Industri hijau diposisikan secara unik untuk menawarkan solusi berbiaya rendah dan efektif (Hall, 2010).

Aminah et al. (2018) menyebutkan bahwa penerapan industri hijau dilakukan melalui produksi bersih (*cleaner production*) dengan menerapkan konsep 4R (*Reduce, Reuse, Recycle, dan Recovery*), ditambah dengan prinsip *Rethink* sehingga menjadi konsep 5R. *Reuse* adalah pengurangan limbah pada sumbernya, *Reuse* adalah upaya untuk menggunakan kembali limbah, *recycle* adalah mendaur ulang limbah, *recovery* adalah pemisahan suatu bahan atau energi dari suatu limbah, dan *rethink* adalah konsep pemikiran pada awal operasional kegiatan. Penelitian yang dilakukan ialah tentang bagaimana industri bersih dapat mengurangi konsentrasi emisi gas rumah kaca. Namun, dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa upaya penurunan konsentrasi gas rumah kaca masih belum maksimal walaupun program industri hijau dilaksanakan sejak tahun 2010.

Hambatan dalam pelaksanaan industri bersih ada dari faktor internal dan eksternal. Faktor internal adalah yang berhubungan dengan manusia misalnya kurangnya komunikasi, kepemimpinan, resistensi terhadap perubahan, sistem penghargaan yang tidak menguntungkan atau tidak ada, kurangnya fleksibilitas dalam struktur organisasi, dan perhatian tentang kerahasiaan data. Faktor eksternal yaitu kurangnya kepedulian terhadap pencegahan pencemaran

dan lingkungan oleh masyarakat menjadi faktor yang pada akhirnya mengganggu persepsi tentang perlunya dunia usaha mengadopsi praktik industri bersih (Vieira et al., 2016).

Produksi bersih berpengaruh kepada performa suatu industri, dengan penerapan membandingkan skema kegiatan produksi bersih dengan biaya tinggi dan biaya rendah. Kebanyakan perusahaan melakukan skema dengan biaya rendah karena memberikan kontribusi yang lebih besar mengenai performa finansial suatu perusahaan dan biasanya akan berjalan dalam jangka waktu yang lama, namun ketika melakukan produksi bersih, maka reputasi perusahaan di mata masyarakat akan meningkat (Zeng et al., 2010). Disebutkan juga bahwa produksi bersih merupakan efisiensi lingkungan secara keseluruhan pada suatu perusahaan melalui pendekatan pencegahan polusi yang komprehensif (Geng et al., 2010).

Menurut Wu et al. (2013), Segala bentuk kegiatan manusia pasti ada risikonya, tak terkecuali pada produksi bersih, terutama pada sumber energi alternatif yang masih menjadi perdebatan. Maka dari itu, dibutuhkan adanya manajemen risiko untuk mengatasi segala bentuk risiko yang akan terjadi di kemudian hari.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hadiwijoyo et al. (2013), inovasi teknologi hijau dengan menempatkan sektor industri ke dalam satu kawasan akan membawa perubahan terhadap kondisi lingkungan di Cilegon, yang semula mengalami penurunan kualitas udara pada IEC, serta kadar *hydrocarbon* (HC) dan tingkat debu pada beberapa poin melebihi batas maksimal dari standar kualitas udara. Dengan menempatkan industri ke dalam satu klaster, maka akan lebih mudah untuk mengontrol penggunaan bahan baku, tingkat konsumsi energi, dan manajemen limbah. Riaz et al. (2013) menyebutkan bahwa pada industri methanol terus dilakukan pengembangan lebih lanjut dari teknologi sintesis methanol yang berpotensi mengurangi biaya pabrik secara keseluruhan, sehingga dilakukan produksi bersih untuk

mendukung tujuan tersebut. Sama halnya dengan di China bagian timur laut, dilakukan aglomerasi industri terhadap efisiensi pembangunan hijau dan hasilnya efisiensi pembangunan hijau meningkat seiring dengan peningkatan aglomerasi industri. Aglomerasi industri berarti industri tidak berlokasi secara merata pada seluruh wilayah, akan tetapi mengelompok secara berdekatan pada bagian tertentu di wilayah tersebut (Guo et al., 2020).

