

Artikel Riset

Peluang Penerapan Produksi Bersih pada Industri Tepung Sagu

Opportunities for Application of Cleaner Production in the Sago Flour Industry

**Vera Maulidia^{1*}, Dian Rahayu Jati¹, Isna Apriani¹, Renaldi Surya Bhaskara¹,
Muhammad Firmansyah¹**

¹ Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia 78124

* Penulis korespondensi, e-mail: maulidiavera57@gmail.com

Abstrak

Peningkatan permintaan olahan sagu berdampak pada peningkatan produksi tepung sagu. Peluang produksi tepung sagu kemudian dimanfaatkan sebagian pengusaha untuk memproduksi dengan skala pabrik. Meningkatnya daya saing antar pengusaha menyebabkan banyak aspek diperlukan untuk menaikkan kualitas pemasaran diantaranya usaha untuk mengurangi limbah yang dihasilkan dari setiap proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi proses produksi tepung sagu dan memberikan rekomendasi minimalisasi limbah dan teknologi bersih pada industri tepung sagu. Metode wawancara dan observasi lapangan dilakukan pada penelitian ini. Volume timbulan limbah yang dihasilkan pada proses produksi tepung sagu meliputi 10 kg karung bekas, 10 kg ceceran lamantak, 100 kg ampas sagu, 60 kg ceceran tepung sagu, 20 kg abu sisa pembakaran dan 50 kg tepung sagu kasar. Limbah cair berupa air bekas sebanyak 36.042 liter. Metode produksi bersih yang dapat dilakukan yaitu mengurangi penggunaan air cucian, menjual kembali karung bekas menjadi kerajinan tangan, mengembalikan ceceran tepung dan tepung sagu kasar ke bak pembongkaran dan penyurahan, menjual abu sisa pembakaran, menjual ampas sagu menjadi pakan ternak bebek dan mengolah limbah cair produksi menggunakan IPAL berkapasitas minimal 5.000 liter. Metode yang ditawarkan dapat mengurangi penggunaan air bersih sebanyak 2.358 liter dari total kebutuhan air sekali produksi 38.400 liter.

Kata kunci : Industri Tepung Sagu; Sagu; Tepung Sagu

Abstract

Increased demand for processed sago has an impact on increasing sago starch production. The opportunity to produce sago flour is then used by some entrepreneurs to produce on a factory scale. Increasing competitiveness among entrepreneurs causes many aspects to be needed to improve marketing quality, including efforts to reduce waste generated from each production process. This study aims to identify the production process of sago starch and provide recommendations for waste minimization and clean technology in the sago flour industry. Interview methods and field observations were carried out in this study. The volume of waste generated in the production process of sago flour includes 10 kg of used sacks, 10 kg of spilled lamantak, 100 kg of sago dregs, 60 kg of spilled sago flour, 20 kg of burning ash and 50 kg of coarse sago flour. Liquid waste in the form of used water is 36,042 liters. Clean production methods that can be done are reducing the use of washing water, reselling used sacks into handicrafts,

returning spilled flour and coarse sago flour to the demolition and dispensing basins, selling burning ashes, selling sago dregs for duck livestock feed and processing production liquid waste. using IPAL with a minimum capacity of 5,000 liters. The method offered can reduce the use of clean water by 2,358 liters of the total water requirement of 38,400 liters once produced.

Keywords: Sago; Sago Flour; Sago Flour Industry

1. Pendahuluan

Sagu (*Metroxylon* sp.) merupakan tumbuhan palem tropika basah, memiliki adaptasi kuat untuk tumbuh pada lahan marjinal seperti lahan tergenang air tawar, lahan gambut, dan air payau (Botanri dkk., 2011). Haryanto (2011) menyatakan bahwa sagu adalah tanaman potensial. Secara ekologi berperan sebagai penyerap emisi karbon dioksida (CO₂) yang tinggi yaitu sekitar 240 ton CO₂/ha/tahun. Selain itu sagu dapat memproduksi karbohidrat sekitar 20 ton/ha yang dapat berperan sebagai penyediaan pangan dan bernilai jual tinggi bila diolah lebih lanjut menjadi tepung sagu. Sagu yang telah diolah menjadi tepung memiliki kandungan karbohidrat lebih tinggi dibandingkan dengan beras, jagung atau kentang. Wangling dkk. (2013) menginformasikan bahwa dalam 100 gram sagu kering terdapat sekitar 94 - 96 gram karbohidrat lebih tinggi dibandingkan dengan beras 80,4 g/100 g, jagung 71,7 g/100 g, maupun kentang 16,3 g/100 g. Sementara energi yang dihasilkan oleh 100 gram sagu sekitar 353.000 kalori, dimana jumlah ini comparable dengan energi yang dihasilkan oleh beras sekitar 360.000 kalori.

