DEKAT
Jurnal Dinamika Ekonomi Rakyat
Volume 3 Nomor 2, November 2024, Halaman 1 - 17
e - ISSN 2829-3177
Open Access at: https://ejournal.uksw.edu/dekat
DOI: https://10.24246/dekat.v3i2.13268
Penerbit: **C E M S E D** (*Centre for Micro and Small Entreprise Dynamics*)
Fakultas Ekonomika dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana

PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA INDUSTRI MINUMAN RINGAN LIMUN ORIENTAL FACTORY CAP NYONYA

[1]Hengky Ardi Nur Cahyo, [2]Melichi Christi Togatorop, [3]Peter Silvester Aribowo
[1,2,3]Soegijapranata Catholic University
[1]22o30004@student.unika.ac.id, [2]22o30006@student.unika.ac.id, [3]22o30007@student.unika.ac.id

I N F O A R T I K E L

Keywords: *Analytical Hierarchy Process, Waste, Lemonade, Cleaner Production*

A B S T R A C T

The rapidly growing industry has both negative and positive impacts on the environment. This research focuses on minimizing negative impacts, particularly at Cap Nyonya Oriental Lemonade, a traditional soft drink manufacturer in Indonesia. Using qualitative research methods, including interviews and observations, data were analyzed with the Analytical Hierarchy Process (AHP) to prioritize recommendations. The study identified three recommendations for waste management at the Oriental Lemonade Factory: creating SOPs for production equipment use, using aluminum sulfate coagulant, and replacing chlorine with acetic acid. The AHP calculation showed that creating SOPs had the highest priority with a score of 3.315, followed by the use of aluminum sulfate coagulant (3.052) and the replacement of chlorine with acetic acid (2.014). These recommendations aim to provide practical guidance for cleaner production and sustainable waste management.

A B S T R A K

Industri yang tumbuh pesat memberikan dampak negatif dan positif pada lingkungan. Fokus penelitian ini adalah upaya meminimalkan dampak negatif, terutama pada Limun Oriental Cap Nyonya, produsen minuman bersoda tradisional di Indonesia. Studi kasus pada Limun Oriental Cap Nyonya menggunakan metode penelitian kualitatif dengan wawancara dan observasi. Data dianalisis dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menilai prioritas rekomendasi. Hasil penelitian mengidentifikasi tiga rekomendasi untuk mengatasi permasalahan limbah di Limun Oriental Factory, yaitu pembuatan SOP penggunaan alat produksi, penggunaan koagulan aluminium sulfat, dan penggantian kaporit menjadi asam asetat. Berdasarkan perhitungan AHP, pembuatan SOP penggunaan alat produksi mendapat prioritas tertinggi dengan skor

Kata Kunci: Analytical Hierarchy Process, Limbah, Limun, Produksi Bersih

(3.315), diikuti oleh penggunaan koagulan aluminium sulfat (3.052) dan penggantian kaporit menjadi asam asetat (2.014). Rekomendasi ini diharapkan dapat menjadi panduan dalam implementasi produksi bersih dan pengelolaan limbah yang berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Industri yang semakin berkembang tidak hanya memberikan dampak positif, namun juga memberikan dampak negatif. Dampak negatif yang muncul biasanya disebabkan oleh input bahan pendukung (bahan, energi, dan air) yang sebenarnya ikut dalam proses produksi, namun justru tidak digunakan dalam produk akhir sehingga tidak menghasilkan nilai tambah dan menjadi barang yang tidak berguna dan memboroskan bahkan dapat merupakan sumber pencemar apabila tidak dilakukan pengelolaan dengan baik selama proses produksi (Widodo, 2017). Hal tersebutlah yang biasanya disebut sebagai limbah. Beberapa dampak yang ditimbulkan imbas dari pencemaran limbah industri di lingkungan seperti tercemarnya sungai dan laut sehingga menyebabkan kematian ikan dan biota air, keracunan pada manusia dan ternak, kematian plankton, akumulasi dalam daging ikan dan moluska, dan lain-lain. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk meminimalisir pencemaran yang terjadi agar tidak mencemari lingkungan (Adack, 2013).

Salah satu upaya yang dapat digunakan untuk meminimalisir pencemaran yang terjadi yaitu dengan produksi bersih. Produksi bersih merupakan strategi pengelolaan lingkungan pada sektor industri yang bersifat preventif, terpadu, dan diterapkan secara terus-menerus dalam setiap proses produksi dari awal sampai akhir (Ariyanti et al., 2014). Pendekatan ini menekankan pada pengurangan limbah di sumbernya melalui optimasi proses produksi, efisiensi penggunaan bahan baku, dan penerapan teknologi ramah lingkungan (ILO, 2013). Dalam produksi bersih diterapkan juga *reuse, reduce, recycle*, *refining, recovery*, dan *safe disposal*. Produksi bersih bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumberdaya alam, mencegah terjadinya pencemaran lingkungan, dan mengurangi terbentuknya limbah pada sumbernya, sehingga dapat meminimalisir resiko terhadap kesehatan dan keselamatan manusia serta kerusakan lingkungan (Herlambang, 2018). Penerapan produksi bersih juga sejalan dengan penerapan konsep ekonomi sirkuler. Ekonomi sirkuler adalah sebuah konsep ekonomi dalam industri yang mengkombinasikan kegiatan mengurangi (*reduce*), menggunakan kembali (*reuse*), dan mendaur ulang (*recycle*) yang memerlukan perubahan sistemik dengan tujuan utamanya untuk meningkatkan nilai ekonomi, kualitas lingkungan, dampaknya terhadap keadilan sosial dan generasi mendatang (Geisendorf & Pietrulla, 2018). Maka dengan adanya produksi bersih turut mendorong penerapan ekonomi sirkuler karena meningkatkan efisiensi penggunaan input produksi dan sumber daya, yang akan meningkatkan efisiensi produksi.

