

Chemical Kinetics Pulp Production in the paper Industry: A Review

Kinetika Kimia Dalam Produksi Pulp Pada Industri Kertas: Tinjauan

Reza Meilinda, Putri Amelia Ningsih, Dian Anggraini, Hilfi Pardi*

*Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji
Jl. Raya Dompok, Kec. Bukit Bestari, Kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau 29115, Indonesia*

*Corresponding author: hilfipardi@umrah.ac.id

Diterima: 22 Juni 2023, Direvisi: 29 Juni 2023, Diterbitkan: 30 Juni 2023

Abstract

The demand for paper in Indonesia continues to increase, while the raw materials for making paper are running low. The large demand for paper encourages the paper industry to speed up the paper-making process and look for alternative raw materials that can be used. This paper was created with the aim of summarizing prior research that has been conducted in order to make it easier for readers and to add insight regarding whether there is an application of chemical kinetics in reaction rates in accelerating the pulp production process (pulp) in the paper industry using wood and non-wood raw materials. This research review uses a comparative method by collecting various sources using databases from Google Scholar and PubMed, both national and international journals. The results of the study show that in pulp production in the paper industry, the principle of chemical kinetics is applied, namely the rate of reaction. The reaction rate factor that most influences the speed of pulp production made from wood and non-wood is the surface area (m^2) followed by the influence of concentration and temperature variables during the pulp cooking.

Keywords: *Pulp, wood and non-wood materials, Chemical kinetics, Chemical reaction*

Abstrak

Permintaan kertas di Indonesia terus mengalami peningkatan, sementara bahan baku pembuatan kertas mulai menipis. Banyaknya permintaan kertas mendorong industri kertas untuk dapat mempercepat proses pembuatan kertas dan mencari alternatif bahan baku lainnya yang dapat digunakan. Tulisan ini dibuat dengan tujuan untuk meringkas penelitian terdahulu yang telah dilakukan agar mempermudah pembaca dan untuk menambah wawasan terkait apakah ada penerapan kinetika kimia yaitu laju reaksi dalam mempercepat proses produksi pulp (bubur kertas) pada industri kertas menggunakan bahan baku kayu maupun non-kayu. Tinjauan penelitian ini menggunakan metode komperatif dengan mengumpulkan berbagai sumber menggunakan database dari *google scholar* dan *pubmed* baik jurnal nasional maupun internasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam produksi pulp pada industri kertas menerapkan prinsip dari kinetika kimia yaitu laju reaksi. Faktor laju reaksi yang paling mempengaruhi kecepatan produksi pulp berbahan baku kayu dan non-kayu adalah luas permukaan (m^2) diikuti variabel pengaruh konsentrasi dan temperatur pada saat pemasakan pulp.

Kata kunci: Pulp, Bahan kayu dan non-kayu, Kinetika kimia, Laju reaksi kimia.

PENDAHULUAN

Industri kertas dan pulp ialah salah satu segmen industri kimia termasuk kedalam industri utama di Indonesia. Indonesia juga merupakan penghasil kertas dan pulp terbesar berada di urutan ke-3 dunia. Kertas digunakan untuk komunikasi nonverbal dalam berbagai konteks. Indonesia yang penduduknya berjumlah 275.773.800 ribu jiwa (sensus tahun 2022, Badan Pusat Statistik) menjadikan negara konsumtif dalam hal penggunaan kertas. Kebutuhan informasi dan hiburan di Indonesia terus berkembang sebagai negara berkembang. Kertas digunakan oleh khalayak ramai dengan segala faktornya. Akibatnya, bisnis pembuatan kertas di Indonesia berkembang seiring dengan meningkatnya permintaan kertas. Bahan baku yang digunakan juga mulai bervariasi dari bahan baku kayu sampai nonkayu. Dalam mempercepat pembuatan kertas, bahan baku pembuat kertas dibuat menjadi bubur kertas (pulp) terlebih dahulu.

Pulp merupakan produk akhir pengolahan serat yang berasal dari bahan baku dengan menggunakan berbagai prosedur pembuatan (mekanik, semi kimia, dan kimia). Pulping merupakan proses pembuatan kertas dimana melibatkan pemisahan serat dari sumber lignoselulosa seperti kayu atau serat tanaman lainnya. Metode ini melibatkan penguraian bahan mentah menjadi serat-serat kecil,

selanjutnya digunakan untuk menghasilkan bermacam jenis kertas dan produk kertas lainnya.