Harga tepung sagu yang dapat diolah menjadi berbagai makanan dan harganya yang relatif lebih murah daripada beras, jagung atau kentang menyebabkan peningkatan permintaan akan olahan sagu. Hal ini berdampak pada peningkatan produksi tepung sagu. Permintaan akan tepung sagu tidak hanya berasal dari dalam negeri, namun permintaan ekspor juga meningkat. Produksi tepung sagu kini telah diproduksi dengan skala pabrik. Pengolahan tepung sagu dapat dilakukan dengan cara tradisional dan mekanis. Namun produksi tepung sagu secara mekanis lebih banyak diminati karena hasil yang lebih banyak dan cepat (SCORE, 2013).

Peningkatan jumlah pabrik tepung sagu semakin meningkat sebagai dampak dari tingginya permintaan akan tepung sagu. Namun, pengolahan tepung sagu selain memberikan dampak positif juga memberikan dampak negatif pada berbagai aspek termasuk lingkungan (Fitriyanti, 2016). Dampak negatif antara lain akumulasi dan intensitas polutan yang tinggi di kawasan sekitar pabrik. Penelitian Gunawan dan Mahfuzh (2017) menyatakan bahwa industri tepung sagu menghasilkan tiga jenis limbah yaitu 14% ampas sagu, 26% kulit batang sagu dan air buangan. Menurut Banu dkk. (2006) limbah cair sagu menyumbang kebutuhan oksigen untuk proses oksidasi secara kimiawi (COD) 5750 mg/L. Limbah dari industri tepung sagu yang tidak diolah sebelum dibuang ke lingkungan tentu akan memberi berakibat buruk bagi lingkungan dan dapat menurunkan citra perusahaan karena gagal mengolah limbah. Sehingga dalam hal ini diperlukan manajemen produksi yang baik dan benar agar produksi menjadi tepung sagu maksimal dan efisien. Tingkat kesadaran pengusaha dan kemampuan finansial menjadi kendala di dalam penanganan limbah industri tepung sagu. Produksi bersih (*cleaner production*) menjadi strategi yang potensial diterapkan pada industri tepung sagu karena ada peran aktif pelaku industri, nilai tambah langsung, dan pengurangan resiko lingkungan (Fauzi dkk., 2008). Produksi bersih berguna dalam meningkatkan daya saing industri tepung sagu dan menciptakan industri yang ramah lingkungan (SCORE, 2013). Oleh karena itu perlu dikaji alternatif-alternatif strategi produksi bersih yang dapat diterapkan di industri tepung sagu. Penelitian ini untuk mengidentifikasi proses produksi tepung sagu dan memberikan rekomendasi metode produksi bersih dan minimalisasi limbah pada industri tepung sagu.

2. Metode Penelitian

2.1 Identifikasi Proses Produksi

Penelitian dilakukan disalah satu pabrik tepung sagu di Kabupaten Kubu Raya. Penelitian dilakukan tanggal 19 Oktober 2019. Kapasitas produksi pabrik sekitar 820 kg lamantak (pati sagu basah) per hari. Produk yang dihasilkan berupa tepung sagu halus. Identifikasi ini digunakan untuk menggambarkan teknologi dan kesetimbangan massa pada industri tepung sagu. Pengumpulan dan penyajian data menggunakan analisis deskriptif. Pengumpulan data dilakukan berdasarkan hasil wawancara dan observasi di lapangan.