Industri minuman ringan merupakan sektor yang terus berkembang seiring dengan meningkatnya permintaan konsumen terhadap produk minuman yang praktis, segar, dan mudah

dikonsumsi. Produk dalam kategori ini mencakup berbagai jenis minuman non-alkohol seperti minuman bersoda, jus buah, minuman energi, air kemasan, dan minuman berbasis susu. Industri ini tidak hanya berkontribusi signifikan terhadap perekonomian, tetapi juga menyediakan llapangan kerja bagi masyarakat (Anwar, 2022).

Limun merupakan jenis minuman ringan bersoda yang dibuat secara tradisional. Minuman yang dibuat dengan proses karbonasi yang memiliki berbagai varian rasa, seperti lemon, kopi mocha, sirsak, nanas, frambozen, sarsaparila, ini menjadi alternatif minuman bersoda yang berbeda dengan minuman bersoda pada umumnya (Satrio, 2017). Salah satu industri limun yang ada di Indonesia adalah Limun Oriental Cap Nyonya yang berada di Kota Pekalongan dan sudah berproduksi sejak 1920. Meskipun industri limun ini sudah ada sejak lama, namun hingga saat ini masih bertahan dan digemari, terutama oleh generasi muda. Sebagai pelopor industri limun di Indonesia, Limun Oriental Cap Nyonya masih menggunakan teknologi yang konvensional pada proses produksinya. Studi terdahulu pada industri minuman ringan nata de coco menunjukkan bahwa industri tersebut mampu memproduksi rata-rata 269.352 cup minuman nata de coco per bulan, namun masih belum optimal dalam melakukan produksi bersih sehingga direkomendasikan tiga hal yaitu (1) perbaikan *good housekeeping practices*; (2) optimalisasi proses produksi; dan (3) pengolahan limbah yang lebih baik (Anwar, 2022).

Sebagaimana layaknya produksi yang ada di tempat lain, produksi limun ini pasti menghasilkan limbah yang berpotensi menimbulkan masalah lingkungan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan proses produksi produksi limun oleh IKM Limun Oriental Factory Cap Nyonya yang selama ini berlangsung, menganalisa limbah yang dihasilkan dari proses produksi limun, mengidentifikasi potensi produksi bersih serta menyusun rekomendasi solusi untuk menerapkan produksi bersih. Indikator yang akan digunakan dalam penelitian akan ditentukan sesuai kriteria produksi berkelanjutan menurut Veleva & Ellenbecker, (2001) yaitu (1) energi dan penggunaan bahan, (2) kelangsungan ekonomi, (3) lingkungan hidup; (4) pemberdayaan masyarakat dan keadilan sosial; (5) pekerja; dan (6) produk. Rekomendasi yang diberikan tersebut diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas produksi Limun Oriental Cap Nyonya.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus untuk memahami fenomena dalam suatu realitas lingkungan. Penelitian ini dilakukan di Pabrik Limun Oriental Cap Nyonya, sebuah Industri Kecil Menengah (IKM) yang berlokasi di kota Pekalongan. IKM ini dipilih karena Limun Oriental bergerak di bidang produksi dan penjualan minuman dengan teknologi tradisional mengingat produksinya sudah dilakukan sejak 1920. Studi dilakukan pada minggu ke-2 bulan Oktober 2023 selama 3 (tiga) hari. Adapun metode

pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan wawancara dan observasi. Wawancara dilakukan dengan cara melibatkan dua pihak, yaitu pewawancara dan informan. Wawancara dalam penelitian ini dilakukan secara mendalam (in- *depth interview*) dengan menggunakan *interview guide* (Hayati, 2022) terhadap seorang informan, yaitu pemilik Pabrik Limun Oriental dan lima orang pegawai Pabrik Limun Oriental. Wawancara dilakukan selama dua jam pada hari Rabu tanggal 11 Oktober 2023 bertepatan dengan kegiatan produksi berlangsung. Tujuan dari wawancara jenis ini adalah untuk mendapatkan informasi secara jelas.

Selain wawancara, pengumpulan data juga dilakukan dengan teknik observasi yang dilakukan sejak tanggal 9 Oktober 2023 sampai dengan 11 Oktober 2023. Hal yang diamati secara langsung selama 3 (tiga) hari ini adalah proses produksi limun, proses pencucian botol, dan proses penjualan (di toko maupun pengiriman ke luar). Teknik ini dilakukan untuk melihat secara langsung proses pembuatan atau produksi Limun Oriental, sehingga potensi limbah yang dihasilkan atau potensi pemborosan dapat diidentifikasi. Pada hari Rabu, 11 Oktober 2023, observasi dilakukan secara simultan bersama wawancara. Data primer diperoleh melalui observasi, wawancara, sementara data sekunder diperoleh dengan mengkaji penelitian-penelitian sebelumnya (Handoko et al., 2014). Studi terdahulu sejenis sebagai data sekunder digunakan untuk menentukan alternatif penerapan teknologi bersih yang sesuai. Data internal perusahaan tidak digunakan sebagai data sekunder karena kebijakan perusahaan untuk membatasi akses data sekunder yang diperlukan. Observasi kegiatan operasional yang dilakukan sebelum dilakukan wawancara digunakan sebagai dasar penyusunan interview guide dan pengambilan hipotesis awal. Selanjutnya hasil observasi divalidasi dengan hasil wawancara dengan pemilik perusahaan.