Sistem industri bersih juga diharapkan dapat memberikan penghematan dari segi lingkungan dan ekonomi, seperti pada penerapan produksi bersih pada pabrik tahu yang telah dilakukan perbaikan-perbaikan sehingga dihasilkan penghematan air per bulan yang secara otomatis juga menurunkan biaya produksi yang dikeluarkan (Rahayu, 2016). Juga pada penelitian oleh Khamdan et al. (2010) terlihat perbedaan waktu yang signifikan antara pabrik tahu yang menerapkan produksi bersih dan yang tidak menerapkan, sehingga waktu bagi pengrajin tahu bisa lebih efektif, dan menghasilkan efisiensi ekonomi dan lingkungan.

Perkembangan industri bersih terbaru dengan menentukan indikator sebagai alat untuk mencegah atau mengurangi dengan desain produk yang lebih baik, optimisasi proses yang lebih baik, pemantauan yang lebih baik, pelatihan dan manajemen yang lebih baik, dikombinasikan dengan peraturan pemerintah yang berkembang dan seragam, berlaku untuk industri dan fasilitas bisnis (Klemes et al., 2012).

Energi bersih diperlukan untuk menunjang terlaksananya produksi bersih dengan tujuan mengurangi efek gas rumah kaca (GRK). Tujuan tersebut dapat berkembang ke area lain yaitu melanjutkan perkembangan emisi rendah secara intensif sebagai dasar produksi bersih dan sistem konsumsi. Ke dua, untuk mengembangkan dan memelihara sistem regional yang mandiri berdasarkan proses yang lebih efisien. Ke tiga, untuk mengembangkan mekanisme bersama dan pangsa pasar karbon virtual dan air virtual di antara mitra dagang

regional dan internasional (Yong et al., 2016). Juga dengan penerapan efisiensi hijau dengan kuantifikasi sektoral dan rantai pasokan yang menunjang produksi bersih (Zhang et al., 2018).

Pembangunan berkelanjutan dapat terwujud dengan penerapan produksi bersih yaitu pada segi operasi produksi dan manajemen, manajemen lingkungan dan inovasi, produksi energi dan penggunaannya, transportasi, perilaku konsumen dan keterlibatannya, riset akademik, dan manajemen limbah (Almeida et al., 2016).

Silva (2013) melakukan penelitian mengenai metodologi yang untuk penilaian produksi bersih yang paling tepat adalah metodologi standar, bila dibandingkan dengan berbagai metode individual lainnya karena metodologi tersebut lebih luas dan lebih mudah diimplementasikan dibandingkan metode individual lain. Bisa dibilang fokus utama dari tujuan perkembangan metodologi standar adalah pada fase rencana pada siklus PDCA (*Plan, Do, Check, Action*).

Pendorong kegiatan bersih berkelanjutan dan pilihan energi berkelanjutan adalah *market pull*, yaitu kebutuhan pasar akan produk-produk yang lebih ramah lingkungan dan mendukung pembangunan berkelanjutan, kemudian *technology push*, yaitu dengan menerapkan berbagai *green innovation* untuk ditawarkan kepada pasar, kemudian kerangka regulasi yaitu kerangka peraturan seperti aturan yang relevan, hukum, dan badan pengawas seperti diketahui saat ini manusia terutama pelaku industri dituntut untuk memerhatikan lingkungan untuk pembangunan keberlanjutan sehingga dibentuklah aturan-aturan dan regulasi terkait lingkungan (Saez-Martinez et al., 2016).