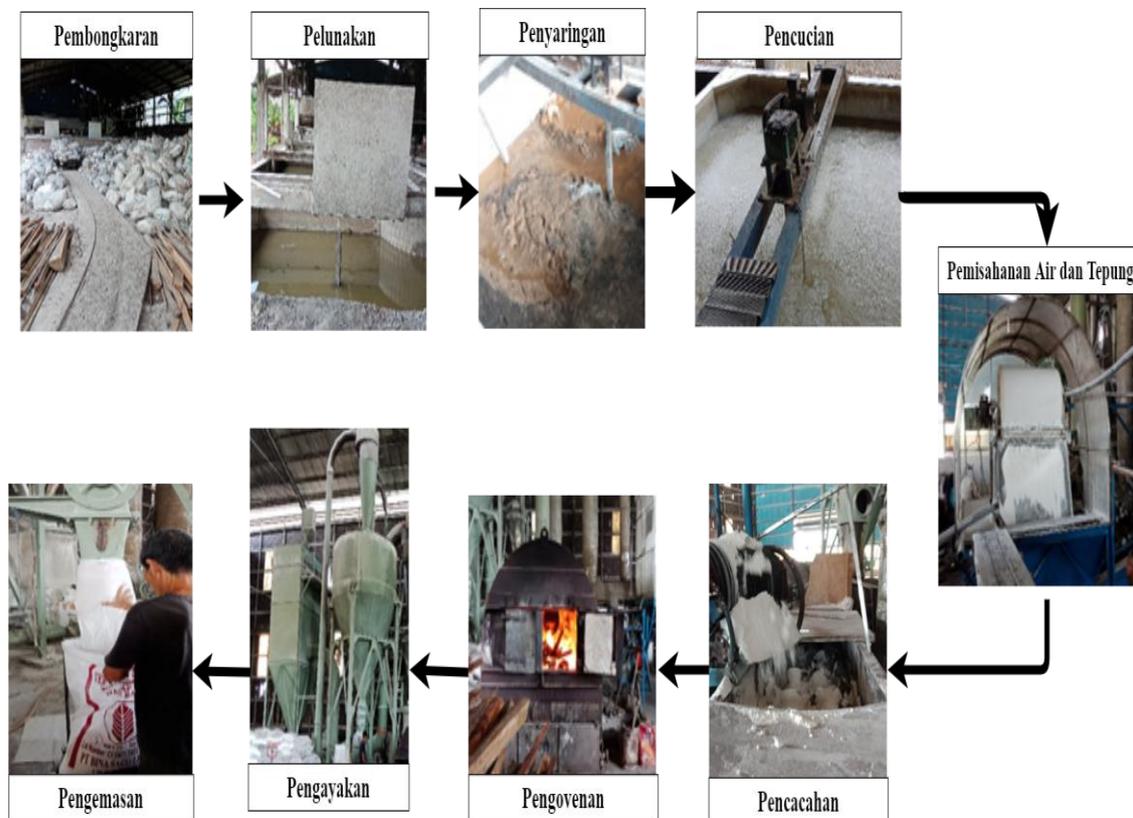
2.2 Metode Produksi Bersih dan Minimalisasi Limbah yang Ditawarkan

Metode disusun dengan mengacu pada neraca massa produksi tepung sagu dari dan hasil observasi pengamatan lapangan serta wawancara dengan pelaku industri tepung sagu. Metode yang ditawarkan bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pabrik. Selain itu juga metode yang ditawarkan bertujuan untuk mencegah dan mengurangi jumlah timbulan limbah yang dibuang ke lingkungan serta meningkatkan kesehatan dan keselamatan para pekerja.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Identifikasi Proses Produksi Tepung Sagu

Setiap tahapan proses produksi melewati tiga tahapan masukan (*input*), proses dan keluaran non produk (*non-product output*) serta limbah (Susilo, 2016). Proses produksi tepung sagu terdiri dari sembilan proses. Bahan baku berupa lamantak atau pati sagu basah dan proses-proses tersebut menggunakan banyak air, listrik dan kayu bakar. Keluaran proses produksi selain tepung sagu, juga dihasilkan limbah cair dan limbah padat berupa karung bekas, ampas sagu, ceceran tepung sagu, abu sisa pembakaran dan tepung sagu kasar. Proses produksi tepung sagu adalah sebagai berikut dan dapat diamati pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Proses produksi tepung sagu

a. Pembongkaran

Proses pembongkaran adalah proses dikeluarkannya Lamantak atau pati sagu basah dari karungnya, Lamantak didatangkan langsung dari petani yang berada di Kalimantan Barat yang diangkut menggunakan kapal motor air. Kemudian Lamantak dimasukkan ke dalam bak pengadukan untuk dihancurkan menggunakan air. Pada proses ini jumlah Lamantak dari petani yang digunakan sebanyak 820 kg. Proses ini menghasilkan limbah karung bekas sebanyak 10 kg dan lamantak yang tercecer akibat dari proses penyurahan sebanyak 10 kg. Limbah karung bekas yang dihasilkan pada proses ini dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Limbah karung bekas

