

Pengolahan Sampah Kertas Menjadi Bahan Baku Industri Kertas Bisa Mengurangi Sampah di Indonesia

Achmad Zaky Dwi Saputra¹⁾, Ah. Sulhan Fauzi²⁾

^{1, 2)}Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹⁾ zakysaputra248@gmail.com, ²⁾ sulhanfauzi@unpkediri.ac.id

Abstrak

Sampah menjadi masalah aktual yang dihadapi Indonesia seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Kertas merupakan salah satu limbah yang paling banyak dihasilkan. Indonesia menghasilkan 67,8 juta ton sampah setiap tahunnya. Dan menghasilkan 8,1 juta ton sampah kertas pertahunnya. Volume sampah kertas setiap 2 tahun meningkat 1 %. Sampah kertas dapat di daur ulang oleh industri kertas. Dengan adanya penelitian ini, pengelolaan sampah kertas dijadikan bahan baku industri kertas dengan memanfaatkan serat yang terkandung dalam sampah kertas. Dalam upaya ini dapat diketahui bahwa pengelolaan sampah daur ulang ini dapat mengurangi sampah di Indonesia hingga 10,2% pertahunnya. Dengan mendaur ulang sampah kertas, kita menjaga keseimbangan alam dan mencegah pemanasan global.

Kata Kunci: Daur ulang; Industri kertas; Sampah kertas

Abstract

Garbage is an actual problem faced by Indonesia along with the increasing population. Paper is one of the most generated wastes. Indonesia produces 67.8 million tons of waste annually. And produces 8.1 million tons of paper waste annually. The volume of paper waste every 2 years increases by 1%. Paper waste can be recycled by the paper industry. With this research, the management of paper waste is used as a raw material for the paper industry by utilizing the fiber contained in paper waste. In this effort it can be see that recycling waste management can reduce waste in Indonesia by up to 10.2% per year. By recycling paper waste, we maintain the balance of nature and prevent global warming.

Keywords: Paper waste; Paper industry; Recycling.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan sampah di Indonesia merupakan masalah yang belum terselesaikan hingga saat ini [1]. Pengelolaan sampah di Indonesia telah menjadi masalah serius karena pertumbuhan penduduk berdampak pada peningkatan timbunan sampah. Jumlah sampah semakin meningkat dari tahun ke tahun.

Peningkatan sampah tidak hanya disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk, tetapi juga peningkatan aktivitas ekonomi dan demografi [2].

Beberapa faktor yang mempengaruhi pengolahan sampah yang dianggap sebagai penghambat sistem adalah penyebaran dan kepadatan penduduk, sosial ekonomi dan karakteristik lingkungan fisik, sikap, perilaku serta budaya yang ada di masyarakat [3]. Sampah yang berasal dari pemukiman/tempat tinggal dan daerah komersial, selain terdiri atas sampah organik dan anorganik, juga terdapat sampah yang berkategori B3. Bagian organik sebagian besar terdiri atas sisa makanan, kertas, kardus, plastik, tekstil, karet, kulit, kayu, dan sampah kebun. Bagian anorganik sebagian besar terdiri dari kaca, tembikar, logam, dan debu [4].

Kertas adalah salah satu limbah yang paling banyak dihasilkan oleh manusia, baik yang dihasilkan oleh rumah tangga maupun sekolah dan perkantoran. Limbah kertas menjadi salah satu masalah yang serius di bumi ini. Sampah kertas di Indonesia mencapai 12,02%. Pada umumnya kertas berbahan dasar dari alam dan biasanya dari pepohonan. Maka semakin kita banyak mempergunakan kertas maka semakin cepat pula bumi ini penuh dengan rusak karena keseimbangan alamnya terganggu. Dengan mendaur ulang kertas bekas, kita dapat menjaga keseimbangan alam dan mencegah pemanasan global [5].