Cabang kimia yang dikenal sebagai kinetika kimia mempelajari reaksi cepat dari reaksi kimia yang dapat terjadi. Para ilmuwan sudah meneliti bermacam-macam reaksi kimia, termasuk reaksi kimia yang terjadi sangat cepat dan dengan tempo yang singkat. Besarnya laju reaksi menyatakan laju reaksi kimia (Suarsa, 2017).

Perubahan konsentrasi reaksi adalah pengertian asal laju reaksi. Laju reaksi memiliki satuan molar per detik (m/s). Reaksi kimia terbentuk melalui arah reaktan menuju produk, dan sepanjang reaksi kimia, reaktan dikonsumsi melalui cara yang sama seperti pembentukan sejumlah produk reaksi. Laju reaksi dilihat pada sisi penarikan konsentrasi reaktan dan peningkatan konsentrasi produk (hasil reaksi).

Kinetika kimia membahas terkait perubahan laju reaksi yang disebabkan oleh variabel tertentu seperti luas permukaan, konsentrasi, temperatur, dan katalis. Pada tinjauan ini variabel yang menjadi fokus utama adalah luas permukaan, konsentrasi, dan temperatur. Variabel tersebut diperlukan selama proses pulping dan memiliki dampak yang signifikan pada proses pembuatan pulp karena memastikan efisiensi dan kualitas performa pulp yang dihasilkan. Dengan demikian, dilakukan

tinjauan penelitian guna membahas apakah prinsip kinetika kimia yaitu laju reaksi kimia diterapkan dalam proses produksi pulp pada bidang industri kertas.

METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian yang diperlukan untuk pembuatan review jurnal ini ialah dengan metode komparatif/perbandingan, yaitu dengan cara mengumpulkan beragam sumber yang diperoleh dari jurnal penelitian. Tulisan ini berkaitan dengan *literatur review* yang digunakan guna memperoleh teori-teori yang dapat menjadi acuan untuk pemecahan masalah yang sedang diteliti. Pencarian jurnal penelitian berbahasa inggris dan bahasa indonesia atau jurnal internasional dan nasional yang dilaksanakan dengan memperoleh database *Google Scholar*, *PubMed*, dan jurnal-

jurnal ilmiah terakait. Kata kunci yang digunakan meliputi "kinetika kimia," "pembuatan pulp," "industri kertas," "laju reaksi," "bubur kertas,".

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil review artikel memuat tentang penerapan prinsip kinetika kimia yaitu hubungan dan pengaruh faktor laju reaksi kimia dalam proses produksi pulp pada industri kertas menggunakan bahan kayu (kelapa sawit, akasia, karet, tembakau, bambu, kelapa, kanola) dan non-kayu (ampas tebu, kulit jagung, kulit durian, jerami padi, eceng gondok, daun nanas, daun pinus, batang talas, batang pisang, kulit buah biji ketapang). Pembuatan pulp dari bahan kayu pada umumnya menggunakan beberapa metode, dapat dilihat pada **tabel 1**.

Tabel 1. Metode pembuatan pulp secara kimia yang umum digunakan pada industri kertas.

Metode	Bahan kimia yang digunakan	Karakteristik pulp yang dihasilkan	Referensi
Sulfit	Larutan pemasak bersifat asam, yaitu larutan bisulfit dari $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ atau $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$. Suhu 149°C dalam waktu 7-12 jam	Selulosa yang berwarna putih	(Purnawan & Parwati, 2014)
Kraft/Sulfat	Kombinasi NaOH , Na_2SO_3 , Na_2S , dan Na_2CO_3 . Suhu $171-179^\circ\text{C}$ dalam waktu 2-5 jam	Kuat, tingkat kecerahan rendah (cokelat gelap)	(Siagian et al., 2004) dan (Purnawan & Parwati, 2014)
Soda	NaOH dan $\text{C}_{14}\text{H}_8\text{O}_2$. Suhu $165-171^\circ\text{C}$ dalam waktu 6-8 jam	Selulosa berwarna cokelat, pendek dan kurang kuat sehingga membutuhkan sedikit pemutihan	

