

## **KAJIAN PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA PROSES PRODUKSI AGROINDUSTRI SARI LEMON ICF**

### ***CLEANER PRODUCTION IMPLEMENTATION STUDY OF ICF LEMON JUICE AGROINDUSTRIAL PRODUCTION PROCESS***

**Tanto Pratondo Utomo<sup>1\*</sup>, Warji<sup>2</sup>, Erdi Suroso<sup>1</sup>, Subeki<sup>1</sup>, dan Bayu Wicaksana<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Lampung, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Lampung, Indonesia

\*Email korespondensi: tanto.utomo@fp.unila.ac.id

Diterima 26-04-2023, diperbaiki 13-09-2024, disetujui 04-11-2024

#### **ABSTRACT**

*The ICF lemon juice agroindustry used a semi-mechanical production therefore the production efficiency was low and the yield of lemon juice produced was only 17.94 percent or only around 40 percent of the potential yield. In this research, the application of cleaner production at the potential stages of the ICF lemon juice agroindustry production process was studied, so that it could increase the production efficiency, especially the yield of lemon juice produced. The research method used the quick scan method, by examining the material flow described in mass balance, throughout the lemon juice production process which consisted of lemon preparation (washing), lemon extraction process (cutting, squeezing, and filtering), lemon juice cooking process (pasteurizing dan cooling), and lemon juice packaging process (bottling). The research results showed that the losses of lemon juice production process occurred in the squeezing, the cutting and the washing process, namely 62.26 percent, 13.28 percent, and 4.83 percent respectively. The selected cleaner production implementation to overcome the loss during squeezing process was technological modification in form of changing semi-mechanical squeezing process into mechanical squeezing process. The implementation of mechanical squeezing process in lemon juice production process ICF Agroindustry increased the lemon juice yield from 17.94 percent into 33.29 percent or from 187 bottles into 346 bottles using 520 kg of lemon per production. The investment of mechanical squeezing lemon process was Rp. 10,000,000.00 with 25,52 of B/C and 1.41 moths of PBP.*

**Keywords:** *cleaner production, lemon juice, production process, quick scan*

#### **ABSTRAK**

Agroindustri sari lemon ICF menggunakan proses produksi semi mekanis yang mengakibatkan efisiensi produksinya rendah, antara lain ditunjukkan oleh rendemen sari lemon yang dihasilkan yaitu 17,94 persen atau hanya sekitar 40 persen dari rendemen potensialnya. Pada penelitian ini dikaji penetapan produksi bersih pada tahapan proses produksi agroindustri sari lemon ICF yang potensial meningkatkan efisiensi proses produksi, terutama meningkatkan rendemen sari lemon yang dihasilkan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *quick scan* yaitu menelaah aliran material proses produksi sari lemon yang dijabarkan dalam neraca massa yang meliputi proses persiapan buah lemon (pencucian), proses ekstraksi sari lemon (pemotongan, pemerasan, penyaringan), proses pemasakan sari lemon (pasteurisasi dan pendinginan), dan proses

pengemasan sari lemon (pembotolan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kehilangan rendemen sari lemon terbesar terjadi pada proses pemerasan, pemotongan, dan pencucian yaitu masing-masing berturut-turut sebesar 62,26 persen, 13,28 persen, dan 4,83 persen. Pilihan produksi bersih yang dipilih adalah berupa modifikasi teknologi dengan mengubah pemerasan buah Leon secara semi-mekanis menjadi pemerasan mekanis. Penerapan pemerasan buah lemon secara mekanis pada Agroindustri Sari Lemon ICF mampu meningkatkan rendemen sari buah lemon yang dihasilkan dari 17,94 persen menjadi 33,29 persen atau dari 187 botol sari lemon ukuran 500 ml menjadi 346 botol sari lemon ukuran yang sama dengan investasi yang dibutuhkan sebanyak Rp. 10.000.000,- dengan nilai B/C 25,52 dan PBP 1,41 bulan.

**Kata kunci:** produksi bersih, proses produksi, *quick scan*, sari lemon

## PENDAHULUAN

Agroindustri merupakan salah satu industri andalan di Indonesia karena dominan menggunakan bahan baku hasil pertanian yang banyak dihasilkan di Indonesia dengan menghasilkan berbagai produk baik produk antara dan produk akhir yang bernilai tambah. Salah satu contoh agroindustri yang berkembang di Indonesia adalah agroindustri sari lemon yang mengolah buah lemon menjadi sari lemon yang memiliki banyak manfaat antara lain karena kandungan vitamin C yang tinggi (Dev & Shrivasta, 2016).