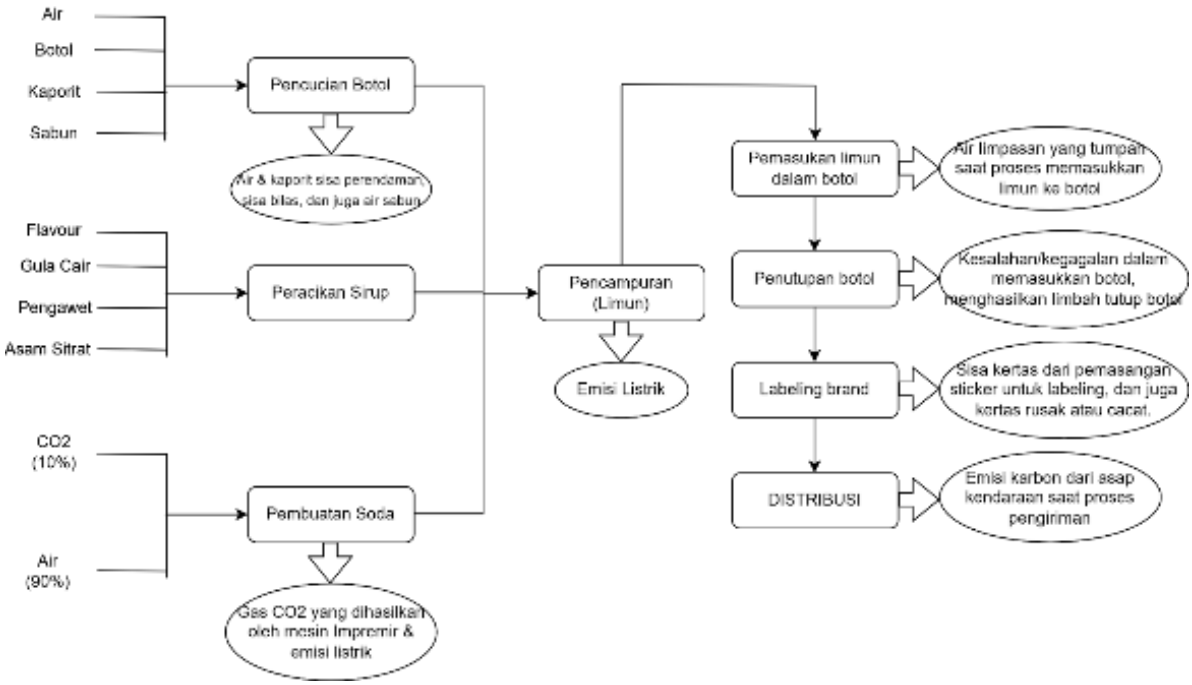
Analisis Data

Data yang didapatkan selanjutnya dianalisis menggunakan pendekatan model *Analitycal Hierarchy Process* (AHP). Model AHP ini dilakukan untuk menentukan prioritas atau keutamaan dalam menentukan rencana penerapan teknologi bersih yang tepat. Hal ini dilakukan dengan memberi nilai subjektif tentang pentingnya setiap variabel secara relatif dan menetapkan variabel mana yang memiliki prioritas paling tinggi guna mempengaruhi hasil pada situasi yang ditinjau (Parhusip, 2019). Pembentukan hierarki permasalahan dilakukan untuk mengetahui hubungan antar kriteria dan alternatif yang dibuat. Kemudian dilanjutkan dengan analisis kebutuhan data untuk mengetahui apa saja data yang diperlukan dalam perhitungan AHP. Lalu dilanjutkan analisis nilai kriteria yaitu dengan melakukan perhitungan agar memperoleh nilai akhir untuk menentukan alternatif. Tahap terakhir yaitu analisis nilai alternatif untuk mengetahui urutan prioritas alternatif yang sudah ditentukan sebelumnya sesuai dengan skor akhir. Jika tidak memenuhi dengan CR<0,100 maka penilaian harus diulangi kembali (Darmanto et al., 2014). Analisis dengan AHP ini bertujuan untuk memecahkan suatu situasi yang kompleks tidak terstruktur ke dalam beberapa komponen dalam susunan yang hierarki (Parhusip, 2019). Adapun kriteria responden pengisi AHP adalah pegawai Limun Oriental Cap Nyonya itu sendiri.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Produksi Limun dan Identifikasi Limbah yang Dihasilkan

Produksi limun Oriental Cap Nyonya terdiri atas tiga tahap yaitu (1) pencucian botol; (2) peracikan sirup; (3) pembuatan soda; dan (4) pencampuran serta pengisian limun ke dalam botol (Gambar 1). Proses produksi di Limun Oriental Cap Nyonya Pekalongan ini dimulai dari proses *reuse* yaitu menggunakan botol yang didapatkan kembali melalui proses sterilisasi atau pencucian botol. Proses ini menjadi penting karena dapat menghemat biaya finansial sebuah industri dan juga berdampak kepada keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi pembuangan limbah. Tahap selanjutnya yaitu peracikan sirup. Industri ini melakukan racikan ulang khas mereka sendiri agar rasa sesuai dengan yang diinginkan, tidak seperti industri lainnya yang racikan sirup biasanya dibeli jadi. Bahan-bahan seperti perisa, gula cair, pengawet, dan asam sitrat yang menjadi bahan utama untuk racikan sirup ini mereka dapatkan dari daerah yang berbeda-beda seperti Semarang, Jogja, dan juga ada bahan yang diimport dari RRC.



Gambar 1. Bagan Produksi Limun Oriental Cap Nyonya

Berikutnya dilakukan pembuatan soda menggunakan mesin impremir[1] yang mencampurkan 10% CO_2 dan juga 90% air untuk menghasilkan soda. Setelah itu, dilakukan juga pencampuran limun dengan menggunakan mesin yang mencampurkan racikan sirup dan soda,

[1]Mesin ini adalah mesin yang digunakan untuk mengisikan limun ke dalam botol dan dihubungkan dengan tabung CO_2 untuk mengisikan CO_2 ke dalam botol minuman tersebut.

lalu setelahnya limun dimasukkan ke dalam botol. Pengisian limun ke dalam botol dilakukan dengan menekan botol ke arah mesin lalu komposisi yang dibutuhkan (yaitu air sirup dan soda) akan keluar dengan sendirinya. Setelah pengisian limun ke botol selesai, botol ditempeli label untuk kemudian ditutup rapat untuk didistribusikan. Pabrik ini sudah mengirim produknya ke kota-kota besar di pula Jawa seperti Bandung, Jogja, dan Semarang dengan bekerja sama dengan pihak jasa pengiriman. Kualitas produk menjadi keutamaan, namun kondisi lingkungan sebagai dampak kegiatan Pabrik Limun Oriental ini perlu ditinjau kembali, terutama dari limbah cairnya.