Kertas terbuat dari selulosa yang terdapat pada kayu. Semakin banyak kebutuhan kertas maka semakin banyak kayu yang dibutuhkan sehingga semakin banyak pula pohon yang harus ditebang dan mengakibatkan kerusakan lingkungan [6]. Kebutuhan kertas dalam jumlah besar tidak hanya mendorong produksi industri kertas, tetapi juga menimbulkan berbagai masalah lingkungan seperti pohon tumbang di hutan, sampah, air dan masalah lingkungan seperti polusi udara [7].

Metode daur ulang kertas dapat digunakan sebagai solusi pemanfaatan kertas bekas agar dapat mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan. Hingga saat ini sampah kertas masih dipandang sebagai limbah lingkungan yang tidak berguna dan banyak menumpuk [8]. Daur ulang adalah salah satu strategi pengelolaan sampah padat yang terdiri atas kegiatan pemilahan, pengumpulan, pemrosesan, pendistribusian dan pembuatan produk / material bekas pakai, dan komponen utama dalam manajemen sampah modern dan bagian ketiga adalah proses hierarki sampah 3R (*Reuse, Reduce, and Recycle*) [9].

Isu pelestarian lingkungan mendorong pemanfaatan lebih banyak kertas bekas. Beberapa pabrik kertas produsen kertas pelapis di Indonesia telah menggunakan 100% kertas bekas [10]. Mendaur ulang sampah dapat membantu menanggulangi jumlah limbah kertas yang semakin besar. Dengan usaha daur ulang akan mendapatkan manfaat berupa berdirinya industri daur ulang sampah dan pemberdayaan masyarakat bawah [11].

Kertas merupakan produk yang berasal dari pemanfaatan selulosa sebagai bahan bakunya. Kertas dapat dibuat dari semua bahan setengah jadi (*pulp*) [12]. *Pulp* adalah bahan berserat yang merupakan produk antara dalam pembuatan kertas dan karton. Bahan baku untuk *pulp* adalah bahan berselulosa seperti *wood* dan *non wood* [13]. Selulosa adalah senyawa organik yang banyak dan melimpah di alam yang pada umumnya terdapat pada kayu [14]. Selulosa adalah senyawa organik penyusun utama dinding sel tumbuhan. Adapun sifat dari selulosa adalah berbentuk senyawa berserat, mempunyai tegangan tarik yang tinggi, tidak larut dalam air, dan pelarut organik [15].

Sampah kertas dapat dimanfaatkan kembali melalui memakai kembali (*reuse*) dan didaur ulang (*recycle*). Sehingga perlu dilakukan studi daur ulang sampah kertas untuk dapat memberikan rekomendasi kepada pemerintah kota untuk melakukan pengelolaan yang tepat dan dapat mengefisienkan sumber daya alam dan meminimalisir dampak buruk terhadap lingkungan yang akan terjadi [16].

Proses pembuatan kertas melalui dua tahap pengolahan. Tahap pertama yaitu pengolahan barang setengah jadi, yakni proses sejak dari penghancuran kayu hingga menjadi bubur kayu (*pulp*). Tahap kedua adalah pembuatan barang jadi yakni proses pengolahan bubur kayu (*pulp*) menjadi kertas siap pakai [17]. Kertas merupakan bagian integral dari kehidupan manusia dan terus berkembang dalam bentuknya yang sekarang. Akibatnya, industri kertas berkembang pesat di Indonesia dan di seluruh dunia. Permintaan kertas di seluruh dunia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Oleh karena itu, industri kertas menggunakan kertas daur ulang sebagai bahan baku yang mengandung serat selulosa, dan penggunaan bahan pembuatan kertas menggunakan kombinasi serat panjang dan pendek untuk membuat kertas yang tahan lama dan halus [18].

Industri *pulp* dan kertas merupakan salah satu industri yang dapat menunjang perekonomian nasional. Kegiatan utama dalam industri *pulp* dan kertas adalah proses *pulping* (proses pembuatan bubur kertas) dan proses *bleaching* (proses pemutihan bubur kertas) [19]. Pencemaran lingkungan oleh sampah berdampak buruk bagi manusia maupun lingkungan seperti tanah dan udara. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah sampah diperlukan penanganan atau pengendalian yang baik [20].