Metode	Bahan kimia yang digunakan	Karakteristik pulp yang dihasilkan	Referensi
Organosolv	Pelarut organik (methanol, etanol, aseton, asam asetat, dan lain-lain). Metode asetosolv merupakan salah satu proses dalam organosolv	Rendemen pulp yang tinggi, produk sampingan lignin dan hemiselulosa yang tinggi, dan ramah lingkungan	(Wibisono et al., 2011)

Penelitian terdahulu mengenai pembuatan pulp pada umumnya menggunakan bahan baku kayu, namun permintaan kertas di Indonesia setiap tahunnya selalu mengalami peningkatan yang sangat tinggi sehingga membutuhkan jumlah bahan baku yang besar pula. Oleh karena pembuatan pulp pada umumnya menggunakan bahan baku kayu, lama-kelamaan kayu menipis sehingga dapat menyebabkan pemanasan global dan semakin menipisnya cadangan kayu di Indonesia.

Hal ini menjadi latar belakang dilakukannya penelitian terbaru mengenai pembuatan pulp dari bahan non-kayu. Selama proses pembuatan pulp dari bahan kayu maupun non-kayu ternyata membutuhkan variabel yang dapat mempercepat proses pembuatan pulp. Berdasarkan *literature review*, berikut variabel atau faktor yang mempengaruhi pembuatan pulp. Berikut adalah hasil penelitian terdahulu yang dicantumkan pada **tabel 2** dan **3**.

Tabel 2. Pengaruh faktor laju reaksi kimia dalam pembuatan pulp pada industri kertas bahan kayu.

No	Bahan Baku (Kayu)	Metode	Faktor Laju Reaksi Utama	Referensi
1	Batang Kanola	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Hosseinpour et al., 2010)
2	Bambu	Kraft/Sulfat dan Proses Soda	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Batalha et al., 2012)
3	Kayu <i>Acacia Crassiparpa</i>	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Sugesty et al., 2015)
4	Cangkang dan Batang Kelapa Sawit	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2)	(Hasmawaty et al., 2016)

No	Bahan Baku (Kayu)	Metode	Faktor Laju Reaksi Utama	Referensi
5	Batang Tembakau	Proses Soda	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Husnul Fatimah, Sri Seno Handayani, 2016)
6	Kayu Karet	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2)	(Vachlepi, M.T, 2019)
7	<i>Acacia crassicarpa</i> , <i>Acacia mangium</i> dan <i>Eucalyptus</i>	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2) dan konsentrasi	(Apriani and Novianto, 2020)
8	Kayu Daun Jarum dan Kayu Daun Lebar	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Biantoro et al., 2020)
9	<i>Acacia mangium</i> dan <i>Eucalyptus pellita</i>	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2) dan konsentrasi (mol/m^3)	(Kardiansyah and Sugesty, 2020)
10	Kertas Koran Bekas dan Limbah Kayu Akasia (<i>Acacia mangium Willd</i>) dan Sengon (<i>Paraserianthes falcataria L. Nielsen</i>)	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Sarbin et al., 2021)
11	Pelepah Kelapa Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2) dan konsentrasi (mol/m^3)	(Hariani and Khairiah, 2022)
12	Tandan Kosong Utuh (WEFB) dan Tandan Kosong Tangkai (SEFB) Kelapa Sawit	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Nikmatin et al., 2022)
13	Serat Pohon Kelapa (<i>cocos nucifera</i>)	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(NagarajaGanesh et al., 2023)

Tabel 3. Pengaruh faktor laju reaksi kimia dalam pembuatan pulp pada industri kertas bahan non-kayu.