Pada penelitian oleh Singh et al. (2019) untuk menuju teknologi hijau pada industri *pulp and paper* dengan delignifikasi pulp dengan bantuan Lakase. Namun, masih membutuhkan upaya khusus untuk implementasi praktis enzim dalam skala besar di industri kertas.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis deskriptif kualitatif dengan mengambil data sekunder dari suatu perusahaan kertas bernama PT XYZ. Data-data yang diambil yaitu data regulasi yang digunakan terutama mengenai manajemen lingkungan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang dikumpulkan, maka penerapan regulasi yang dilakukan sudah memenuhi beberapa kriteria lingkungan. Penggunaan bahan baku yang lebih didominasi oleh bahan baku daur ulang yaitu kertas dan boks bekas, tidak adanya penggunaan *deinking*, serta adanya DAF (*Dissolve Air Flotation*) yaitu sebuah proses untuk memisahkan bubur kertas dan air limbah sehingga dapat digunakan kembali dalam produksi. Penggunaan bubur dan air hasil proses DAF mencapai 10 – 15% dari total jumlah bahan baku dan air yang digunakan dengan tidak mengurangi kualitas kertas.

Sertifikasi lingkungan yang diterapkan ada dua, yaitu ISO 14001 sistem manajemen lingkungan serta PROPER Biru. Untuk manajemen limbah, sudah diterapkan berbagai macam pengelolaan berdasarkan jenis limbah, baik itu limbah padat, cair, dan B3 (bahan berbahaya dan beracun).

Mengenai penanganan limbah yang telah dilakukan dengan baik, namun ada baiknya untuk menuju kepada produksi bersih. Produksi bersih merupakan merupakan strategi pengelolaan lingkungan yang sifatnya mengarah pada pencegahan dan terpadu untuk diterapkan pada seluruh siklus produksi. Jadi, perusahaan tidak hanya sekedar menjalankan proses produksi sesuai dengan regulasi yang berlaku terutama mengenai lingkungan, namun juga ditingkatkan lagi menjadi mengurangi timbulan limbah dengan cara lebih selektif dalam pemilihan bahan baku, penghitungan kebutuhan bahan yang efisien, serta

perawatan mesin agar menghasilkan cara kerja mesin yang efektif.

Christiani, 2017 melakukan pengukuran kinerja lingkungan industri di Indonesia berdasarkan standar industri hijau untuk kategori industri menengah, maka kali ini untuk industri besar yang bergerak dalam kategori kertas, akan dilihat secara garis besar mengenai hal-hal yang telah dilakukan dalam proses produksi berdasarkan kriteria industri hijau. Kriteria industri hijau dikeluarkan oleh Kementerian Perindustrian yang diantaranya adalah proses produksi (aspek A), kinerja pengelolaan limbah/emisi (aspek B), dan manajemen perusahaan (aspek C). Kemudian, masing-masing aspek juga memiliki beberapa sub aspek dan dirangkum dalam Tabel 1, daftar periksa keterpenuhan kriteria industri hijau.

**Tabel 1.** Daftar Periksa Kriteria Industri Hijau

No.	Aspek Penilaian
A	PROSES PRODUKSI
1	Program Efisiensi Produksi
2	Material Input
3	Energi
4	Air
5	Teknologi Proses
6	Sumber Daya Manusia
7	Lingkungan Kerja di Ruang Proses Produksi
B	KINERJA PENGELOLAAN LIMBAH / EMISI
1	Program Penurunan Emisi CO <sub>2</sub> e
2	Pemenuhan Baku Mutu Lingkungan
3	Sarana Pengelolaan Limbah / Emisi
C	MANAJEMEN PERUSAHAAN
1	Sertifikasi
2	CSR
3	Penghargaan
4	Kesehatan Karyawan