Akan tetapi selain manfaat yang diperoleh dengan mengolah buah lemon menjadi sari buah lemon, agroindustri ini berpotensi mencemari lingkungan karena rendemen potensial sari buah lemon yang dihasilkan hanya sekitar 45 persen dengan 55 persen yang tidak termanfaatkan berupa kulit luar, kulit dalam, dan lainnya (Ammad et al., 2018). Hal ini berarti bahwa hanya 45 persen bagian buah yang dapat digunakan sedangkan bagian yang belum termanfaatkan berpotensi pada suatu saat akan merusak kawasan di sekitar agroindustri sari buah lemon dan menjadi beban ekosistem.

Salah satu strategi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah lingkungan sekaligus efisiensi proses produksi agroindustri adalah dengan menerapkan produksi bersih melalui upaya mengurangi, mencegah, dan pada akhirnya menghilangkan terbentuknya limbah dan polusi dari suatu industri termasuk

agroindustri (Utomo et al., 2010; Sirait dkk., 2019).

Agroindustri seperti halnya industri yang lain dalam kaitan menangani masalah limbah dan polusi tidak hanya bergantung pada upaya reaktif (*end of pipe principle*) berupa menangani limbah yang terbentuk melainkan harus beralih ke upaya preventif (*beginning of pipe*) berupa memanfaatkan, meminimalkan, dan bahkan mencegah limbah melalui penerapan produksi bersih yang pada akhirnya menghasilkan nilai tambah (Azzahro dkk., 2022).

Beberapa contoh penerapan produksi bersih pada agroindustri antara lain pada proses produksi *crude palm oil* (CPO), keripik buah, industri tahu, dan industri kopi. Pada produksi CPO, penerapan produksi bersih menghasilkan empat pilihan strategi yang layak diterapkan berdasarkan aspek teknis, ekonomis, dan lingkungan yaitu satu strategi modifikasi proses dan tiga strategi *good housekeeping*. Strategi penerapan produksi bersih yang terpilih adalah berupa *good housekeeping practices* berupa perbaikan kebocoran pada tangki dan pipa *digester* dengan nilai B/C 1,48 dan PBP 6,3 tahun (Azzahro dkk., 2022)

Hadi dkk. (2021) melaporkan tentang penerapan produksi bersih pada industri keripik buah yaitu penerapan *good manufacturing practices* (GMP) pada bidang sumber daya manusia (SDM) yang berdasarkan hasil pembobotan *analytical hierarchy process* (AHP) bahwa penerapan produksi bersih layak untuk

diterapkan dengan bobot 0,63699 dengan cara memperkuat peran SDM, melibatkan produsen, dan pengawasan pengelolaan limbah.

Kajian penerapan produksi bersih pada salah satu tiga pabrik pengolahan tahu di Martapura. Sumatera Selatan menunjukkan bahwa teridentifikasi berbagai peluang penerapan produksi bersih pada proses produksinya yaitu tahap pencucian kedelai yang dilakukan secara bertahap, penggunaan kembali air sisa pencucian dan perendaman kedelai yang telah disaring, penggunaan sistem uap untuk pemasakan, penerapan cara produksi tahu yang baik, dan pemanfaatan kembali hasil samping padatan dan luaran cair. Produksi bersih apabila diterapkan pada industri tahu ini akan berpotensi menghemat konsumsi energi antara 24,76-36,08 persen; meningkatkan tahu yang dihasilkan sebanyak 5,19 persen; menghambat penggunaan kayu bakar sampai dengan 64,42 persen; dan menghemat bisa produksi berkisar Rp 2.200.000,- sampai dengan Rp. 16.900.000,- per bulan (Anggraini dkk., 2022).