No	Bahan Baku (Non-kayu)	Metode Penelitian	Faktor Laju Reaksi	Referensi
1	Limbah Batang Pisang Mahuli	Acetosolv	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Irawan et al., 2013)
2	Kulit Jagung	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Fagbemigun et al., 2014)
3	Tepung Daun Pinus	Organosolv	Luas permukaan sentuh (m^2) dan konsentrasi (mol/m^3)	(Hendratama et al., 2014)
4	Eceng Gondok (<i>eichornia crassipes</i>)	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2) dan konsentrasi (mol/m^3)	(Rony Tulak et al., 2016)
5	Ampas Tebu	Kraft/Sulfat	Konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Hosseinpour et al., 2010)
6	Non-kayu	Kraft/Sulfat dan proses soda	Luas permukaan sentuh (m^2)	(Abd El-Sayed et al., 2020)
7	Batang Pisang dan Jerami Padi	Proses Soda	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Biantoro et al., 2020)
8	Daun Nanas	Organosolv	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Glenn Mochamad Rayhan et al., 2020)
9	Kulit Buah Biji Ketapang	Deliginifikasi	Luas permukaan sentuh (m^2) dan konsentrasi (mol/m^3)	(Kurniawan et al., 2020)
10	Ampas Tebu	Kraft/Sulfat	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Roni et al., 2020)
11	Kulit Durian dan Ampas Tebu	Organosolv	Luas permukaan sentuh (m^2) dan konsentrasi (mol/m^3)	(Thaib et al., 2020)
12	Batang Pisang Raja (<i>musa acuminata</i>) dan Pisang Nangka (<i>musa pradisaiaca</i>)	Proses Soda	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Igbagara and Evawere, 2021)
13	Eceng Gondok (<i>eichornia crassipes</i>)	Acetosolv	Luas permukaan sentuh (m^2), konsentrasi (mol/m^3), dan temperatur (K)	(Ariani et al., 2022)
14	Kulit Jagung dan Ampas Tebu	Acetosolv	Luas permukaan sentuh (m^2)	(Evitasari et al., 2022)

No	Bahan Baku (Non-kayu)	Metode Penelitian	Faktor Laju Reaksi	Referensi
15	Batang Talas (<i>Colocasia esculenta</i> L.)	Proses Soda	Luas permukaan sentuh (m ²) dan konsentrasi (mol/m ³)	(Nugroho P et al., 2022)
16	Ampas Tebu dan Kulit Jagung	Organosolv	Luas permukaan sentuh (m ²), konsentrasi (mol/m ³), dan temperatur (K)	(Rahmayanti et al., 2022)
17	Jerami Padi	Proses Soda	Luas permukaan sentuh (m ²)	(Vania et al., 2022)

Faktor Laju Reaksi Kimia Pada Pembuatan Pulp

Luas Permukaan sentuh

Penelitian yang telah dilakukan (Vachlepi, M.T, 2019) menggunakan bahan baku kayu karet, pada fase mula produksi pulp yang berasal dari kayu karet dilakukan penghalusan. Proses penghalusan dibuat agar proses pemisahan serat kayu karet dari bahan lainnya pada proses pembuatan pulp berlangsung mudah.

Berdasarkan penelitian tersebut, menunjukkan adanya pengaruh luas permukaan bahan baku terhadap kecepatan berlangsungnya produksi pulp, luas permukaan dapat diatur dengan dengan memperhalus kadar ukuran zat. Laju reaksi kimia dalam prosesnya menggunakan pereaksi berbentuk serbuk akan membuat laju reaksi lebih cepat daripada berbentuk kepingan. Begitu juga pada penelitian pembuatan pulp menggunakan bahan kayu lainnya seperti pada **tabel 2**.

Berdasarkan tinjauan penelitian, pembuatan pulp dari bahan non-kayu juga menunjukkan adanya pengaruh faktor laju reaksi kimia yaitu luas permukaan bidang sentuh. Penelitian yang telah dilakukan (Evitasari et al., 2022) pembuatan pulp dimulai dengan menggabungkan ampas tebu dengan kulit jagung, lalu mencuci, dan mengiris sesuai ukuran kecil. Pengirisan bahan baku tersebut dimaksudkan untuk mempercepat laju reaksi agar produksi pulp berlangsung cepat. Begitu juga dengan penelitian pembuatan pulp dengan bahan non-kayu lainnya seperti pada **tabel 3**.