Suksesnya pengelolaan sampah, bukan hanya didasarkan pada aspek teknis saja, tetapi juga mencakup aspek-aspek nonteknis. Untuk menjalankan sistem pengelolaan yang baik, perlu melibatkan berbagai disiplin ilmu, seperti teknik sipil, perencanaan kota, ekonomi, kesehatan masyarakat, sosiologi, komunikasi, konservasi, dan lain-lain [21]. Upaya mengandalkan kertas daur ulang ini juga mengurangi penebangan pohon dari hutan secara signifikan. Dengan mengolah bahan baku kertas daur ulang, *sustainibility* proses produksi juga lebih terjamin [22]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengelolaan sampah kertas daur ulang bisa mengurangi sampah di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Data primer dilakukan dengan melakukan wawancara dengan responden. Responden dalam penelitian ini adalah karyawan industri kertas yang menangani bahan baku pembuatan kertas. Data sekunder diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), serta literatur-literatur lainnya yang relevan seperti artikel, website dan karya ilmiah lainnya. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Komposisi Sampah Berdasarkan Jenisnya

Berdasarkan sumber dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan didapatkan hasil data komposisi timbunan sampah berdasarkan jenisnya seperti yang terlihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data presentase komposisi dan jenis sampah

Jenis Sampah	Tahun		
	2016	2018	2020
Sisa Makanan	40%	44%	40%
Plastik	16%	15%	17%

Kayu/Ranting/Daun	17%	13%	14%
Kertas	10%	11%	12%
Logam	4%	2%	3%
Karet/Kulit	2%	2%	2%
Kain/Tekstil	3%	3%	3%
Kaca	2%	2%	2%
Lainnya	6%	8%	7%

Dari data tabel diatas diketahui jenis dan presentase volume sampah yang ada di Indonesia. Menurut Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2020 Indonesia menghasilkan 67,8 juta ton sampah. Volume sampah yang dihasilkan dipengaruhi oleh: Jumlah penduduk, Jenis kegiatan penduduk, kepadatan penduduk, serta tingkat ekonomi penduduk. Sumber terbesar sampah di Indonesia berasal dari aktivitas rumah tangga, karena semua kegiatan manusia menimbulkan sampah [23] [24].

b. Sampah Kertas

Berdasarkan sumber data dari tabel 1, terlihat jelas bahwa pada tahun 2016 hingga 2020, volume sampah kertas mengalami peningkatan setiap tahunnya. Data tersebut mampu disusun dalam sebuah grafik presentase volume sampah kertas sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik presentase sampah kertas.

Dari grafik diatas diketahui sampah kertas mengalami peningkatan volume setiap tahunnya, sehingga perlu perlakuan daur ulang untuk mengatasi volume sampah kertas yang terus meningkat. Di Indonesia banyak industri kertas yang memproduksi kertas bernilai jual dengan menggunakan bahan baku utama sampah kertas.

Sampah kertas menjadi salah satu bahan baku industri daur ulang dikarenakan mudah didapat, harga yang murah, serta ramah lingkungan. Sampah kertas jenisnya bermacam-macam, misalnya kertas HVS (kertas computer, kertas kantor dan kertas tulis), kertas kraft karton, kertas berlapis plastik, dan sebagainya.

Tabel 2. Volume sampah kertas tahun 2020.

Tahun	Volume sampah pertahun	Volume sampah kertas pertahun	Volume sampah kertas perhari
2020	67.800.000 ton	8.149.560 ton	22.327 ton

Volume sampah kertas di Indonesia pada tahun 2020 menghasilkan 8.149.560 ton dan menghasilkan 22.327 ton perharinya. Nilai tersebut sangatlah tinggi, sehingga perlu penanganan untuk mengurangi volume sampah di Indonesia.