Untuk memenuhi kriteria industri hijau, maka perusahaan kertas harus memenuhi tiap aspek tersebut. Pada PT XYZ, mengenai kriteria A nomor (1) program efisiensi produksi sudah dijalankan dengan baik. Hal ini dilakukan dengan melakukan pertemuan untuk membahas komposisi kertas yang

dilakukan setiap awal bulan untuk menentukan kuantitas bahan baku yang akan digunakan selama sebulan penuh sesuai dengan rencana produksi. Pada pertemuan tersebut diusulkan berbagai macam gagasan serta usulan mengenai beberapa macam efisiensi yang bisa dilakukan terutama dari segi penggunaan bahan baku dan sistem produksi. Evaluasi terhadap efisiensi tersebut biasanya dilakukan setelah produksi tersebut berjalan.

Mengenai poin nomor (2), material input yang digunakan belum semuanya memiliki sertifikasi terutama untuk bahan baku kertas bekas (*recycle paper*) yang digunakan karena bahan baku tersebut terdiri dari campuran kertas-kertas yang dikumpulkan oleh pengepul baru kemudian dijual ke industri kertas sebagai bahan baku. Untuk efisiensi dan substitusi sudah dijalankan, namun untuk penerapan FIFO belum berjalan dengan baik.

Pada poin nomor (3) energi, sudah dilakukan efisiensi energi dengan cara melakukan perawatan yang lebih baik terhadap alat-alat penunjang kegiatan produksi misalnya *forklift* dan *loader* sehingga penggunaan batu bara bisa berkurang. Namun, belum ada upaya penggunaan energi terbarukan.

Poin nomor (4) air, sudah dijalankan dengan sangat baik karena penggunaan air pada industri kertas lebih dari 90%, maka efisiensi air adalah hal yang serius dilakukan. Mulai dari pemrosesan limbah produksi pada DAF dan hasil airnya digunakan untuk proses produksi dan utilitas, serta pembuatan jalur-jalur air sehingga bisa digunakan di produksi.

Untuk poin nomor (5), telah dilakukan upaya untuk *reduce*, *reuse*, dan *recycle* yang dilakukan pada proses produksi kertas, hanya saja untuk *recovery* limbah plastik masih belum diterapkan, padahal perkiraan limbah plastik yang dihasilkan sekitar 3 ton per hari dan langsung masuk ke dalam *landfill*. SOP masing-masing proses sudah tersedia dan terus diperbarui jika ada pembaruan prosedur operasional, kemudian untuk inovasi produk sudah sering dilakukan sesuai dengan jenis kertas permintaan *customer*.

Pada poin nomor (6), sumber daya manusia yaitu karyawan yang bekerja sudah mendapatkan berbagai macam pelatihan, mulai dari pelatihan pekerjaan masing-masing, K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja), ISO, dan berbagai macam pelatihan lain yang mendukung pekerjaannya.

Poin nomor (7) pemantauan K3L (Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan) sudah dilaksanakan dengan baik dengan melakukan sidak secara rutin dan melakukan pertemuan bulanan dengan karyawan dari masing-masing bagian dengan mendengarkan masukan-masukan terkait lingkungan kerjanya dan melakukan perbaikan secara berkesinambungan sesuai dengan masukan yang telah terverifikasi oleh bagian yang bertanggung jawab terhadap K3L. Para karyawan juga sudah terdaftar pada BPJS Ketenagakerjaan.

Kemudian untuk kriteria B poin nomor (1), penurunan emisi CO<sub>2</sub> telah dilakukan dengan mengurangi pemakaian batu bara sebagai bahan bakar *steam* produksi, namun dengan menggunakan sumber listrik dari *power plant*.

Pada poin (2), limbah cair sudah diolah dengan baik dengan menggunakan proses DAF dan juga WWTP (*Waste Water Treatment Plant*) sebelum pada akhirnya dibuang di lingkungan dengan memenuhi baku mutu air yang sudah ditetapkan.