Konsentrasi

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan (Evitasari et al., 2022) yaitu pembuatan pulp dari batang tembakau, rendemen pulp tertinggi didapat dengan konsentrasi NaOH 12,5%. Semakin banyak jumlah konsentrasi larutan pemasak maka akan semakin tinggi kadar α -selulosa yang diperoleh. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya jumlah konsentrasi NaOH yang

dipakai, mengakibatkan NaOH lebih melimpah sehingga dapat mengikat lignin. Apabila kandungan lignin sedikit maka membuktikan bahwa kualitas pulp yang dihasilkan baik, begitu juga sebaliknya. Hal ini dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh faktor laju reaksi kimia yaitu konsentrasi. Jika konsentrasi reaktan meningkat, jumlah partikel reaktan akan meningkat. Bertambahnya jumlah partikel pereaksi memudahkan terjadinya tumbukan antar partikel pereaksi menyebabkan kemungkinan berlangsungnya reaksi lebih besar. Hal ini yang menyebabkan mengapa semakin besar konsentrasi reaktan, semakin cepat laju reaksi. Begitu juga dengan penelitian pembuatan pulp menggunakan bahan kayu dan non-kayu lainnya seperti pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Temperatur

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan (Irawan et al., 2013) Rendemen pulp yang dihasilkan pada suhu 100°C berdasarkan perbandingan kadar volume larutan dan massa batang pisang 2/1, 3/1, 5/1 dan 7/1 (L/kg) adalah 29,57; 54,12; 55,12 dan 34,58 %, pada suhu 110°C dengan rasio komposisi yang sama yaitu 35,59; 54,93; 66,52 dan 44,72%. Sedangkan pada suhu 120°C dengan perbandingan komposisi yang sama diperoleh rendemen sebesar 43,92; 57,95; 76,21 dan 46,17%.

Hal ini membuktikan bahwa adanya pengaruh faktor laju reaksi kimia dalam pembuatan pulp yaitu temperatur. Mempercepat tingkat respons karena peningkatan suhu membuat partikel bergerak lebih cepat. Energi kinetik partikel meningkat sebagai akibat dari gerakan ini, meningkatkan kemungkinan tumbukan yang berhasil. Selanjutnya semakin banyak jumlah partikel yang terganggu. Suhu yang lebih tinggi akan mempercepat reaksi kimia. Begitu juga dengan penelitian pembuatan pulp menggunakan bahan kayu dan non-kayu lainnya seperti pada Tabel 2 dan Tabel 3.

KESIMPULAN

Hasil dari beberapa penelitian yang sudah dilaksanakan, dapat diambil kesimpulan bahwa ternyata produksi pulp pada industri kertas tidak hanya menggunakan bahan baku kayu, tetapi baru-baru ini banyak penelitian mengenai pembuatan pulp dari bahan non-kayu dengan hasil penelitian yang cukup memuaskan, ternyata bahan baku non-kayu juga dapat digunakan dalam pembuatan pulp pada industri kertas dengan hasil yang efektif. Pada proses produksi pulp terdapat pengaruh faktor laju reaksi kimia yang bertujuan untuk mempercepat proses produksi. Faktor laju reaksi yang berpengaruh dalam produksi pulp dari bahan kayu dan non-kayu adalah luas

