

Pembuatan *Pulp* Dari Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Tongkol Jagung Menggunakan Pengeringan Tray

Fany Annisa Fitri¹, Indah Purnamasari², Muhammad Zaman³

^{1,2,3}Jurusan Teknik kimia, Program Studi Teknologi Kimia Industri
Politeknik Negeri Sriwidjaya, Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang

e-mail: fanyannisaf@gmail.com¹, indah.purnamasari@polsri.ac.id²,
mzaman0284@gmail.com³

Abstrak

Meningkatnya produksi *pulp* dari bahan kayu mengakibatkan dampak negatif pada lingkungan. Oleh sebab itu dibutuhkan bahan non kayu yaitu tandan kosong kelapa sawit dan tongkol jagung untuk menggantikan bahan baku utama dalam produksi *pulp*. Dengan mengeringkan dengan tray dryer, memudahkan *pulp* yang masih mengandung air menguap. Penelitian ini bertujuan, menganalisa variasi temperatur dan waktu pengeringan tray dryer untuk mendapatkan kualitas *pulp* campuran TKKS dan tongkol jagung sesuai kriteria standar. Penelitian ini juga bertujuan menghitung laju pengeringan *pulp* pada keadaan optimum sesuai standar SNI. Prosedur yang dipakai adalah metode soda pada variasi 1:2 dan pemasakan selama 100 menit. Selanjutnya, pengeringan pada temperatur 60°C hingga 90°C, selama 60, 120 dan 180 menit. Hasil dari penelitian menyatakan bahan baku dan waktu pemasakan didapatkan sebesar 76% kadar selulosa, hemiselulosa 15%, lignin 9,5%. Dengan waktu pengeringan 180 menit pada 90°C diperoleh nilai optimum kandungan air sebesar 0,9% pada laju pengeringan 1,7159 kg/jam.m².

Kata kunci: *Pulp, Tandan Kosong Kelapa Sawit, Tongkol Jagung, Tray Dryer, Laju Pengeringan*

Abstract

The increasing production of pulp from wood raw materials can harm the environment. Therefore, it requires non-wood raw materials, namely TKKS waste and corn cobs, as an alternative to the primary raw material in pulp making. Drying using a tray dryer facilitates the evaporation of pulp that still contains water. This study is to determine the effect of variations in time and drying at different temperatures using a tray dryer to obtain quality pulp mixed with TKKS and cobs according to standard criteria. This study also aims to calculate the drying rate of pulp drying under optimal conditions according to SNI standards. The process used in this research is the soda pulping process with a variation of 1:2 raw materials and a cooking time of 100 minutes with drying at 60°C until 90°C for 60, 120 and 180 minutes. The results of this study show the raw material and cooking time on pulp characteristics with 76% cellulose content, 15% hemicellulose content, 9.5% lignin content and 7.7% moisture content. The ideal moisture content value is 0.9% with a drying duration of 180 minutes and a temperature of 90°C, with a drying rate of 1.7159 kg/hour.m².

Keywords: *Pulp, TKKS, Corn Cob, Tray dryer, Rate of Drying*

PENDAHULUAN

kertas yang dibutuhkan masyarakat global mendorong industri kertas untuk meningkatkan produksinya. Menurut data dari Badan Penelitian dan Pengembangan Industri (2021), ada 99 industri kertas dan *pulp* di Indonesia, dengan bahan baku *pulp* sebagian

besar berasal dari kayu hutan. Saat ini, kebutuhan kertas dunia sekitar 349 juta ton.

Realisasi produksi *pulp* Indonesia mencapai 11,83 juta ton per tahun menempati peringkat ke-8 terbesar di dunia dan industri kertas 17,94 juta ton per tahun produsen kertas terbesar di dunia berada di peringkat keenam. Kayu hutan akan menipis sebagai akibat dari peningkatan konsumsi dan kapasitas industri pulp dan kertas. Hal ini akan menyebabkan kerusakan lingkungan. Akibatnya, untuk mencegah kerusakan hutan alam selama proses pembuatan *pulp*, diperlukan bahan baku alternatif.

Menurut Nurhidayah (2017) Limbah TKKS, yang dapat digunakan sebagai *pulp*, memiliki kandungan selulosa 78,37%, hemiselulosa 7,59%, lignin 10,71%, dan rendemen 67,31%. (Hidayati dkk, 2017). Di sisi lain, tongkol jagung memiliki kandungan abu 1,5%, lignin 6%, selulosa 41%, dan hemiselulosa 36% (Puspita, 2015). Komponen-komponen tersebut yang dapat dijadikan *pulp*.

Menurut Ristianingsih (2018) dengan menghasilkan jumlah serat yang paling banyak, nilai lignin yang paling rendah. Pembuatan pulp dengan kandungan lignin yang rendah membutuhkan lebih sedikit bahan pemasakan dan waktu yang lebih singkat, sehingga menguntungkan secara ekonomi (Rahmawati, 2007).