c. Jenis Bahan Baku Kertas Dalam Industri Kertas

Dalam industri kertas yang menggunakan bahan baku sampah kertas, memiliki penggolongan bahan baku beberapa jenis. Hal tersebut ditujukan untuk mempermudah industri dalam pemilihan bahan baku sesuai dengan produksi kertas yang diinginkan. Kertas memiliki tiga jenis serat didalamnya yaitu: serat *short*, serat *long*, dan *very long*. Serat tersebut juga memiliki fungsi sendiri sendiri. Serat *short* berfungsi untuk mengatur formasi atau kerataan kertas. Serat *long* dan serat *very long* berfungsi untuk ketahanan atau kekuatan kertas. Jenis jenis bahan baku sampah kertas dalam industri kertas:

- 1) OCC (*Old Corrugated Container*)
- 2) NDLK (*New Double Line Kraft Paper*)
- 3) BBC (*Box Board Cutting*)
- 4) KCB (*Kraft Cutting Board*)
- 5) *Mixed Waste*
- 6) ONP (*Old News Paper*)
- 7) OMG (*Old Magazine Paper*)
- 8) MOW (*Mixed Office Waste*)
- 9) SWL (*Short White Liner*)

**Gambar 2. Bahan baku sampah kertas**

d. Bahan Pembuatan Kertas

Bahan pembuatan kertas terdiri dari dua komponen yaitu: bahan baku utama dan bahan baku penunjang. Bahan baku utama adalah bahan baku inti yang terdapat serat seperti sampah kertas dan pohon. Sedangkan bahan baku penunjang adalah

bahan yang diperlukan dalam proses pembuatan kertas. Bahan baku penunjang tersebut sebagai berikut:

- 1) Air, digunakan sebagai pelarut dan pencuci. Air sangat dibutuhkan dalam pembuatan kertas.
- 2) *Chemical* (bahan kimia), bahan kimia tersebut adalah:
 - a) *Natrium Hidroksida* (NaOH) digunakan untuk proses *sweeling agent* (melembutkan serat) agar ikatan serat dengan tinta melemah. Hal ini diperlukan karena bahan baku yang digunakan adalah sampah kertas.
 - b) *Hidrogen Peroksida* (H_2O_2) digunakan untuk *buffer* (menstabilkan PH)
 - c) *Natrium Silikat* (H_2SiO_3) digunakan untuk *bleaching agent* (memutihkan serat). Hal ini diperlukan untuk memproduksi kertas putih sebab bahan baku setelah melawati proses tidak memiliki berwarna.
- 3) Tepung Tapioka, digunakan untuk penghalusan pada permukaan kertas.

e. Proses Pembuatan Kertas Daur Ulang

Industri *pulp* dan kertas merupakan salah satu industri non-migas yang penting dalam mendukung perekonomian nasional [25]. Dalam industri kertas yang menggunakan bahan baku sampah kertas harus melalui dua tahap pengolahan. Tahap pertama yaitu pengolahan barang setengah jadi, yakni proses dari bahan baku menjadi serat bubur (*pulp*) tahap ini menggunakan mesin SP (*Stock Preparation*). Proses kedua yaitu proses pembuatann barang jadi, yakni proses pengolahan serat bubur (*pulp*) menjadi kertas siap pakai, tahap ini menggunakan mesin PM (*Paper Machine*). Kedua tahap tersebut diuraikan sebagai berikut :

- 1) Proses Pada Mesin *Stock Preparation* (SP)



Gambar 3. Mesin *stock Preparation*

Pengolahan bahan baku terjadi pada mesin SP, pertama-tama bahan baku akan masuk kedalam mesin *hidropulper*, mesin ini digunakan untuk menghancurkan bahan baku menjadi bubur dengan konsistensi 15% dengan proses *pulping time* 50 menit di dalam *hidropulper* tersebut.

Setelah mencapai waktu tertentu maka buburan akan di transfer kedalam *chest* (bak penampungan buburan) melalui saringan, setelah itu buburan dengan konsistensi tertentu dipompakan ke mesin HDC (*High Density Cleaner*) untuk pemisahan kotoran berat. Didalam alat ini terjadi putaran dengan tekanan atau *pressure* tertentu sehingga perputaran buburan dalam alat tersebut akan kuat yang mengakibatkan buburan melayang-layang dalam alat sehingga kotoran-kotoran yang lebih berat daripada serat akan turun kebawah. Sedangkan serat yang lebih ringan akan berputar keatas dan dimasukkan kedalam *chest* penampungan.