permukaan bidang sentuh, konsentrasi, dan temperatur. Faktor yang paling mempengaruhi pada pembuatan pulp baik dari bahan kayu maupun non-kayu adalah luas permukaan bidang sentuh (m^2), karena setiap bahan yang digunakan untuk pembuatan pulp dari bahan kayu maupun non-kayu dilakukan pengirisan (bagian kecil) terlebih dahulu agar mempercepat proses produksi diikuti dengan pengaruh variabel konsentrasi (mol/m^3) dan temperatur (K) pada saat pemasakan pulp. Bahan yang diiris terlebih dahulu akan memakan waktu yang lebih cepat jika dibandingkan dengan bahan baku dalam bentuk kepingan karena semakin luas permukaan bidang sentuh maka semakin cepat pula reaksi yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Sayed, E.S., El-Sakhawy, M., El-Sakhawy, M.A.M., 2020. Non-wood Fibers as Raw Material for Pulp and Paper Industry. *Nord. Pulp Pap. Res. J.* 35, 215–230. <https://doi.org/10.1515/npprj-2019-0064>
- Apriani, R., Novianto, P., 2020. Pengaruh Pencampuran Bahan Baku acacia crassicarpa, acacia mangium, dan eucalyptus Terhadap Kualitas Pulp. *J. Vokasi Teknol. Ind.* 2. <https://doi.org/10.36870/jvti.v2i2.186>
- AR, H., Amiludin, Z., Budi, S., 2016. Prototype Pengolahan Limbah Batang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pulp. *Kinetika* 7, 7–12.
- Ariani, F., Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., Bosowa, U., 2022. Pembuatan Bahan Baku Pulp dari Pelepah Pisang 3, 28–36.
- Azmin, N., Nasir, M., Hartati, H., 2019. Pemanfaatan Kulit Udang (*Penaeus monodon*) untuk Pembuatan Kitosan sebagai Pengawet Alami Daging. *Oryza (J. Pendidik. Biol.)* 8, 9–15. <https://doi.org/10.33627/oz.v8i1.154>
- Batalha, L.A.R., Colodette, J.L., Gomide, J.L., Barbosa, L.C.A., Maltha, C.R.A., Gomes, F.J.B., 2012. Dissolving Pulp Production from Bamboo. *BioResources* 7, 640–651.
- Biantoro, R., Septiningrum, K., Kardiansyah, T., 2020. Dissolving Pulp dari Kayu dan Nonkayu: Tinjauan Proses Pembuatan dan Karakteristiknya. *J. Selulosa* 10, 35. <https://doi.org/10.25269/jsel.v10i01.294>
- Cahyono, E., Murniati, I., Kota, N., 2018. Aplikasi Kitosan Kulit Udang Windu (*Panaeus monodon*) sebagai Pengawet Alami Pada Tahu. *J. Ilm. Tindalung* 41–44.
- Evitasari, R.T.& Firda, I.H. dan, 2022. Pembuatan Pulp dari Kulit Jagung dan Ampas Tebu dengan Metode Acetosolv Pelarut Asam Cuka Apel deangan Variasi Kulit Jagung dan Ampas Tebu. *J. Teknol. Kim. Unimal* 2, 136–143.
- Fagbemigun, T.K., Fagbemi, O.D., Otitoju, O., Mgbachiuzor, E., Igwe, C.C., 2014. Pulp and Paper-making Potential of Corn Husk. *Int. J. AgriScience* 4, 209–213.
- Glenn Mochamad Rayhan, Salsabila Fachrina, Rizka Amalia, 2020. Desain Eksperimental Faktorial Untuk Penentuan Faktor Paling Berpengaruh Pada Proses Pulping Organosolv Berbahan Baku Limbah Daun Nanas. *Gema Teknol.* 2, 120–124.