b. Pelunakan

Proses penghancuran adalah proses pelunakan kembali pati sagu basah yang telah mengeras menggunakan air dan diaduk menggunakan *paddle* mekanik. Air yang ditambahkan untuk melakukan proses pelunakan sebanyak 9.600 liter dan menggunakan 0,5 kWh listrik. Pati sagu sebanyak 800 kg melalui proses pengadukan selama 3 - 4 jam, kemudian diendapkan. Setelah mengendap, air yang ada pada bak dibuang. Limbah yang dihasilkan dari proses ini adalah air sebanyak 4.800 L dan energi yang telah digunakan sebanyak 0,5 kWh.

c. Penyaringan

Proses penyaringan berfungsi untuk memisahkan bubur pati sagu dengan ampas sagu yang terdapat dalam pati sagu dengan sistem seperti melakukan pengayakan. Penyaringan ini dilakukan dengan bantuan saringan mekanis. Proses penyaringan menghasilkan sebanyak 100 kg ampas sagu, 200 L air limbah dan bubur pati sagu sebanyak 5.600 kg. Ampas sagu akan langsung dibuang dikarenakan tidak dapat digunakan untuk proses selanjutnya, sedangkan bubur pati sagu akan melewati proses selanjutnya.

d. Pengadukan dan pencucian bak II

Proses yang terjadi di Bak II ini adalah pencucian dan pengadukan kembali bubur pati sagu yang telah melewati proses penyaringan, proses ini menggunakan *paddle* yang telah dimodifikasi menggunakan dinamo. Bubur pati sagu sebanyak 5300 kg dicuci, diaduk selama 3-4 jam dengan air sebanyak 9.600L dan menggunakan 0,5 kWh listrik, kemudian diendapkan. Setelah air dibuang, bagian atas dari endapan tepung yang berwarna hitam disemprot menggunakan air sehingga tepung akan terpisah dari pengotor halus. Proses pengadukan dan pencucian dilakukan secara berulang-ulang sebanyak 5 kali, hal ini bertujuan untuk mendapatkan tepung sagu dengan kualitas yang baik. Total beban bak II selama tahap pencucian 1-5 berturut-turut yaitu 14.900 kg, 14.885 kg, 14.870 kg, 14.860 kg dan 14.850 kg. Setelah 5 kali pencucian tersebut bubur pati sagu yang dihasilkan sesuai standar sebanyak 10.045 kg. Limbah yang dihasilkan yaitu air pencucian total sebanyak 24.000 liter

air dan 55 kg debu dan pati yang ikut terbang saat penyemprotan air. Sedangkan energi total yang di keluarkan sebanyak 2,5 kWh.

e. Pemisahan air dan tepung

Proses ini bubur pati sagu yang sudah bersih dan putih sebanyak 10.045 kg masuk ke dalam alat *hydrator* untuk memisahkan tepung dan air. Tepung yang dihasilkan pada proses ini berupa remahan tepung dengan kadar air 30% diantarkan menggunakan alat *belt conveyer*. Proses ini menggunakan listrik sebanyak 0,5 kWh. Sedangkan limbah yang dihasilkan berupa 3 kg tumpahan tepung yang jatuh dari *belt conveyer* dan 7045 liter air. Tepung yang dihasilkan dari proses ini sebanyak 3.000 kg.

f. Pencacahan

Proses ini 3.000 kg tepung dengan kadar air 30 % dimasukkan ke *hammer mill*. Tepung dicacah dan diaduk-aduk dengan tujuan lebih merata dan dianginkan sebelum masuk oven. Energi yang diperlukan *hammer mill* sebesar 0,5 kWh. Limbah yang dihasilkan sebanyak 2 kg tumpahan tepung. Tepung yang akan masuk kedalam proses pengovenan sebanyak 2.998 kg.

g. Pengovenan

Sebanyak 2.998 kg tepung dimasukkan ke dalam oven berupa pipa raksasa yang meliuk-liuk berbentuk ular naga besar dengan suhu 200 – 300°C. Proses pengovenan ini tepung tidak langsung dimasukkan ke dalam oven, melainkan hanya mengambil uap panas dari oven yang menggunakan kayu sebagai bahan bakar. Hawa panas oven dihasilkan oleh tungku berbahan bakar kayu yang akan menghasilkan panas 400 – 500°C yang akan di salurkan ke dalam pipa pengovenan dan mengurangi kadar air hingga 12 – 13%. Oven akan memerlukan 100 kg kayu untuk membuat panas oven tetap stabil. Penyusutan berat tepung menjadi 650 kg. Limbah yang dihasilkan dari proses pengovenan yaitu 2.348 liter uap air, 20 kg abu pembakaran dan uap panas.