Adiwinata dkk. (2021) melaporkan bahwa potensi produksi bersih a yang dapat diterapkan pada industri kopi CV Gunung Betung berdasarkan aspek teknis, finansial, dan lingkungan yang sesuai dengan kriteria dan kesanggupan industri adalah pembuatan *dome* untuk penjemuran kopi (investasi Rp. 2.850.000,- dengan PBP 3,18 bulan); pengadaan mensinyalir genset (investasi Rp. 5.860.000,- dengan PBP 1,16 bulan); pembuatan sirkulasi udara pada ruang penyangraian (investasi Rp. 1.268.000 dengan PBP 0,07 bulan); pembuatan reaktor pengomposan limbah padat (investasi Rp. 3.440.000,- dengan PBP 2,18 bulan); dan penambahan alat pengema (investasi Rp. 3.057.000,- dengan PBP 0,45 bulan).

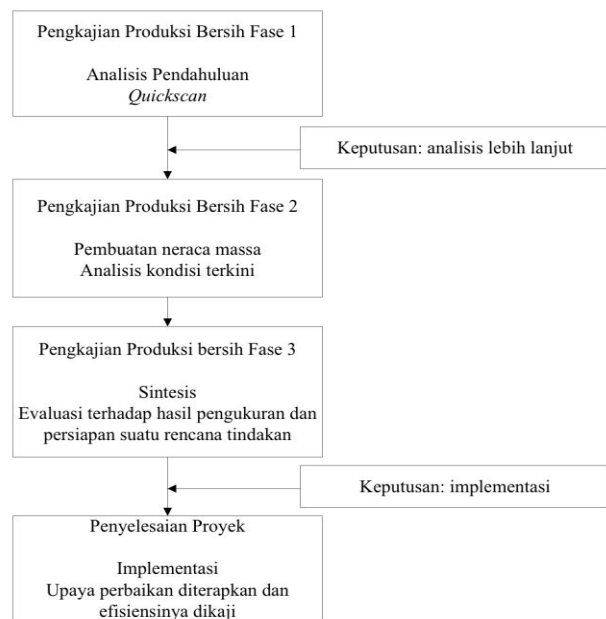
Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini dikaji tentang penerapan

produksi bersih pada agroindustri sari buah lemon ICF terutama untuk meningkatkan rendemen sari buah lemon yang dihasilkan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di agroindustri sari buah lemon ICF yang berlokasi di Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung.

Kajian terhadap proses produksi sari buah lemon di ICF menggunakan metodologi produksi bersih yang bertujuan untuk mengidentifikasi tahapan proses produksi yang tidak efisien dan menghasilkan limbah antara lain penggunaa bahan baku dan proses yang dilakukan. Metodologi ini terdiri dari 3 fase utama yaitu analisis pendahuluan, pembuatan neraca massa, dan sintesis (Indrasti, 2012). Diagram alir metodologi produksi bersih disajikan pada Gambar 1.

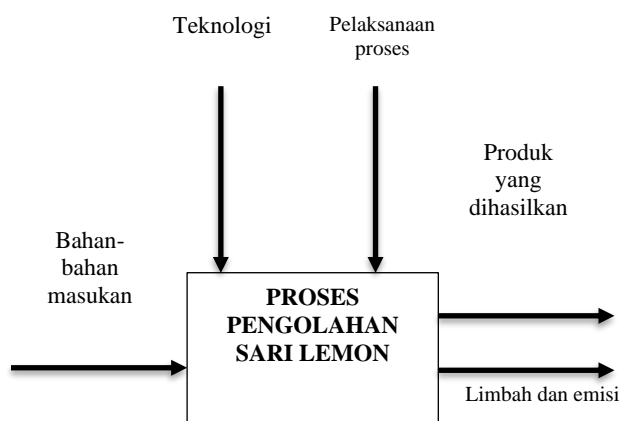


**Gambar 1.** Metodologi Penerapan Produksi Bersih (Indrasti, 2012)

### Analisis Pendahuluan

Analisis pendahuluan dimulai dengan pemeriksaan awal menggunakan metode *Quicksan* berupa pengamatan

secara singkat tapi mendetil sehingga menghasilkan indikator potensial penerapan produksi bersih (Buser & Walder, 2002). Menurut Indrasti (2012), metode *Quickscan* meliputi identifikasi aliran material suatu proses produksi yang dilengkapi dengan wawancara pada saat melakukan pengamatan. Metode *Quickscan* mengidentifikasi sumber-sumber pemborosan dan limbah yang dilanjutkan dengan analisis penyebab dan identifikasi solusi potensial pada lima hal yaitu (1) bahan baku; (2) teknologi yang digunakan; (3) pelaksanaan proses; (4) produk yang dihasilkan; dan (5) limbah dan emisi yang dihasilkan (Gambar 2).