- Hariani, R., Khairiah, H., 2022. Uji Fisik dan Kimia Pulp Dari Pelepah dan Tandan Kosong Kelapa Sawit 5, 26–30.
- Hendratama, H., Anggerta, L.A., Alfiana, A.F., Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., 2014. Pemanfaatan Daun pinus sebagai Bahan Pembuatan pulp Menggunakan Natrium hidroksida.
- Hosseinpour, R., Fatehi, P., Latibari, A.J., Ni, Y., Javad Sepiddehdam, S., 2010. Canola Straw Chemimechanical Pulping for Pulp and Paper Production. *Bioresour. Technol.* 101, 4193–4197.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.055>
- Husnul Fatimah, Sri Seno Handayani, M.G.D.P., 2016. Pengaruh Kpnstrasi Larutan NaOH, Kecepatan Pengadukan, Temperatur, dan Waktu Pemasakan Terhadap Kualitas Pulp dari Batang Tembakau (*Nicotiana tabacum*) 147, 11–40.
- Igbagara, P., Evawere, U., 2021. Kinetic Modeling of Pulp Production from Plantain Trunk. *Am. J. Comput. Eng.* 4, 49–56.
<https://doi.org/10.47672/ajce.735>
- Irawan, C., Ariyanti, D., Hernanda, P., 2013. Pemanfaatan Limbah Batang Pisang (*Musa sp.*) di Kalimantan Selatan sebagai Alternatif Bahan Baku Pembuatan Kertas. *J. Chem. Inf. Model.* 53, 1689–1699.
- Kardiansyah, T., Sugesty, S., 2020. Pengaruh Alkali Aktif terhadap Karakteristik Pulp Kraft Putih Acacia mangium dan *Eucalyptus pellita*. *J. Selulosa* 10, 9.
<https://doi.org/10.25269/jsel.v10i01.291>
- Kurniawan, M.A., Ramanda, G.D., Cantikasari, T., Leun, S.G. V., 2020. Pembuatan Kertas dari Limbah Pohon Ketapang dengan Metode Delignifikasi. *Khazanah J. Mhs.* 11, 1–7.
- Legiso, K.A.R., 2557. *Kimia Organik*, NoerFikri.
- NagarajaGanesh, B., Rekha, B., Mohanavel, V., Ganeshan, P., 2023. Exploring the Possibilities of Producing Pulp and Paper from Discarded Lignocellulosic Fibers. *J. Nat. Fibers* 20.
<https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2137618>
- Nikmatin, S., Irmansyah, I., Hermawan, B., Kardiansyah, T., Seta, F.T., Afiah, I.N., Umam, R., 2022. Oil Palm Empty Fruit Bunches as Raw Material of Dissolving Pulp for Viscose Rayon Fiber in Making Textile Products. *Polymers (Basel)*. 14.
<https://doi.org/10.3390/polym14153208>
- Nugroho P, V.S.F.A., 2022. Pemanfaatan Batang Tanaman Talas sebagai Bahan Pembuatan Pulp dengan Proses Soda. *J. Teknol. Kim. Unimal* 11, 43–55.
- Purnawan, Parwati, C.I., 2014. Pembuatan Pulp Dari Serat Aren (*Arenga Pinnata*) Dengan Proses Nitrat Soda. *Pros. Semin. Nas. Apl. Sains Teknol.* 2014 323–330.
- Rahmayanti, A., Yerizam, M., Dewi, E., 2022. Pemanfaatan Ampas Tebu dan Kulit Jagung sebagai Bahan Baku Pulp dengan Proses Organosolv. *J. Pendidik. dan Teknol. Indones.* 2, 349–354.
<https://doi.org/10.52436/1.jpti.196>
- Rokhima, I., 2014. Efektivitas Perendaman Ikan Segar dalam Larutan Chitosan dari Limbah Cangkang Udang terhadap Sifat Fisik Ikan Segar. *Unnes J. Public Heal.* 3, 1–8.
- Roni, K.A., Rifdah, R., Susanto, T., 2020.

- Pemanfaatan Ampas Tebu Menjadi Pulp Dengan Proses Peroksida Alkali. *Publ. Penelit. Terap. dan Kebijak.* 3, 34–39.
<https://doi.org/10.46774/pptk.v12i1.107>
- Rony Tulak, Lyse Bulu, T.H., 2016. Pengaruh Waktu Pemanasan dan Konsentrasi Larutan Pemasak Terhadap Kualitas Pulp dari Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *Chem. Eng. J.* 284, 2016.
- Sarbin, Iskandar, Zarta, A.R., Noorhamsyah, Rajab, A., 2021. Limbah Kayu Dan Kertas Bekas Untuk Pulp Kertas. *Bul. Poltanesa* 22. <https://doi.org/10.51967/tanesa.v22i2.894>
- Siagian, R.M., Lestari, S.B., Yoswita, 2004. Sifat Pulp Sulfat Kayu Kurang dikenal Asal Jawa Barat. *J. Penelit. Has. Hutan* 22, 75–86.
- Sugesty, S., Kardiansyah, T., Pratiwi, W., 2015. Potensi *Acacia crassicarpa* Sebagai Bahan Baku Pulp Kertas untuk Hutan Tanaman Industri. *J. Selulosa* 5, 21–32.
<https://doi.org/10.25269/jsel.v5i01.75>
- Thaib, C.M., Gultom, E., Aritonang, B., 2020. Pembuatan Kertas dari Limbah Kulit Durian dan Ampas Tebu dengan Perbedaan Konsentrasi NaOH. *J. Kim. Saintek dan Pendidik.* IV, 1–11.
- Vachlepi, M.T, A., 2019. Prospek Pemanfaatan Kayu Karet Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pulp. *War. Perkaretan* 1, 47–60.
<https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v1i1.593>
- Vania, S.N., Nugroho, P.B., Fuadi, A.M., 2022. Pemanfaatan Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Pembuatan Pulp dengan Proses Soda diawali Ekstraksi Pektin. *J. Tek. Kim.* 28, 2721–4885.
- Wibisono, Leonardo, H., Antaresti, Ayliaawati, 2011. Pembuatan Pulp Dari Alang-Alang. *J. Widya Tek.* 10, 11–20.