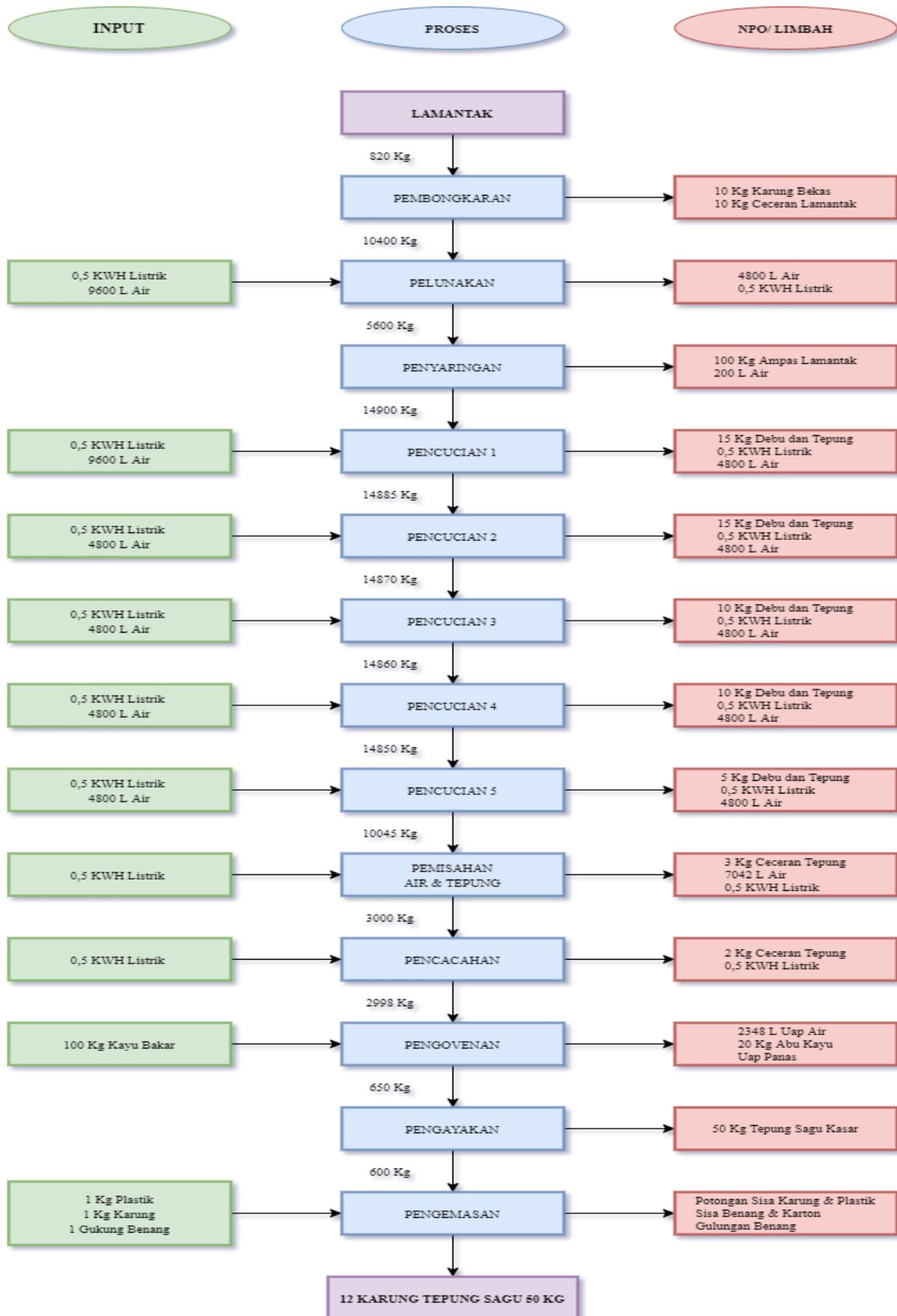
h. Pengayakan

Tepung sebanyak 650 kg yang telah dioven selanjutnya melewati alat *Vibrating wiremest 120*. Tepung akan diayak untuk memisahkan tepung halus dan yang kurang halus. Dari proses ini tepung sagu yang dihasil kan yaitu tepung sagu halus siap kemas sebanyak 600 kg dan 50 kg tepung sagu kasar yang nantinya akan diolah kembali. Tepung sagu halus akan tersimpan dalam penampung yang disebut *silo*.