**Gambar 2.** Lima Sumber Penyebab Limbah dan Emisi (Indrasti, 2012).

Analisis pendahuluan dimulai dengan pemeriksaan awal menggunakan metode *Quickscan* berupa pengamatan secara singkat tapi mendetil sehingga menghasilkan indikator potensial penerapan produksi bersih (Buser & Walder, 2002).

### Pembuatan Neraca Massa

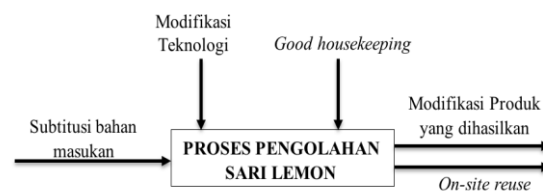
Pembuatan neraca massa dilakukan berdasarkan hukum kekekalan massa yang menyatakan bahwa atom tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan dan atom dapat terakumulasi dalam suatu sistem atau keluar dari sistem. Neraca massa dibuat setelah proses produksi dapat dipetakan sehingga aliran bahan, konsumsi

energi, dan sumber pencemar dapat dipahami (Buser & Walder, 2002).

Analisis proses produksi sari buah lemon diamati pada tahapan utamanya serta estimasi biaya terkait perbaikannya (Anggraini dkk., 2022).

### Sintesis

Hasil analisis pendahuluan menggunakan metode *Quickscan* digunakan untuk menentukan pilihan produksi bersih yang akan diterapkan pada proses produksi agroindustri sari buah lemon ICF. Pilihan peluang penerapan produksi bersih yang akan dilaksanakan dalam bentuk (1) substitusi bahan baku; (2) penyesuaian teknologi; (3) pengelolaan yang baik (*good housekeeping*); (4) penyesuaian produk yang dihasilkan; dan (5) penggunaan kembali di lokasi (*on-site reuse*) (Gambar 3).



**Gambar 3.** Pilihan Perbaikan dengan Pendekatan Produksi Bersih (Indrasti, 2012)

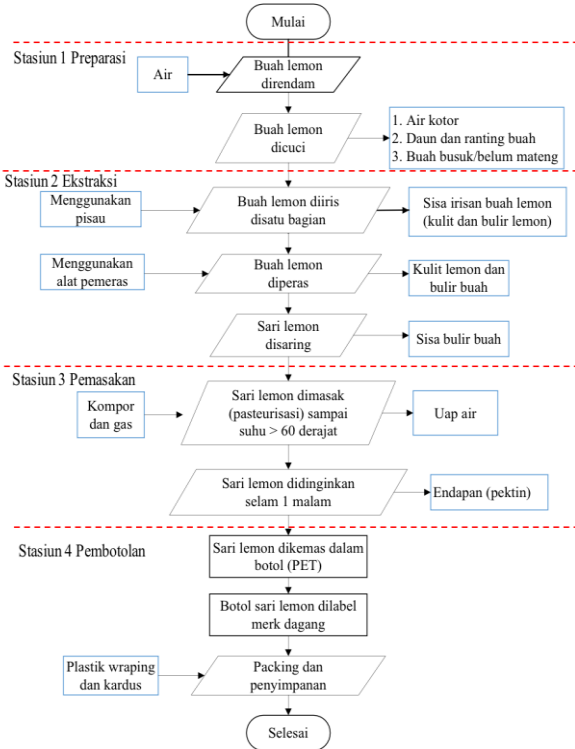
Pilihan produksi bersih yang dihasilkan dan potensial untuk meningkatkan rendemen proses produksi sari lemon dikaji kelayakan secara ekonomi menggunakan kriteria B/C dan payback period (PBP) (Mankiw, 2015).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Pendahuluan

Analisis pendahuluan menggunakan metode *Quickscan* menunjukkan bahwa proses produksi sari buah lemon ICF terdiri dari proses persiapan buah lemon (pencucian), proses ekstraksi buah lemon (pemotongan, pemerasan, penyaringan), proses pemasakan sari buah lemon

(pasteurisasi dan pendinginan), dan proses pengemasan sari buah lemon (pembotolan). Proses produksi sari lemon ICF disajikan pada Gambar 4.