Proses selanjutnya buburan akan melalui proses pemisahan dengan kotoran yang ukurannya lebih besar daripada serat. Seperti plastik, seterofoam, yang belum hancur dari pengolahan dipulper dan lolos dari saringan pada tahap sebelumnya. Sehingga pada proses ini benda yang memiliki lebih besar dari serat tidak akan ikut pada serat buburan.

Buburan sudah melewati proses pembersihan dari kotoran akan ditampung dichest dan akan dialirkan ke DDR (*Double Disc Refiner*). Disini buburan mengalami perlakuan penggilingan yang bertujuan untuk membuka serat. Diharapkan serat yang terfibrilasi sehingga rantai-rantai dari serat tersebut menjerumbai terbuka, sehingga dalam pembentukan lembaran kertas akan saling berkaitan dengan kuat.

Kemudian pencampuran *chemical* dengan buburan yang dilakukan dengan perbandingan atau komposisi tertentu untuk mendapatkan kualitas kertas yang diinginkan. Setelah proses pencampuran selesai maka buburan akan dipompakan ke *machine chest*. Disinilah pengecekan terakhir buburan tersebut sebelum dipompa ke *paper machine*.

2) Proses Pada *Paper Machine*



Gambar 4. Mesin *Paper Machine*

Sebelum proses pembuatan kertas, buburan yang telah bersih dimasukkan kedalam mesin *Mixing Chest* yang telah diisi dengan bahan penunjang dan air. Setelah itu buburan akan diterbakan oleh mesin *head box* diatas *wire* dengan lebar yang diinginkan. Buburan yang sudah diatas *wire* akan melewati beberapa *roll press* dan *roll vacuum* yang bertujuan untuk mengurangi kadar air dan mencetak kertas.

Setelah melewati *roll press* dan *roll vacuum* kadar air dalam kertas mencapai 55-58%. Lalu hasilnya akan masuk ke bagian pengering (*dryer*). Pengeringan menggunakan roll yang diberi uap panas (*steam*). Kemudian kertas akan diberi bahan baku penunjang berupa tepung tapioka yang berfungsi untuk kerataan dan kelembutan pada permukaan kertas, kertas akan dikeringkan lagi dengan *roll dryer* hingga kadar air dalam kertas mencapai 7-8%. Kemudian kertas digulung pada mesin *popre reel* sehingga berbentuk gulungan kertas besar. Proses terakhir gulungan kertas besar akan masuk pada mesin *rewinder*, mesin ini berfungsi untuk menggulung dan memotong kertas sesuai dengan yang diinginkan.

f. Perhitungan Sampah Kertas Menjadi Kertas Jadi

Dalam industri kertas, bahan baku memiliki nilai *loss*, dikarenakan bahan baku yang digunakan sampah kertas, terdapat campuran sampah lain yang tidak dapat diolah menjadi kertas jadi. *Loss* bahan baku adalah jumlah dari bahan yang keluar dari proses system pembuangan (*detrasing system*) dibandingkan jumlah material yang masuk ke proses. Jadi tidak semua sampah kertas dapat diproses, karena pada dasarnya bahan baku meemiliki sampah yang tidak dapat diolah seperti; pasir, batu, plastic, lem, dll.

Dalam industri kertas, bahan baku dari sampah kertas memiliki asumsi *loss* sebanyak 15%. Jadi hanya 85% sampah kertas yang dapat diolah menjadi kertas bernilai jual. Dalam setahun Indonesia menghasilkan 8.149.560 ton. Maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Proses produksi} &= \text{Total bahan baku} \times (\text{presentase sampah kertas yang dapat diolah}) \\
 &= 8.149.560 \text{ ton} \times 85\% \\
 &= 6.927.126 \text{ ton} \\
 \text{Bahan baku } loss &= \text{Total bahan baku} \times (\text{presentase asumsi } loss) \\
 &= 8.149.560 \times 15\%
 \end{aligned}$$

$$= 1.222.434 \text{ ton}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa sampah kertas di Indonesia dapat berkurang sebanyak 6.927.126 ton pertahun.