i. Pengemasan

Setelah kering tepung sagu kering siap untuk di kemas ke dalam karung. Pemasaran menggunakan kemasan karung berkapasitas 50 kg. Sehingga tepung yang dihasilkan dalam proses ini sebanyak 12 karung tepung kemasan 50 kg. Dalam menjaga kualitas tepung, maka diperlukan double pengemasan, yaitu menggunakan plastik dibagian dalam dan karung dibagian luar. Plastik dan karung yang digunakan pada proses ini masing-masing sebanyak 1 kg, menghasilkan limbah yaitu potongan sisa karung & plastik serta dari sisa benang saat proses penjahitan karung.

Total volume timbulan limbah yang dihasilkan pada proses produksi tepung sagu meliputi limbah padat berupa 10 kg karung bekas, 10 ceceran lamantak, 100 kg ampas sagu, 60 kg ceceran tepung sagu, 20 kg abu sisa pembakaran dan 50 kg tepung sagu kasar. Limbah cair berupa air bekas sebanyak 36.042 liter. Volume timbulan limbah yang dihasilkan diperoleh dari total penjumlahan NPO (*Non Product Output*) atau limbah yang jika dijabarkan dapat dilihat di neraca massa pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Neraca massa pembuatan tepung sagu

3.2 Metode Produksi Bersih dan Minimalisasi Limbah yang Ditawarkan

Secara umum metode pengendalian lingkungan dalam produksi bersih ialah pengurangan dan memanfaatkan limbah yang masih memiliki nilai ekonomi (SCORE, 2013). Yuneke (2016) menyatakan bahwa metode pengendalian pencemaran lingkungan dapat dilakukan dengan prinsip 3R (*Reduce, Recovery, Recycle*). Prinsip 3R dilakukan dengan pembatasan timbulan limbah (*Reduce*), bahan-bahan yang masih mempunyai nilai ekonomi tinggi dari suatu limbah dikembalikan kedalam proses produksi (*Recovery*), dan mendaur ulang limbah untuk memanfaatkan limbah (*Recycle*). Gunawan dan Mahfuzh (2017) pengurangan yang dilakukan pada industri tepung sagu bertujuan untuk mengurangi dampak limbah ampas sagu, kulit batang sagu dan air buangan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi beban lingkungan dalam mendegradasi limbah. Penerapan prinsip 3R (*Reduce, Recovery, Recycle*) dalam produksi tepung sagu dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Metode produksi bersih dan minimalisasi limbah yang ditawarkan pada industri tepung sagu

No.	Proses Produksi	Metode Produksi Bersih yang Ditawarkan
1	Pembongkaran dan penyurahan	<ul style="list-style-type: none"> - Pemanfaatan limbah karung bekas yang bernilai ekonomi seperti kerajinan tangan. - Ceceran yang terjatuh saat proses ini dikumpulkan kemudian dimasukkan kembali ke dalam bak pelunakan. Metode ini dapat mengurangi limbah ceceran sagu hingga 10 kg.
2	Pelunakan dan Pengadukan Bak I	<ul style="list-style-type: none"> - Penghematan air dengan dibatasi dan terukur dalam penggunaan air. Metode yang dilakukan dengan memberi tanda batas air yang harus dimasukkan dalam bak pengadukan hingga bak mencapai volume 9.600 L. - Air sisa dari proses pengendapan tahap ini digunakan kembali untuk proses pelunakan produksi selanjutnya. Sehingga tahap ini dapat mengurangi penggunaan air banyak 4.800 L.
3	Penyaringan	<ul style="list-style-type: none"> - Pemanfaatan ampas yang tersaring dijual untuk pakan ternak bebek. Metode ini dapat mengurangi limbah ampas sagu hingga 100 kg.
4	Pengadukan dan Pencucian Bak II	<ul style="list-style-type: none"> - Pengerukan kotoran bagian atas pengendapan menggunakan sekop. - Pemanfaatan endapan bagian atas pencucian dijual sebagai pakan ternak bebek. Penjualan endapan ini dapat mengurangi limbah debu dan tepung hingga hingga 55 kg terhitung dari NPO/limbah terbentuk dari proses pencucian 1 – 5. - Penghematan air dengan dibatasi dan terukur dalam penggunaan air. Metode yang dilakukan dengan memberi tanda batas air yang harus dimasukkan dalam bak pengadukan hingga bak mencapai volume 9.600 L. - Pemanfaatan kembali air yang pada tahap pencucian 1 dan 2 untuk tahap pelunakan. Jumlah air yang dapat digunakan untuk tahap pelunakan sebanyak 9.600 L. - Pemanfaatan kembali air yang pada tahap pencucian 3 untuk tahap pencucian 1. - Pemanfaatan kembali air yang pada tahap pencucian 4 untuk tahap pencucian 2. - Pemanfaatan kembali air yang pada tahap pencucian 5 untuk tahap pencucian 3.