Limbah yang dihasilkan dalam proses produksi limun

Pada proses sterilisasi atau pencucian botol dihasilkan air limbah sisa perendaman botol yang mengandung kaporit dan sisa bilasan sabun. Karakteristiknya yaitu air sabun memiliki pH netral hingga sedikit basa, dengan potensi mengandung kontaminan seperti minyak, lemak, deterjen, atau bahan kimia lainnya yang memerlukan pengelolaan dan kepatuhan peraturan lingkungan (Setiawati & Ariani, 2021). Lebih lanjut, kaporit merupakan limbah kimia yang mengandung klorin (biasanya dalam bentuk hipoklorit atau kalsium hipoklorit), berwarna putih hingga kekuningan, berbau tajam, dan dapat bersifat korosif (Busyairi et al., 2016). Pada pembuatan soda, limbah yang dihasilkan adalah gas CO_2 yang berasal dari mesin impremir yang menghasilkan soda. Walaupun CO_2 memiliki karakteristik limbah yaitu tidak berwarna dan tak berbau tetapi limbah ini cukup berdampak terhadap perubahan iklim. Proses pengisian limun ke botol menghasilkan air limpasan dalam proses pemasukan limun ke dalam botol, juga menghasilkan limbah cair berupa air limun yang terbuang. Pemasangan botol ke tutup botol hanya bisa dilakukan secara manual dengan satu kali uji coba, jika percobaan pertama gagal, maka tutup botol yang gagal dipasang akan dibuang dan menghasilkan limbah padat. Hasil ini memperkuat studi terdahulu yang dilakukan oleh Rahim & Raman, (2015) yang menunjukkan bahwa botol dan tutup botol merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan pada produksi sari buah. Selanjutnya, pada proses *labelling*, sangat mungkin terjadi kertas *labelling* rusak / cacat sehingga tidak bisa digunakan dan akan menghasilkan limbah kertas. Distribusi, limbah yang dihasilkan berasal dari asap kendaraan yang digunakan dalam proses pengiriman produk limun ke berbagai daerah, yaitu asap atau limbah yang dihasilkan adalah CO_2.

Analisis Potensi Produksi Bersih

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, kriteria yang akan digunakan dalam analisis ditentukan menurut Veleva & Ellenbecker, (2001), yaitu (1) energi dan penggunaan bahan, (2) kelangsungan ekonomi, (3) lingkungan hidup; (4) pemberdayaan masyarakat dan keadilan sosial; (5) pekerja; dan (6) produk. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, ditentukan tiga kriteria yang nantinya akan digunakan dalam analisis AHP, yaitu kelangsungan ekonomi, lingkungan hidup, dan pekerja. Ketiga aspek tersebut dipilih dengan pertimbangan (1) produksi bersih merupakan strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif dan terpadu yang juga memperhatikan keselamatan pekerja (disebut juga aspek K3 yaitu Keselamatan dan Kesehatan Kerja) sehingga aspek pekerja dimasukkan di dalam penelitian ini; (2) produksi bersih bertujuan

untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan menghasilkan limbah yang minimal. Dengan mempertimbangkan aspek lingkungan, perusahaan dapat mengurangi konsumsi sumber daya alam atau mengganti bahan yang berbahaya dengan bahan lain yang lebih aman, yang akan memberikan dampak positif terhadap lingkungan; (3) Aspek finansial atau kelangsungan ekonomi diperlukan dalam penentuan produksi bersih karena produksi bersih memerlukan investasi awal yang cukup besar untuk mengadopsi teknologi dan peralatan yang ramah lingkungan. Selain itu, produksi bersih dapat membantu meningkatkan efisiensi dan daya saing industri, sehingga dapat meningkatkan keuntungan perusahaan. Dengan demikian, aspek finansial sangat penting dalam penentuan produksi bersih untuk memastikan keberhasilan implementasi produksi bersih dan keberlanjutan usaha.

Berkenaan dengan ketiga kriteria tersebut, dilakukan identifikasi masalah di lokasi studi sehingga dapat digunakan untuk menentukan opsi rekomendasi peluang produksi bersih yang dapat diterapkan. Studi yang dilakukan oleh Silva et al., (2017) mengindikasikan bahwa produksi bersih dapat dilakukan dengan mengubah proses yang melibatkan (1) *good housekeeping*; (2) penggantian bahan; dan (3) perubahan teknologi. Beberapa opsi yang ditawarkan untuk merekomendasikan produksi bersih Pabrik Limun Oriental adalah sebagai berikut:

Penggunaan Asam Asetat Sebagai pengganti Kaporit dalam Proses Pencucian Botol

Salah satu proses yang harus dilalui pada industri ini adalah proses perendaman botol, yang memiliki tujuan untuk sterilisasi botol atau membersihkan botol bekas pakai konsumen agar dapat digunakan kembali, selain itu proses ini juga sudah menerapkan prinsip daur ulang yaitu dengan mengolah kembali barang-barang yang sudah tidak terpakai menjadi produk yang bersih dan dapat digunakan kembali sehingga dapat mengurangi pembuangan limbah yang dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan. Tentu saja dalam proses pembersihan ini dibutuhkan bahan yang bisa mengangkat kotoran atau mikroba yang berasal dari dalam dan luar botol agar proses pembersihan dapat berjalan dengan sempurna. Pabrik Limun Oriental ini memilih untuk menggunakan bahan baku kaporit yang dimanfaatkan sebagai bahan pembersihnya. Hal tersebut diketahui berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan *dengan informan sebagai pemilik IKM Limun ini.*

"Untuk pencampuran dalam proses perendaman botol ini menggunakan kaporit, gunanya untuk membunuh bakteri, kuman jadi lebih efektif saja [begitu] untuk sterilisasi botol."

(Wawancara, 09 Oktober 2023).