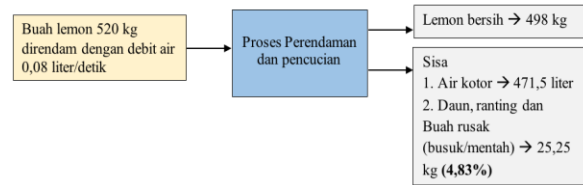
**Gambar 4.** Hasil Analisis Pendahuluan Proses Produksi Sari Lemon Menggunakan Metode *Quickscan*

## Neraca Massa Proses Produksi Sari Lemon

### Proses Persiapan Buah Lemon

Hasil pengamatan terhadap proses persiapan buah lemon pada agroindustri sari lemon ICF menunjukkan bahwa buah lemon yang digunakan per produksi adalah sebanyak 520 kg yang direndam air mengalir dengan kecepatan 0,08 liter per detik. Limbah yang dihasilkan dari proses ini terdiri dari air kotor dan limbah padat (buah mentah, buah rusak, dan ranting). Buah mentah dan buah rusak yang merupakan losses pada tahap ini adalah sebesar 22 kg (4,83 persen) sehingga buah lemon yang siap diolah pada tahap selanjutnya adalah 498 kg. Neraca massa

tahap persiapan buah lemon disajikan pada Gambar 5.



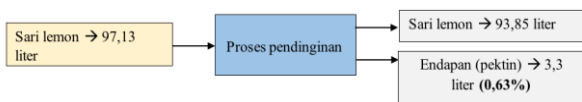
**Gambar 5.** Neraca Massa Proses Persiapan Buah Lemon

Buah lemon yang digunakan harus bebas dari buah busuk dan mentah yang dipasok oleh mitra, yang menunjukkan ketidakhandalan dalam menyediakan bahan baku yang digunakan, yang berakibat menurunkan rendemen sari lemon yang dihasilkan. Selain itu, buah lemon yang digunakan harus dibersihkan dengan baik untuk menghindari terjadinya pencemaran yang dapat berakibat sari buah lemon yang dihasilkan tercemar. *E coli.*, *S. aureus*, *Serratia sp.*, dan beberapa mikroorganisme lainnya (Puri dkk., 2018).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat potensi penggunaan ulang air sisa pencucian yang pada saat ini dibuang untuk digunakan kembali dengan perlakuan pemisahan kotoran, antara lain dengan penyaringan, untuk digunakan kembali sebagai air pencuci buah lemon.

### Proses Ekstraksi Sari Buah Lemon

Hasil pengamatan terhadap proses ekstraksi sari buah lemon menunjukkan bahwa proses ini terdiri dari proses pemotongan dan pemerasan buah lemon. Buah lemon sebanyak 498 kg dipotong secara horisontal menjadi dua bagian yang tidak sama besar untuk memudahkan proses pemerasan dan dihasilkan losses sebanyak 13,28 persen berupa sisa irisan buah berupa kulit dan bulir buah. Neraca massa proses pengirisan buah lemon pada proses ekstraksi sari buah lemon disajikan pada Gambar 6.

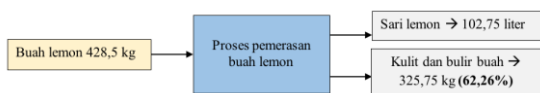


**Gambar 6.** Neraca Massa Proses Pengirisan Buah Lemon

Buah lemon yang telah dipotong sebanyak 428,5 kg selanjutnya diperas menggunakan 3 unit alat semi-mekanis (Gambar 7) dengan kapasitas masing-masing 30 kg buah lemon/jam sehingga dihasilkan sari lemon sebanyak 102,75 liter. Proses ini menghasilkan limbah sebanyak 327,75 kg atau 62,26 persen berupa kulit lemon dan bulir buah. Neraca massa proses pemerasan buah lemon disajikan pada Gambar 8.