No.	Proses Produksi	Metode Produksi Bersih yang Ditawarkan
		– Tahap pencucian 1 - 5 mengurangi penggunaan air baru hingga 14.400 L.
5	Pemisahan Air dan Tepung	<ul style="list-style-type: none"> – Air yang dihasilkan dari proses ini digunakan kembali untuk proses pengadukan dan pencucian 4 dan 5 sebanyak 7.042 L. – Pemberian wadah dibawah mesin <i>Hydrator</i> untuk mewedahi tumpahan tepung. – Tumpahan tepung dikumpulkan dan diolah kembali pada produksi selanjutnya, dengan cara memasukkan kembali tumpahan tepung ke dalam bak pembongkaran dan penyurahan. Metode ini akan mengurangi limbah tumpahan tepung hingga 3 kg.
6	Pencacahan	<ul style="list-style-type: none"> – Pemberian wadah dibawah mesin <i>Belt Conveyor</i> untuk mewedahi tumpahan tepung. – Tumpahan tepung diolah kembali pada produksi selanjutnya, dengan cara memasukkan kembali tumpahan tepung ke dalam bak pembongkaran dan penyurahan. Metode ini akan mengurangi limbah tumpahan tepung hingga 2 kg.
7	Pengovenan	– Pemanfaatan abu kayu sisa pembakaran untuk di jual kembali untuk dijadikan abu gosok. Penjualan abu kayu pada proses ini akan mengurangi limbah abu kayu sebanyak 20 kg.
8	Pengayakan	– Tepung kasar dikumpulkan dan diolah kembali pada proses produksi selanjutnya. Tepung kasar yang telah dikumpulkan kemudian di masukkan kembali ke dalam bak pembongkaran dan penyurahan. Metode ini akan mengurangi pembentukan NPO/limbah tepung kasar hingga 50 kg dalam sekali produksi.

Metode produksi bersih dan minimalisasi limbah yang ditawarkan pada industri tepung sagu pada **Tabel 1** dapat mengurangi total volume timbulan limbah yang dihasilkan pada proses produksi tepung sagu. Total volume timbulan sampah yang akan terbentuk yaitu sisa potongan karung, sisa benang dan karton gulungan benang sisa pengemasan. Metode ini juga hanya akan menghasilkan limbah cair sekitar 5.000 liter dan menghemat penggunaan air bersih sebanyak 2.358 liter dari total kebutuhan air sekali produksi yaitu 38.400 liter.

Selain persaingan didunia industri dewasa ini juga memperhatikan aspek keselamatan pekerja dan peningkatan kepedulian pelaku industri terhadap dampak lingkungan (SCORE, 2013). Sehingga aspek keselamatan dan perlindungan lingkungan penting diterapkan pada industri tepung sagu. Metode yang ditawarkan untuk keselamatan dan perlindungan lingkungan pada industri tepung sagu dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Metode keselamatan dan perlindungan lingkungan yang ditawarkan pada indusri tepung sagu

No.	Aspek Perlindungan	Metode yang Ditawarkan
1	Kesehatan dan keselamatan kerja (K3)	Pemberian masker filter udara atau masker corong dan penutup kepala pekerja dan pemberian sarung tangan pada proses pengemasan.
2	Pencegahan pencemaran	Pengolahan limbah cair total yang tidak digunakan dari keseluruhan sebanyak 5.000 L. Sehingga diperlukan IPAL dengan kapasitas volume minimal 5.000 L.