Untuk cara kerja atau tahap-tahap dari perendaman botol ini dan juga berapa jumlah takaran pada setiap bak perendaman juga sudah dijelaskan pada kegiatan wawancara dengan informan, yaitu:

"*Dalam sekali perendaman paling ya kurang lebih 100 gr ya dalam satu bak, lalu lanjut ke proses penyikatan botol secara manual menggunakan sabun, sabunnya sabun colek [begitu], sabun cuci piring [begitu] ya sama sajalah, setelah itu dibilas lalu dikeringkan*."

(Wawancara, 09 Oktober 2023)."

Pemilihan penggunaan bahan kaporit sebagai bahan baku untuk sterilisasi botol seperti yang diucapkan oleh informan, telah digunakan oleh industri ini selama bertahun-tahun. Walaupun bahan kaporit ini memiliki harga yang cukup terjangkau yang sangat menguntungkan pihak industri dari segi finansial jika dibandingkan dengan bahan pembersih lainnya, tetapi bahan ini tidak ramah bagi lingkungan. Bahan ini sangat sulit diurai secara alami bagi lingkungan, yang dalam hal ini bertolak belakang dengan tujuan mereka yaitu proses daur ulang botol untuk keberlanjutan lingkungan tetapi dalam proses tersebut mereka menggunakan bahan baku kaporit yang tidak ramah bagi lingkungan. Selain itu, bahan ini juga dapat menimbulkan iritasi pada kulit, sehingga dalam jangka panjang penggunaan kaporit bisa menimbulkan masalah kesehatan bagi pekerja. Jadi penggunaan kaporit pada proses ini perlu diganti dengan bahan yang lebih ramah lingkungan dan mudah diurai secara alami yaitu asam asetat.

Asam asetat adalah senyawa kimia yang dikenal juga dengan nama umum sebagai cuka dan rumus kimianya adalah CH_3COOH. Studi terdahulu menunjukkan bahwa cuka atau asam asetat dapat digunakan sebagai pengawet daging karena dapat menghambat pertumbuhan patogen seperti *Salmonella* (Juniawati et al., 2017) dan bakteri lainnya (Darmawan et al., 2022). Selain itu, kadar yang digunakan untuk perendaman daging tersebut bukan pada kadar yang tinggi tetapi hanya pada kadar sekitar 4% - 6% (Darmawan et al., 2022). Prinsipnya, penambahan asam asetat dilakukan untuk menurunkan pH atau derajat keasaman larutan perendam. Pada pH di bawah 4, mikroba tidak dapat hidup, sehingga dapat menghambat pertumbuhan patogen seperti *Eschericia coli* dan *Salmonella* Juniawati et al., 2017). Oleh karena itu asam asetat dipilih sebagai pengganti kaporit karena lebih ramah bagi lingkungan dengan mencegah pertumbuhan bakteri pada botol minuman limun.

Penggunaan Koagulan Aluminium Sulfat Sebagai Bentuk Pengolahan Limbah Cair

Penggunaan bahan ini adalah sebagai bentuk implementasi pengolahan air limbah karena di pabrik limun ini air limbah yang dihasilkan akan langsung dibuang begitu saja, tanpa dilakukannya proses pengolahan limbah terlebih dahulu. Hal tersebut diketahui berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan informan pemilik Pabrik Limun Oriental ini, yaitu:

"*Kalau untuk air yang digunakan dalam proses perendaman itu pakai sistem sekali pakai, lalu langsung dibuang tanpa ada proses pengolahan limbah. Limbahnya air memang, air sisa buangan itu [saja]*."

(Wawancara, 09 Oktober 2023).

Karena limbah yang paling krusial di industri limun ini ada dalam wujud air, jadi air ini dapat diolah dengan salah satu bentuk pengolahan limbah yang menggunakan *koagulan* yaitu dengan bahan *Aluminium Sulfat*. *Aluminium sulfat*, yang juga dikenal sebagai tawas, adalah senyawa kimia yang terdiri dari ion aluminium (Al3+) dan ion sulfat (SO42), dengan rumus kimia Al2(SO4)3. Tawas biasanya berbentuk padat, sering kali berwarna putih atau tak berwarna, larut dalam air dan dapat ditemukan dalam bentuk kristal atau bubuk. Pada proses pengolahan air limbahpun, tawas biasanya digunakan sebagai koagulan. Penggunaan tawas dapat mengendapkan padatan tersuspensi hingga 80% atau 90% (Verma, 2024). Penggunaan tawas dalam pengolahan air limbah di Pabrik Limun Oriental ini dapat diterapkan mengingat karena limbah yang paling krusial di industri limun ini adalah air sisa pencucian botol yang mengandung kaporit dan sabun. Tawas ini akan berfungsi sebagai *koagulan* untuk menghilangkan partikel kecil dan pewarna dari air sisa kaporit dan sabun. Oleh karena itu penggunaan tawas dapat digunakan sebagai rekomendasi dalam mengatasi permasalahan limbah cair di Pabrik Limun Oriental agar lebih ramah lingkungan.

Pembuatan SOP (Standard Operating Procedure) Penggunaan Alat dan Bahan Produksi

SOP penggunaan alat dan bahan menjadi suatuhal yang juga sangat penting untuk dibuat guna menunjang keselamatan para pekerja. Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa semua proses dari tahap produksi hingga distribusi masih dilakukan secara manual walaupun sudah menggunakan alat seperti mesin impremir pada proses pencampuran limun dengan soda, tetapi mesin ini masih dioperasikan secara langsung oleh para pekerja. Hal tersebut diketahui berdasarkanhasil wawancara yang dilakukan dengan informan yaitu:

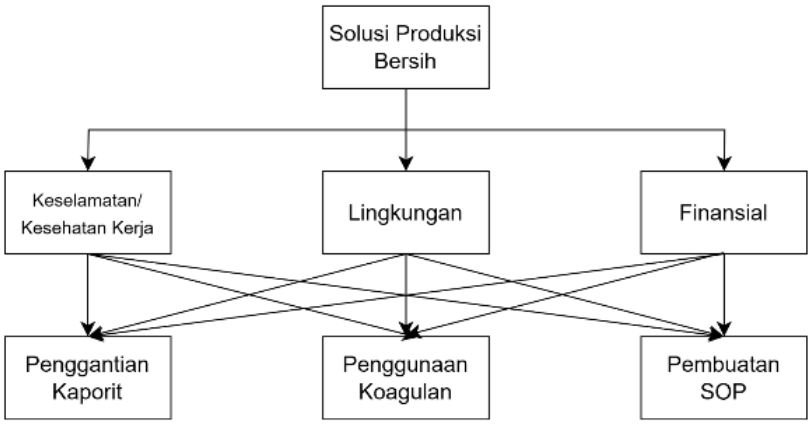
> "*Kemudian disini airnya dipompa, menggunakan mesin, ini namanya impremir yaitu pencampuran CO_2 dan air. Di dalam tabung ini nanti gasnya otomatis akan bercampur dengan air, ini gasnya dari bawah nanti air nya dari atas mereka nanti turun, kalau udah jadi air karbonasi akan turun ke bawah sini dan dialirkan ke dalam botol-botol secara manual*."
>
> (Wawancara, 09 Oktober 2023).

SOP penggunaan bahan produksi belum diterapkan oleh para pekerja dari industri limun ini, hal ini dapat dilihat dari para pekerja yang masih bekerja dengan tangan yang tidak dilapisi kain atau sarung tangan. Padahal dalam proses produksi ini menggunakan bahan seperti natrium hipoklorit atau kaporit yang dimana bahan ini ketika terkena sentuhan langsung akan menimbulkan dampak negatif seperti dapat menyebabkan melepuh pada kulit yang terpapar langsung dan dapat menyebabkan iritasi akibat kontak langsung dengan mata dan kulit (Busyairi et al., 2016).

Analisis Perhitungan AHP

Pada penelitian yang dilakukan oleh Khorshidi et al., (2021) tentang analisis produksi bersih menggunalan metode AHP yang dilakukan di Industri Kimia *ChoobGolestan Medium Density Fibreboard*, didapatkan bahwa AHP dapat digunakan untuk menentukan beberapa opsi prioritas produksi bersih. Oleh karena itu, penulis mencoba mengaplikasikan metode AHP tersebut dalam penelitian ini.

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, kriteria yang akan digunakan dalam analisis ditentukan menurut Veleva & Ellenbecker, (2001), yaitu (1) energi dan penggunaan bahan, (2) kelangsungan ekonomi, (3) lingkungan hidup; (4) pemberdayaan masyarakat dan keadilan sosial; (5) pekerja; dan (6) produk. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, ditentukan tiga kriteria yang digunakan dalam analisis AHP, yaitu kelangsungan ekonomi, lingkungan hidup, dan pekerja. Ketiga aspek tersebut dipilih dengan pertimbangan (1) produksi bersih merupakan strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif dan terpadu yang juga memperhatikan keselamatan pekerja (disebut juga aspek K3 yaitu Keselamatan dan Kesehatan Kerja) sehingga aspek pekerja dimasukkan di dalam penelitian ini; (2) produksi bersih bertujuan untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan menghasilkan limbah yang minimal. Dengan mempertimbangkan aspek lingkungan, perusahaan dapat mengurangi konsumsi sumber daya alam, seperti energi, air, dan bahan kimia, yang akan memberikan dampak positif terhadap lingkungan; (3) Aspek finansial atau kelangsungan ekonomi diperlukan dalam penentuan produksi bersih karena produksi bersih memerlukan investasi awal yang cukup besar untuk mengadopsi teknologi dan peralatan yang ramah lingkungan. Selain itu, produksi bersih dapat membantu meningkatkan efisiensi dan daya saing industri, sehingga dapat meningkatkan keuntungan perusahaan. Dengan demikian, aspek finansial sangat penting dalam penentuan produksi bersih untuk memastikan keberhasilan implementasi produksi bersih dan keberlanjutan usaha.



Gambar 2. Hierarki Permasalahan Produksi Bersih di Pabrik Limun Oriental

Berdasarkan analisis hasil wawancara dapat diketahui bahwa ditemukan 3 alternatif yang dapat menjadi solusi dari permasalahan mengenai produksi bersih yang ada di Pabrik Limun Oriental. Tiga alternatif solusi tersebut yaitu penggantian kaporit menjadi asam asetat, penggunaan koagulan Aluminium Sulfat, dan pembuatan SOP penggunaan alat produksi. Alternatif tersebut diambil dari hierarki permasalahan yang tersaji pada gambar 2.

Analisa Nilai Kriteria (Hierarki II)

Dalam menentukan nilai kriteria, hal yang harus dilakukan yakni dengan matriks untuk membandingkan antara kriteria satu dengan kriteria lainnya sesuai yang terdapat pada tabel dibawah. Berdasarkan data yang didapatkan, maka kriteria dalam menentukan produksi bersih pada Limun Oriental Factory yaitu:

1. Keselamatan/ Kesehatan Kerja (K3)
2. Lingkungan
3. Finansial

Tabel 1. Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	K3	Lingkungan	Finansial
K3	1	9	1/5
Lingkungan	1/9	1	1/9
Finansial	5	9	1

Setelah dilakukan perbandingan kriteria, selanjutnya yaitu mengubahnya menjadi bentuk desimal untuk mendapatkan total matriks (Priority Vector) lalu dilakukan tahap perhitungan normalisasi sesuai pada tabel berikut.