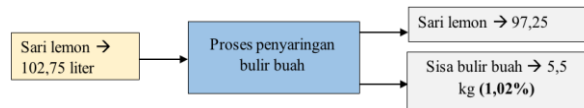
**Gambar 7.** Alat Pemas Buah Lemon Semi-Mekanis



**Gambar 8.** Neraca Massa Proses Pemerasan Buah Lemon

Sari buah lemon yang dihasilkan dari proses pemerasan selanjutnya disaring

untuk memisahkan *pulp* yang berjumlah 5,5 kg atau 1,02 persen. Neraca massa proses penyaringan sari buah lemon disajikan pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Neraca Massa Proses Penyaringan Sari Lemon

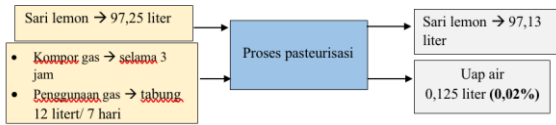
Hasil pengamatan terhadap proses ekstraksi sari buah lemon yang terdiri dari tahap pemotongan buah lemon, pemerasan buah lemon, dan penyaringan sari buah lemon menunjukkan bahwa total dihasilkan limbah sebanyak 400,75 kg atau 76,56 persen dengan limbah terbesar pada proses pemerasan buah lemon menjadi sari buah lemon menggunakan mesin semi-mekanis. Hal ini menjadi potensi penerapan produksi bersih antara lain dengan mengganti proses pemerasan buah lemon menggunakan mesin yang lebih baik.

### **Proses Pemasakan Sari Buah Lemon**

Proses pemasakan sari buah lemon terdiri dari proses pasteurisasi dan pendinginan. Proses pemasakan sari lemon dapat menggunakan beberapa cara antara lain menggunakan *pulsed electric field* (PEF) yaitu metode pemasakan sari buah untuk mempertahankan kualitas sirup, termasuk sari buah, menggunakan suhu yang tidak terlalu tinggi. Proses pasteurisasi sari buah jeruk dilakukan selama 3,5 menit menggunakan suhu 80°C sehingga dapat mempertahankan kandungan Vitamin C sekaligus dapat mematikan bakteri dan kapang (Kumar et al., 2015)

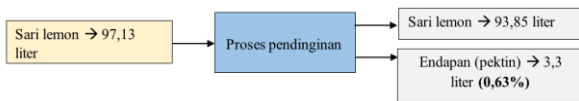
Proses pasteurisasi sari buah lemon yang dilakukan di ICF adalah selama 30-40 menit pada suhu 60°C pada tungku berkapasitas 50 liter menghasilkan sari lemon sebanyak 97,13 liter yang berarti losses sebanyak 0,125 liter atau 0,02

persen. Neraca massa proses pasteurisasi sari lemon disajikan pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Neraca Massa Proses Pasteurisasi Sari Lemon

Sari buah lemon yang telah dipasteurisasi selanjutnya didinginkan selama 12 jam dan selama proses pendinginan terpisah cairan pekat pada permukaan sari buah lemon yang selanjutnya dipisahkan. Sari buah lemon yang dihasilkan setelah proses pendinginan adalah sebanyak 93,85 liter dengan *losses* dalam bentuk cairan pekat diduga pektin sebanyak 3,3 liter atau 0,6 persen. Neraca massa proses pendinginan sari buah lemon disajikan pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Neraca Massa Proses Pendinginan Sari Lemon

### Proses Pengemasan Sari Buah Lemon

Proses pengemasan sari buah lemon adalah proses pembotolan menggunakan botol polietilen terepalat (PET) ukuran 500 ml. Sari buah lemon dimasukkan ke dalam botol PET tidak penuh melainkan disisakan sedikit untuk menghindari pecahnya botol (Fish, 2014).

Pada proses pengemasan sari lemon dilakukan secara baik dan tidak terjadi *losses*. Neraca massa proses pengemasan sari buah lemon disajikan pada Gambar 12.

**Gambar 12.** Neraca Massa Proses Pengemasan Sari Lemon

### Sintesis

Sintesis hasil neraca massa yang dihasilkan dari analisis *Quickscan* untuk 4 tahapan proses produksi sari buah lemon

ICF menjadi dasar untuk menentukan peluang penerapan produksi bersih seperti yang disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Sintesis Hasil Neraca Massa Proses Produksi Sari Lemon ICF

Tabel 1 menunjukkan bahwa proses ekstraksi sari buah lemon yang terdiri dari proses pengirisan dan proses pemerasan