4. Kesimpulan

Total volume timbunan limbah yang dihasilkan pada proses produksi tepung sagu meliputi limbah padat berupa 10 kg karung bekas, 10 ceceran lamantak, 100 kg ampas sagu, 60 kg ceceran tepung sagu, 20 kg abu sisa pembakaran dan 50 kg tepung sagu kasar. Limbah cair berupa air bekas sebanyak 36.042 liter. Beberapa peluang penerapan produksi bersih yang dapat dilakukan yaitu mengurangi penggunaan air cucian, menjual kembali limbah 10 karung bekas menjadi kerajinan tangan, mengumpulkan ceceran tepung sagu dan memasukkan kembali ceceran tepung dan tepung sagu kasar ke bak pembongkaran dan penyurahan, menjual 20 kg abu sisa pembakaran, menjual ampas sagu menjadi pakan ternak bebek dan mendaur ulang limbah cair produksi agar dapat digunakan pada proses produksi menggunakan IPAL dengan kapasitas minimal 5.000 liter. Metode yang ditawarkan akan menghemat penggunaan air bersih sebanyak 2.358 liter dari total kebutuhan air sekali produksi yaitu 38.400 liter.

Daftar Pustaka

- Banu, J. R.; Kaliappan, S., dan Beck, D. 2006. Treatment of Sago Wastewater Using Hybrid Anaerobic Reactor. *Water Qual. Res. J.* Vol. 41 (1).
- Botanri, S.; Setiadi, D., Guhardja, E.; Qayim, I., dan Prasetyo, L.B. 2011. Studi Ekologi Tumbuhan Sagu (*Metroxylon sp*) dalam Komunitas Alami di Pulau Seram, Maluku. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman.* Vol. 8 (3).
- Fauzi, A.M.; Rahmawakhida, A., dan Hidetoshi, Y. 2008. Kajian Strategi Produksi Bersih di Industri Kecil Tapioka: Kasus Kelurahan Ciluar, Kecamatan Bogor Utara. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian.* Vol. 18 (2).
- Fitriyanti, R. 2016. Penerapan Produksi Bersih pada Industri Pulp dan Kertas. *Jurnal Redoks.* Vol. 1 No. 2.
- Gunawan dan Mahfuzh, M. 2017. Pengolahan Ampas Sagu Menjadi Kompos dan Kue Kering dari Tepung Sagu. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (MEDITEG).* Vol. 2 (1).
- Nusaibah; Suhesti, E., dan Ratnaningsih, A.T. 2018. Produktivitas dan Kualitas Sagu pada Proses Pengolahan Secara Mekanis dan Semi Mekanis di Kec. Merbau Kab. Kepulauan Meranti. *Wahana Forestra : Jurnal Kehutanan.* Vol. 13 (2).
- SCORE. 2013. *Produksi Bersih Meningkatkan Produktivitas : Modul Tiga.* Jakarta : ILO.
- Sumadi dan Hermanuadi, D. 2017. Penerapan Teknologi Produksi Bersih (*Cleaner Production*) Untuk Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Kacang Oven pada Agroindustri “UD. Rajawali” Kabupaten Jember. *Jurnal Pengabdian Masyarakat J-Dinamika.* Vol. 2 (1).
- Susilo, J. 2016. Identifikasi Jenis dan Persentase Biaya *Non Product Output* (NPO), Efisiensi Produksi Melalui Penerapan Eko-Efisiensi pada Produksi Tahu Tradisional di Desa Banyuraden, Kecamatan Gamping Kabupaten Sleman. *Jurnal Teknologi Kesehatan.* Vol. 12. (2).
- Wangling, D. A.; Ratfiandini, R.N.; Setyawan, H., dan Affandi, S. 2013. Desain Pabrik Pengolahan Tepung Sagu. *Jurnal Teknik Pomits.* Vol. 2 (1).
- Wiharja. 2018. Implementasi Produksi Bersih untuk Peningkatan Efisiensi Industri. *Prosiding Seminar Nasional dan Konsultasi Teknologi Lingkungan.*
- Yuneke, V. 2016. Penerapan Prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) dalam Pengelolaan Sampah Sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran Lingkungan di Kabupaten Bantul. *Skripsi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.*