Tabel 2. Penentuan Total Matriks (*Priority Vector)*

Kriteria	K3	Lingkungan	Finansial
K3	1.00	9.00	0.20
Lingkungan	0.11	1.00	0.11
Finansial	5.00	9.00	1.00
Total	6.11	19.00	1.31

Hasil dari normalisasi yang dilakukan diperoleh yaitu nilai AHP rata- rata matriks atau (Eigen Vector) yaitu ditampilkan pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Nilai Rata-Rata Matriks *(Eigen Vector)*

Kriteria	K3	Lingkungan	Finansial	EV
K3	0.163	0.473	0.152	0.263
Lingkungan	0.018	0.052	0.084	0.052
Finansial	0.818	0.473	0.762	0.685

Pengujian konsistensi hasil analisis yang digunakan, dilakukan dengan menggunakan Consistency Index dan Consistency Ratio dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. Pengujian Konsistensi Hasil Analisa

Kriteria	(EV)	(PV)	(λ)
K3	0.263	6.11	1.606
Lingkungan	0.052	19.00	0.988
Finansial	0.685	1.31	0.897
λ Maks			3.492

Setelah memperoleh nilai *lambda* maksimum, maka selanjutnya adalah menentukan nilai *Consistency Index* (CI) yaitu:

$$CI = \frac{(\lambda \text{ Maks} - \text{n})}{(n-1)}$$

$$CI = \frac{(3.92 - 3)}{(3-1)}$$

$$CI = \frac{0.492}{2}$$

$$CI = 0.246$$

Menentukan nilai *Consistency Ratio* (CR) yaitu:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

$$CR = \frac{0.246}{0.1}$$

$CR = 0.424$ (CR ≥ 0.1)

Hasil CR yang diperoleh yaitu sebesar 0,424 yang menunjukkan bahwa perhitungan matriks tersebut konsisten.

Analisis Nilai Alternatif (Hierarki III)

Pada analisa nilai alternatif, hal yang harus dilakukan yaitu melakukan penilaian alternatif dengan kriteria melalui matriks berpasangan. Dalam hal ini rasio angka penilaian yang penulis gunakan yaitu 1 s/d 4 dengan keterangan sebagai berikut ini.

Tabel 5. Keterangan Penilaian Alternatif

Nilai	Keterangan
1	Tidak Mempengaruhi
2	Kurang Mempengaruhi
3	Mempengaruhi
4	Sangat Mempengaruhi

Data penilaian alternatif tersaji dalam tabel 7 berikut ini.

Tabel 6. Penilaian Alternatif

Alternatif	Aspek		
	K3	Lingkungan	Finansial
Kaporit menjadi asam asetat	2	4	2
Koagulan aluminiumsulfat	3	4	3
Pembuatan SOP penggunaan alat produksi	4	4	3

Angka tersebut didapatkan dari responden yang merupakan pegawai di Limun Oriental Factory yang kurang lebih memiliki pernyataan yang hampir sama sesuai dengan keterangan pada tabel berikut.

Tabel 7. Keterangan Penilaian Alternatif

Alternatif Solusi	Aspek		
	K3	Lingkungan	Finansial
Kaporit menjadi asam asetat	Melepuh pada kulit yang terpapar langsung	Lebih mudah diurai	Lebih mahal
Koagulan alumunium sulfat	Menyebabkan iritasi akibat kontak langsung dengan mata dan kulit	Tidak terdapat dampak buruk pada lingkungan	Ekstra biaya
Pembuatan SOP penggunaan alat	Meningkatkan keamanandan kesehatan kerja	Mencegah dampak buruk pada lingkungan	Ekstra biaya

Setelah memperoleh angka penilaian alternatif di atas, maka tahap yang harus dilakukan yaitu menentukan skor prioritas dengan cara mengalikan setiap penilaian alternatif tersebut dengan hasil skor AHP yang sudah didapat sebelumnya. Perhitungan tersebut disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 8. Perhitungan Skor Prioritas

Alternatif Solusi	Aspek			Skor AHP		Skor Prioritas
	K3	Lingkungan	Finansial			
Kaporit	2	4	2	K3	0.263	2.104
Koagulan	3	4	3	Lingkungan	0.052	3.052
SOP	4	4	3	Finansial	0.685	3.315

Setelah memperoleh skor prioritas, makakita dapat mengurutkan dan menyajikan urutan prioritas penerapan produksi bersihdi Limun Oriental Factory sesuai tabel berikut ini.

Tabel 9. Hasil Urutan Prioritas Penerapan Produksi Bersih

No.	Alternatif Solusi	Skor Prioritas
1.	Pembuatan SOP penggunaan alat produksi	3.315
2.	Penggunaan koagulan alumunium sulfat	3.052
3.	Penggantian kaporit menjadi asam asetat	2.014

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penyusunan SOP penggunaan alat dan bahan produksi merupakan rekomendasi yang paling diprioritaskan. Rahim & Raman (2015) juga merekomendasikan penyusunan SOP untuk seluruh proses produksi sari buah untuk mencegah terjadinya pembuangan energi dari pemrosesan ulang. Wicaksana et al., (2022) . Subejuga menjelaskan bahwa SOP dapat memastikan bahwa semua tindakan yang diambil terkait dengan produksi dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi. Penerapan SOP melalui *good housekeeping* sebagaimana ditulis Silva et al., (2017) dapat mengarah pada direalisasikannya *Good Manufacturing Practices* (Wicaksana et al., 2022), Selain itu, adanya SOP dapat mendorong pengelolaan inventori yang efektif untuk menghindari biaya yang tidak diperlukan dan menghindari limbah (Geminarqi & Purnomo, 2023).

SIMPULAN, KETERBATASAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa dalam proses produksi limun yang dimulai dari pencucian botol sampai proses distribusi, limbah yang paling krusial adalah air. Air limbah sisa pencucian dan perendaman yang dibuang secara langsung memiliki kandungan yang berbahaya bagi

lingkungan. Oleh karena itu, terdapat 3 rekomendasi atau solusi yang penulis sarankan untuk mengatasi permasalahan limbah yang mencemari lingkungan di Limun Oriental Factory yaitu pembuatan SOP penggunaan alat produksi, penggunaan koagulan alumunium sulfat, dan penggantian kaporit menjadi asamasetat. Dari antara 3 rekomendasi tersebut, berdasarkan hasil perhitungan dengan metode AHP, didapatkan bahwa pembuatan SOP penggunaan alat produksi menjadi rekomendasi yang paling utama yaitu dengan skor prioritas 3.315. Kemudian disusul dengan penggunaan koagulan alumunium sulfat dengan skor prioritas 3.052. Lalu prioritas terakhir yaitu penggantian kaporit menjadi asamasetat dengan skor 2,014. Namun demikian penelitian ini belum fokus pada kriteria produksi berkelanjutan yang lain, sehingga perlu dilakukan studi lebih lanjut yang terkait dengan kriteria produksi.