No	Proses	Losses dan limbah proses	Losses (%)	Peluang Produksi Bersih
1	Perendaman dan pencucian	Buah rusak (busuk /mentah) dan air kotor	4,83	Good housekeeping
2	Pengirisan	Bulir buah dan kulit (limbah padat)	13,28	Good housekeeping
3	Pemerasan buah lemon	Bulir buah dan kulit (limbah padat); sari lemon	62,26	Modifikasi teknologi
4	Penyaringan sari buah	Bulir buah	1,05	Good housekeeping
5	Pasteurisasi	Uap air	0,02	Modifikasi teknologi
6	Pendinginan	Endapan pektin (limbah cair)	0,63	Good housekeeping

buah lemon menghasilkan total *losses* terbesar yaitu 76,56 persen dengan *losses* terbesar pada proses pemerasan buah lemon sebesar 62,26 persen. Hal ini menjadi penyebab utama rendahnya rendemen sari buah lemon yang dihasilkan yaitu 17,94 persen. Amman et al. (2018) menyatakan bahwa bagian buah lemon yang dapat dimanfaatkan adalah 45 persen rendemen sehingga masih terdapat potensi untuk meningkatkan rendemen sari buah lemon yang dihasilkan dengan fokus perbaikan pada proses pemerasan buah lemon.

Zema et al. (2019) menyatakan bahwa hal yang sama terjadi pada pengolahan citrus, dengan produk berupa jus citrus dan bahan baku untuk mar alas dan permen, menghasilkan bagian yang tidak dapat dimanfaatkan berupa padatan sebanyak 50 persen tidak termasuk limbah cairnya. Hal ini menjadi tantangan untuk perbaikan proses pengolahan citrus.

Limbah padat berupa kulit buah lemon berpotensi dibuat menjadi briket apabila diketahui nilai kalornya seperti yang dinyatakan oleh Magnano et al. (2020) bahwa nilai kalor campuran kulit sitru dan sekam padi berkisar antara 14,6 – 17,2 MJ/kg dibandingkan dengan nilai kalor kayu yang berkisar antara 7,12 – 10,47 MJ/kg sehingga memungkinkan

untuk digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.

Berdasarkan lima pilihan perbaikan produksi bersih (Indrasti, 2012) maka pilihan produksi bersih yang tepat adalah melakukan modifikasi teknologi berupa upaya peningkatan efisiensi pemerasan buah lemon dengan mengganti proses pemerasan buah lemon secara semi-mekanis menjadi pemerasan buah lemon secara mekanis (Gambar 13).



**Gambar 13.** Modifikasi Teknologi Pemerasan Buah Lemon Dari Semi-Mekanis Menjadi Mekanis

Perbandingan kinerja proses pemerasan buah lemon semi-mekanis dan mekanis yang diterapkan disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perbandingan Proses Pemerasan Buah Lemon Semi-Mekanis dan Mekanis yang Diterapkan

No	Keterangan	Alat peras sari lemon	Mesin peras sari lemon
1	Spesifikasi (cm)	20 x 15 x 40	60 x 40 x 100
2	Kapasitas produksi (kg/jam)	30	100
3	Efisiensi alat (%)	17,94	30
4	Jenis / fungsi alat	semi mekanis	motor listrik
5	Jumlah operator	satu orang	satu orang
6	Harga	Rp700,000	Rp10,000,000
7	Sumber informasi	Data hasil penelitian	Desain PT. Daud Teknik Maju, Bogor

Hasil modifikasi teknologi dengan pemerasan buah lemon secara mekanis dari sebelumnya menggunakan proses pemerasan buah semi mekanis (Tabel 2) menunjukkan peningkatan rendemen buah sari buah lemon dari 17,94 persen menjadi 33,29 persen atau mampu meningkatkan sari buah lemon yang diproduksi dari 187 botol sari lemon kemasan 500 ml menjadi 346 botol sari lemon kemasan 500 ml. Analisis kelayakan finansial untuk

modifikasi teknologi pada proses pemerasan buah lemon ini layak dilakukan yang ditunjukkan dengan nilai B/C 25,52 dan PBP 1,41 bulan dengan investasi sebesar Rp. 10.000.000,-. Haryono (2016) menyatakan bahwa investasi dinyatakan layak secara finansial antara lain ditunjukkan dengan nilai B/C lebih besar dari 1.