g. Presentase Sampah Setelah Daur Ulang

Di Indonesia menghasilkan 67,8 Ton sampah pertahunnya, jika sampah kertas diolah menjadi kertas jadi/bernilai jual, maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume sampah} &= \text{Jumlah total sampah} - \text{Jumlah sampah yang dapat diolah} \\ &= 67.800.000 \text{ ton} - 6.927.126 \text{ ton} \\ &= 60.872.874 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Presentase pengurangan sampah} &= \frac{(\text{jumlah sampah yang dapat diolah})}{(\text{jumlah total sampah})} \times 100\% \\ &= \frac{6.927.126 \text{ ton}}{67.800.000 \text{ ton}} \times 100\% \\ &= 10,2\% \end{aligned}$$

Dalam pengelolaan sampah kertas daur ulang dapat mengurangi volume sampah di Indonesia hingga 10,2% pertahunnya.

4. KESIMPULAN

Pengolahan sampah kertas di Indonesia dapat didaur ulang dengan memanfaatkannya menjadi sumber utama bahan baku industri kertas. Indonesia menghasilkan 67,8 juta ton, dengan volume sampah kertas yang terus meningkat setiap tahunnya. 8,1 juta ton sampah kertas, 85% nya dapat didaur ulang menjadi kertas bernilai jual. Dengan Analisa ini dapat diketahui bahwa dengan mendaur ulang sampah kertas dapat mengurangi sampah di Indonesia hingga 10,2% setiap tahunnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Purwaningrum, "Upaya Mengurangi Timbunan Sampah Plastik Di Lingkungan," *Teknik Lingkungan*, p. 142, 2016.
- [2] R. P. Mahyudin, ""Kajian Permasalahan Pengelolaan Sampah dan Dampak Lingkungan Di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir)," *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, p. 67, 2017.

- [3] M. Z. Elamin, K. N. Ilmi and dkk, "Analisis Pengelolaan Sampah Pada Masyarakat Desa Disanah Kecamatan Sreseh Kabupaten Sampang," *Kesehatan Lingkungan*, p. 369, 2018.
- [4] E. Damanhuri and T. Padmi, "Pengelolaan Sampah," *Diktat Kuliah TL-3104*, p. 7, 2010.
- [5] M. Arfah, ""Pemanfaatan Limbah Kertas Menjadi Kertas Daur Ulang Bernilai Tambah Oleh Mahasiswa", " *Buletin Utama Teknik*, p. 28, 2017.
- [6] Mufridayati, S. Humaidi and T. R. Simbolon, "Pembuatan Dan Karakterisasi Kertas Dari Campuran Serat Jambul Nanas Dan Serat Jerami Padi," 2013. [Online]. Available: <https://www.neliti.com/publications/221262/pembuatan-dan-karakterisasi-kertas-dari-campuran-serat-jambul-nanas-dan-serat-je>.
- [7] A. R. Ahmad and K. A. Saftyaningsih, ""Pemanfaatan Hasil Pengolahan Limbah Kertas Pada Produk Tas Dengan Tenik Folding", " *Jurnal Tingkat Sarjana Bidang Senirupa dan Desain*, p. 1.
- [8] M. I. Tobroni and D. Gayatri, "Pemanfaatan Hasil Limbah Kertas Pada Tugas Mata Kuliah Praktik Desain Komunikasi Visul Universitas Bina Nusantara," *Dimensi DKV Seni Rupa dan Desain*, p. 176, 2018.
- [9] S. Setiawan, "Pengertian Daur Ulang, Jenis dan serta Contohnya," 12 Maret 2022. [Online]. Available: <https://www.gurupendidikan.co.id/daur-ulang/>.
- [10] R. Masriani, T. Hidayat and Jamaludin, "Teknologi Biorefining Untuk pengolahan kertas Bekas Sebagai Bahan Baku Pada Pembuatan Kertas Pelapis," *Riset Industri*, p. 206, 2013.
- [11] S. Wahyono, ""Pengelolaan Sampah Kertas Di Indonesia", " *Jurnal Teknologi Lingkungan*, p. 276, 2001.
- [12] E. Apriani and J. A. Malik, "Pembuatan Kertas Daur Ulang Dari Limbah Serat Kelapa Muda," 2019. [Online].
- [13] D. F. B. Tarigan, M. Sembiring and P. Sinuhaji, "Pembuatan dan Karakterisasi Kertas Dengan Bahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit," 2013. [Online]. Available: <https://www.neliti.com/publications/221390/pembuatan-dan-karakterisasi-kertas-dengan-bahan-baku-tandan-kosong-kelapa-sawit>.
- [14] A. H. Putri, F. Y. Hawari, N. E. Mudia and N. H. Hasibuan, "Kajian Industri Pulp dan Kertas di Indonesia," 2019. [Online]. Available: <https://osf.io/dctny/download>.