DAFTAR PUSTAKA

Adack, J. (2013). Dampak pencemaran limbah pabrik tahu terhadap lingkungan hidup. *Lex Administratum*, *1*(3), 78–87.

Anwar, R. W. (2022). ANALISIS PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA INDUSTRI NATA DE COCO. *Agroindustrial Technology Journal*, *6*(2), 134–149. https://doi.org/10.21111/atj.v6i2.7579

Ariyanti, M., Purwanto, P., & Suherman, S. (2014). ANALISIS PENERAPAN PRODUKSI BERSIH MENUJU INDUSTI NATA DE COCO RAMAH LINGKUNGAN. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, *5*(2), 45. https://doi.org/10.21771/vol5no2tahun2014artikel938

Busyairi, M., Dewi, Y. P., & Widodo, D. I. (2016). EFEKTIVITAS KAPORIT PADA PROSES KLORINASI TERHADAP PENURUNAN BAKTERI Coliform DARI LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT X SAMARINDA (The Effectiveness of Calcium Hypochlorite to Chlorination Process in Decreasing the Amount of Coliform Bacteria in the Wastewater of X). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, *23*(2), 156. https://doi.org/10.22146/jml.18786

Darmanto, E., Latifah, N., & Susanti, N. (2014). PENERAPAN METODE AHP (ANALYTHIC HIERARCHY PROCESS) UNTUK MENENTUKAN KUALITAS GULA TUMBU. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, *5*(1), 75–82. https://doi.org/10.24176/simet.v5i1.139

Darmawan, Y. D., Suliasih, Suharnas, E., Nurhaita, & Malianti, L. (2022). PENGARUH ASAM ASETAT PADA DAGING ENTOK (CairinaMoschata) TERHADAP pH, KEEMPUKKAN DAN TOTAL BAKTERI. *Jurnal Inspirasi Peternakan*, *2*(3), 378–383. https://doi.org/10.36085/jinak.v2i3.4817

Geisendorf, S., & Pietrulla, F. (2018). The circular economy and circular economic concepts—a literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*, *60*(5), 771–

782. https://doi.org/10.1002/tie.21924

Geminarqi, E. R., & Purnomo, H. (2023). Improving Operational Management Efficiency in the Food and Beverage Industry: A Systematic Literature Review. *Open Access Indonesia Journal of Social Sciences*, *6*(5), 1143–1149. https://doi.org/10.37275/oaijss.v6i5.184

Handoko, W., Sulaiman, A., & Akbar, A. A. . (2014). Komunikasi Partisipatif dalam Proses Pembangunan Bendungan Matenggeng Kabupaten Cilacap Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Komunikasi*, *17*(2), 141–152.

Hayati, B. N. (2022). Analisis Potensi Wisata sebagai Upaya Pengembangan Masyarakat di Bukit Menoreh: Studi Kasus di Desa Giripurno, Borobudur, Magelang. *Jurnal Manajemen Dakwah*, *8*(1), 101–126.

Herlambang, A. (2018). PENCEMARAN AIR DAN STRATEGI PENGGULANGANNYA. *Jurnal Air Indonesia*, *2*(1). https://doi.org/10.29122/jai.v2i1.2280

ILO. (2013). *Produksi Bersih: Meningkatkan Produktivitas (Pedoman Pelatihan untuk Manajer dan Pekerja*.

Juniawati, J., Miskiyah, M., & Widaningrum, W. (2017). APPLICATION OF VINEGAR AS BIOPRESERVATIVE TO INHIBIT Salmonella typhimurium IN FRESH CHICKEN MEAT. *Buletin Peternakan*, *41*(2), 187. https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v41i2.13596

Khorshidi, F. H., Azizi, M., Ray, C., Faezipour, M. M., & Zarea Hosseinabadi, H. (2021). An analysis of cleaner production planning by applying analytic hierarchy process: a wood industry case study. *International Journal of Sustainable Engineering*, *14*(3), 245–254. https://doi.org/10.1080/19397038.2021.1924893

Parhusip, J. (2019).). Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Pada Desain Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Calon Penerima Bantuan Pangan Non Tunai (BPNT) Di Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknologi Informasi*, *13*(2), 18–29.

Rahim, R., & Raman, A. A. A. (2015). Cleaner production implementation in a fruit juice production plant. *Journal of Cleaner Production*, *101*, 215–221. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.065

Satrio, D. (2017). Analisa Kinerja Bisnis Pada Perusahaan Keluarga (Family Business) Oriental Cap Nyonya Pekalongan. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, *20*(2), 16–20.

Setiawati, I., & Ariani, A. (2021). KAJIAN pH DAN KADAR AIR DALAM SNI SABUN MANDI PADAT DI JABEDEBOG. *Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Standardisasi*, *2020*, 293–300. https://doi.org/10.31153/ppis.2020.78

Silva, A. S., Medeiros, C. F., & Vieira, R. K. (2017). Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. *Journal of Cleaner*

Production, *150*, 324–338. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.033

Veleva, V., & Ellenbecker, M. (2001). Indicators of sustainable production: framework and methodology. *Journal of Cleaner Production*, *9*(6), 519–549. https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00010-5

Wicaksana, B., Utomo, T. ., Warji, Suroso, E., & Subeki. (2022). Analisis Quick Scan pada Proses Produksi Sari Lemon untuk Menghasilkan Opsi Penerapan Produksi Bersih. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, *1*(1), 91–97.

Widodo, L. (2017). Potensi Penerapan Konsep Produksi Bersih Pada Industri Keramik di Probolinggo. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, *18*(2), 192. https://doi.org/10.29122/jtl.v18i2.2034