## KESIMPULAN

Penerapan produksi bersih pada tahapan proses produksi agroindustri sari buah lemon ICF dilakukan dengan mengganti pemerasan semi mekanis menjadi pemerasan mekanis layak diterapkan dengan investasi sebesar Rp. 10.000.000,- yang meningkatkan rendemen sari lemon dari 17,94 persen menjadi 33,29 persen, B/C 2,52, dan PBP 1,41 bulan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiwinata F, Suprihatin, & Rahayuningsih M. (2021). Penerapan Produksi Bersih dan Penilaian Daur Hidup Industri Kecil Menengah Pengolahan Kopi CV Gunung Betung. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. 26(2): 99-108.
- Ammad, F., Moumen, O., Gasem, A., Othmane, S., Hisashi, K.-N., Zebib, B., & Merah, O., (2018). The Potency of Lemon (*Citrus limon* L.) Essential Oil to Control Some Fungal Diseases of Grapevine Wood. *Comptes Rendus Biologies* 34: 97–101.
- Anggraini, R., Suprihatin, & Indrasti, N. S. (2022). Kajian Peluang Penerapan Produksi Bersih di Industri Tahu: Studi Kasus Pada Beberapa Industri Tahu di Kota Martapura, Sumatera Selatan. *Jurnal Teknologi Industri*



- Pertanian*. 32(2): 107-120. DOI: <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2022.32.1.107>
- Azzahro, A. U., Indrasti, N. S., & Ismayana, A. (2022). Penerapan Produksi Bersih Pada Industri Kelapa Sawit di PT YZ. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 32(1): 1-11. DOI: <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2022.32.1.1>
- Buser, C & Walder, J. (2002). Guidelines for Cleaner Production-Conducting Quick-scans in the Company. Muttenz, Switzerland: *FHBB*.
- Dev, C. dan Shrivastava, R. (2016). Basketful Benefit of Citrus Limon. *International Research of Journal Pharmacy* 7 (6. P). 8 [http://www.irjponline.com/admin/php/uploads/2498\\_pdf.pdf](http://www.irjponline.com/admin/php/uploads/2498_pdf.pdf)
- Fish, W. W. (2014). A Reliable Methodology for Quantitative Extraction of Fruit and Vegetable Physiological Amino Acid and Their Subsequent Analysis with Commonly Available HPLC system. *Food and Nutrition Science*. 3: 863-871.
- Hadi, D. K., Putri, R. A., Farida, S. N., & Santoso, I. (2021). Application of Cleaner Production in a Fruit Chips Industry. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*. 10(2): 152-171.
- Haryono, A. T. (2016). Analisis Penerapan Produksi Bersih Industri Kertas: Studi Kasus PT Pindodeli Pulp and Paper Mills Indonesia. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Indrasti, N. S. (2012). Metodologi dan Prosedur Audit Produksi Bersih (Neraca Massa, Energi, dan Limbah). *IPB Press*.
- Kumar, Y., Khrisna, K. P., & Vivek, K. (2015). Pulsed Electric Field Processing in Food Technology. *Internasional Journal of Engineering Studies and Technical Approach*. 1(2): 6-17.
- Magnano, R. F., Costa, S. C., Ezirio, M. J. A., Saciloto, V. G., Parma, G. O. C., Gasparotto, E. S., Goncalves Jr., A. C., Tutida, A. Y., & Barcelos, R.L. (2020). Briquettes of Citrus Peel and Rice Husk. *Journal of Cleaner Production*. 276 (123820): 1-9. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.123820
- Mankiw, NG. (2015). Principles of Economics 7th ed. USA: 139781285165875.
- Puri, R. Y. A., Wijana, S., & Pranowo, D. (2018). Analisis Kualitas Sirup Jeruk Baby Jawa Pada Stasiun Proses dan Pendugaan Umur Simpan Skala Pilot Plant. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 19(2): 125-128.
- Sirait, A. T., Noor, E., & Ismayana, A. (2019). Penerapan Produksi Bersih Untuk Meningkatkan Efisiensi Pelapisan Logam. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan*. 9(3): 700-709.
- Utomo, T. P., Hassanudin, U., & Suroso, E. (2010). Comparative Study of Low and High-Grade Crumb Rubber Processing Energy. *Proceeding of the World Congress on Engineering (WCE)* London, U.K. Vol (3).
- Zema, D. A., Calabro, P. S., Folino, A., Tamburino, V, Zappia, G., & Zimbone, S. M. (2019). Wastewater Management in Citrus Processing Industries: an Overview

of Advantages and Limits. *Water*.  
11, 2481. doi:10.3390/w1112248  
1.