- [1 Y. A. Paskawati, Susyana, Antaresti and E. S. Retnoningtyas, "Pemanfaatan
5] Sabut Kelapa Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas Komposit Alternatif,"
Widya Teknik, p. 13, 2010.
- [1 R. Aziz and S. Nitri, "Studi Daur Ulang Sampah Kertas dari Sumber Institusi
6] di Kota Padang," *Dampak*, p. 77, 2018.
- [1 Parjanto and O. Hijuzaman, "Analisa Proses Produksi Kertas Core Untuk
7] Mengurangi Sheet Break/Kertas Putus Dengan Menggunakan Pendekatan
Metode Six Sigma di PT. PAPERTECH INDONESIA SUBANG," 2017.
[Online]. Available:
<https://sinta.kemdikbud.go.id/departments/detail?page=4&id=26201&afil=1553&view=documents>.
- [1 B. Sanchez, R. Wirosuedarmo and B. Suharto, ""Analisis Finansial Sampah
8] Kertas Di Universitas Brawijaya"," *Jurnal Sumberdaya Alam dan
Lingkungan*.
- [1 R. Fitriyanti, "Penerapan Produksi Bersih Pada Industri Pulp Dan Kertas,"
9] 2016. [Online]. Available: [https://jurnal.univpgri-
palembang.ac.id/index.php/redoks/article/view/2025](https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/redoks/article/view/2025).
- [2 Hariyanto, "Pengelolaan Sampah Di Kota Semarang Untuk Menuju Kota
0] Bersih," *Geografi*, p. 240, 2014.
- [2 Y. Hendra, "Perbandingan Sistem Pengelolaan Sampah Di Indonesia dan
1] Korea Selatan : Kajian 5 Aspek Pengelolaan Sampah," *Aspirasi*, p. 79, 2016.
- [2 G. N. Purba, "Fajar Paper Gunakan 100% Kertas Daur Ulang sebagai Bahan
2] Baku," 1 Maret 2021. [Online].
- [2 H. H. Salengke , ""Pemerintah Dorong Pengurangan Sampah dari
3] Sumbernya"," 21 February 2019. [Online]. Available:
[https://m.mediaindonesia.com/humaniora/218261/pemerintah-dorong-
pengurangan-sampah-dari-sumbernya](https://m.mediaindonesia.com/humaniora/218261/pemerintah-dorong-pengurangan-sampah-dari-sumbernya). [Accessed 4 January 2022].
- [2 M. A. Rizaty, ""Mayoritas Sampah Nasional dari Aktivitas Rumah Tangga
4] pada 2020"," 29 July 2021. [Online]. Available:
[https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/07/29/mayoritas-sampah-
nasional-dari-aktivitas-rumah-tangga-pada-2020](https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/07/29/mayoritas-sampah-nasional-dari-aktivitas-rumah-tangga-pada-2020). [Accessed 4 January 2022].
- [2 L. Indriati and N. Elyani, "Empty Fruit Bunches As Packaging Papers Raw
5] Material," *Konversi*, p. 46, 2018.