Sarana pengelolaan limbah / emisi pada poin nomor (3) yang sudah diterapkan adalah sistem DAF serta WWTP, dan untuk limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) sudah melakukan pengelolaan dengan baik sesuai dengan PP 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Hal yang sudah diterapkan antara lain perizinan tiap jenis limbah, yaitu izin penyimpanan limbah, serta prasarana yaitu tempat penyimpanan yang sudah sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Limbah B3 yang teridentifikasi ialah accu, majun, lampu TL, dan oli.

Pada kriteria C manajemen perusahaan, poin (1) sertifikasi tiap produk sudah ada melalui lembaga sertifikasi profesional termasuk ketika ada produk jenis baru akan

langsung dilakukan sertifikasi sehingga bisa diterima dengan baik oleh *customer*. Sistem manajemen sudah berjalan dengan baik dengan adanya kebijakan manajemen yang terus diperbarui serta menyelenggarakan RKUM (Rapat Kaji Ulang Manajemen) setiap akhir tahun untuk mengevaluasi pencapaian-pencapaian di perusahaan dalam segala bidang pada tiap bagian, dari segi kualitas bahan baku hingga pemasaran produk, serta telah tersertifikasi ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, dan ISO 45001 pengganti OHSAS 18001 untuk bersaing dengan kompetitor-kompetitor baik lokal maupun internasional.

Penerapan CSR pada poin nomor (2) sudah dilaksanakan dengan baik yaitu dengan memberikan subsidi listrik kepada warga sekitar dan memberikan bantuan ketika ada musibah banjir yang menimpa warga sekitar area industri.

Poin nomor (3) mengenai penghargaan yang diterima, dan poin nomor (4) mengenai kesehatan karyawan sudah dilaksanakan namun belum terlalu rutin.

Dari beberapa kriteria yang sudah dijabarkan di atas, suatu industri kertas untuk menuju industri hijau sangatlah memungkinkan, bila dibarengi dengan konsistensi manajemen untuk terus melakukan inovasi-inovasi terkait dengan proses pembuatan kertas. Hal yang bisa dilakukan adalah dengan menyempurnakan 4R terutama dalam hal pada limbah plastik masih bisa dilakukan *recovery* menjadi produk atau energi baru yang bisa digunakan dari pada melakukan pembuangan ke *landfill*. Sistem evaluasi yang dilakukan juga bisa lebih detail dengan memberikan parameter-parameter yang pasti.

## KESIMPULAN

Industri hijau pada perusahaan kertas khususnya PT XYZ sangat mungkin untuk dilakukan, bisa dimulai dengan penerapan produksi bersih dari rantai pasok dan energi. Dari bahan baku yang digunakan bisa diseleksi untuk menggunakan bahan baku dengan kualitas yang baik dan sedikit

campuran kontaminasi. Jenis kontaminasi pada kertas berbeda-beda sesuai jenisnya, contohnya plastik, kaca, kawat, dan lain-lain. Dengan memilih bahan baku yang lebih bersih, maka limbah yang dihasilkan terutama limbah plastik bisa berkurang.

Untuk pengelolaan limbah sudah berjalan dengan baik namun perlu dilakukan pengembangan dalam sistem 4R yaitu *recovery* dengan mengubah limbah plastik menjadi produk baru yang bermanfaat atau menjadi energi baru. Limbah lain yang masih bisa dimanfaatkan adalah limbah padat dari proses WWTP, bisa dimanfaatkan menjadi produk yang lebih bermanfaat.

Dari segi manajemen juga diperlukan komitmen manajemen dan karyawan dalam memenuhi kriteria-kriteria industri hijau secara bersinergi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almeida CMVB, Agostinho S, Huisingsh D, Giannetti BF. 2017. Cleaner Production towards a sustainable transition. *Journal of Cleaner Production*. 142(1):1-7.
- Aminah, Yusriadi. 2018. Pelaksanaan Program Industri Hijau sebagai Upaya Pemenuhan Komitmen Penurunan Gas Rumah Kaca. *Jurnal Ilmu Hukum Lingkungan*. 3(1).
- Chen W, Chen J, Xu D, Liu J, Niu N. 2017. Assessment of the practices and contributions of China's green industry to the socio-economic development. *Journal of Cleaner Production*. 153:648-656.
- Christiani A, Kristina HJ, Hadi L, Rahayu PC. 2017. Pengukuran Kinerja Lingkungan Industri di Indonesia berdasarkan Standar Industri Hijau. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*. 6(1).
- Dimas R, Khamdan F, Purwanto, Hadiyanto A. 2010. Evaluasi Kinerja Produksi Bersih pada IKM Tahu yang Telah Menerapkan dan Belum Menerapkan Produksi Bersih (Studi Kasus: Industri Kecil Tahu, Dukuh Pesalakan, Desa

- Adiwerna, Kab. Tegal). *Seminar Rekayasa Kimia dan Proseses 2010*. 4-5 Agustus 2010. Semarang: Teknik Kimia UNDIP.
- Geng Y, Xinbei W, Qinghua Z, Hengshin Z. 2010. Regional initiatives on promoting cleaner production in China: a case of Liaoning. *Journal of Cleaner Production*. 18(15):1502-1508.
- Guo Y, Tong L, Mei L. 2020. The effect of industrial agglomeration on green development efficiency in Northeast China since the revitalization. *Journal of Cleaner*. 258:120584.
- Hadiwijoyo R, Purwanto P, Hadi SP. 2013. Innovative Green Technology for Sustainable Industrial Estate Development. *International Journal of Renewable Energy Development*. 2(1):53-58.
- Hall CR. 2010. Making Cents of Green Industry Economics. *HortTechnology*. 20(5).
- Klemes JJ, Varbanov PS, Hulsingh D. 2012. Recent cleaner production advances in process monitoring and optimization. *Journal of Cleaner Production*. 34:1-8.
- Rahayu SS, Purwanto P, Budiyo. 2016. Pengelolaan Lingkungan Industri Kecil Tahu Dengan Menerapkan Produksi Bersih Dalam Upaya Efisiensi Air dan Energi. *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. 29-30 Agustus 2016. Bali.
- Riaz A, Zahedi G, Klemes JJ. 2013. A review of cleaner production methods for the manufacture of methanol. *Journal of Cleaner Production*. 57:19-37.
- Saez-Martinez FJ, Lefebvre G, Hernandez JJ, Clark JH. 2016. Drivers of sustainable cleaner production and sustainable energy options. *Journal of Cleaner Production*. 138:1-7.
- Silva DAL, Delai I, Castro MAS, Ometto AR. 2013. Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology. *Journal of Cleaner Production*. 47:174-187.
- Singh G, Arya SK. 2019. Utility of laccase in pulp and paper industry: A progressive step towards the green technology. *International Journal of Biological Macromolecules*. 134:1070-1084.
- Vieira LC, Amaral, FG. Barriers and strategies applying Cleaner Production: a systematic review. *Journal of Cleaner Production*. 113:5-16.
- Wu DD, Olson DL, Birge JR. 2013. Risk management in cleaner production. *Journal of Cleaner Production*. 53:1-6.
- Yong JW, Klemes JJ, Varbanov PS, Huisingh D. 2016. Cleaner energy for cleaner production: modelling, simulation, optimisation and waste management. *Journal of Cleaner Production*. 111:1-16.
- Zeng SX, Meng XH, Yin HT, Tam CM, Sun L. 2010. Impact of cleaner production on business performance. *Journal of Cleaner Production*. 18(10-11):975-983.
- Zhang J, Chang Y, Wang C, Zhang L. 2018. The green efficiency of industrial sectors in China: A comparative analysis based on sectoral and supply-chain quantifications. *Resources, Conservation and Recycling*. 132:269-277.