Salah satu tanaman pangan paling populer di Indonesia, jagung, berada di posisi kedua setelah padi (Trifatmawati dkk, 2018). Akibatnya, produksi jagung di Indonesia meningkat setiap tahunnya. Produksi jagung untuk semua kabupaten dan kota di Provinsi Sumatera Selatan mencapai 892.358 ton pada 2017 dan 1.039.598 juta ton pada 2018 menurut Badan Pusat Statistik (2018). Jumlah limbah tongkol, batang, dan sekam akan meningkat karena produksi jagung meningkat.

Selain itu, Karena Indonesia mempunyai kelapa sawit terbesar di dunia, limbah dari kelapa sawit sangat besar. Limbah kelapa sawit adalah akibat dari budidaya kelapa sawit. Industri yang mengolah kelapa sawit menjadi CPO menghasilkan limbah padat, yang mencakup antara 35 dan 40 persen dari limbah tandan, serat, cangkang, dan abu (Praevia & Widayat, 2022).

Menurut Chang (2014), Industri kelapa sawit menghasilkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS), yang merupakan limbah padat yang belum dimanfaatkan dan hampir tidak memiliki nilai ekonomi. Pada limbah TKKS dan tongkol jagung nilai selulosanya menunjukkan bahwa mereka berpotensi digunakan sebagai bahan baku pulp. Oleh karena itu, untuk mengurangi kerusakan hutan alam, bahan baku alternatif dari limbah ini digunakan untuk memproduksi pulp.

Pada pembuatan *pulp*, Pengerian menggunakan panas untuk menghilangkan sebagian besar air dari bahan. Proses ini terutama digunakan untuk meminimalkan reaksi kimia, mikrobiologi, dan enzimatis yang membatasi umur simpan bahan sehingga bahan aman disimpan hingga digunakan lebih lanjut (Manfaati dkk, 2019).

Saat ini, metode pengeringan alami dengan sinar matahari adalah metode yang paling umum digunakan oleh masyarakat. Metode ini memakan waktu yang lama, biasanya tiga hingga empat hari, dan tidak dapat dikontrol suhunya dan bergantung pada cuaca. Semakin besar suhu yang dipakai, semakin banyak panas yang diberikan maka laju pengeringan akan lebih cepat. Namun, pengeringan yang cepat akan berpengaruh pada kualitas pulp (Ristianingsih, 2018).

Untuk mengatasi keadaan pengeringan yang terjadi, maka diperlukan suatu metode pengeringan mekanis dengan menggunakan tray dryer guna mendukung proses pengeringan agar berlangsung lebih baik. *pulp* diletakkan dalam tray dryer secara merata yang dapat mengeringkan padatan lebih cepat, pada kondisi ini tray dryer sangat mampu mengeringkan bahan seperti pulp (Geankoplis, 1987).

Berdasarkan penelitian tersebut, pada penelitian ini dilakukan pembuatan pulp yang difokuskan pada pengeringan *pulp* campuran TKKS dan tongkol jagung menggunakan tray dryer. Jenis tray dryer ini berfungsi untuk mengatur laju pengeringan yang diinginkan sesuai dengan tujuan penelitian untuk mendapatkan *pulp* yang memenuhi SNI No. 06106-2005.

METODE

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Tiga bulan diperkirakan akan berlalu selama fase studi. Kajian pustaka dilakukan dengan mengumpulkan data dari jurnal online dan akademik.

Sebuah tungku, oven, wadah porselen, pengaduk magnetik, stopwatch, keseimbangan digital, corong kaca, spatula, pengaduk kaca, kertas saring, gelas kimia, silinder pengukur, hot plate, labu Erlenmeyer, pipet pengukur, filter membran aluminium foil, dan mortar adalah beberapa peralatan yang digunakan. Abu cangkang sawit, NaOH, HCl, aluminium, dan air suling adalah komponen yang digunakan dalam penelitian ini

Pada penelitian ini, pembuatan *pulp* yang dihasilkan diuji sesuai standar sni untuk mendapatkan karakteristik *pulp* jumlah selulosa, hemiselulosa dan lignin, kadar air sesuai SNI dan Menghitung konstan laju pengeringan pulp kering digunakan memperoleh hasil bagaimana suhu dan waktu pengeringan berdampak pada kadar air. Suhu pengeringan diatur pada set point 60 hingga 90 derajat Celcius, dan waktu pengeringan diatur antara 60 dan 180 menit.

Pada proses penelitian ini dilakukan melalui 3 tahapan: pertama, Preparasi Sampel *pulp*, proses bleaching dan terakhir pengeringan *pulp* . pertama diawali dengan Persiapan bahan *pulp* menggunakan TKKS dan tongkol jagung, dengan dioven. Setelah TKKS dan tongkol jagung kering, kemudian bahan dihaluskan menggunakan grinding, hingga berbentuk serbuk. Setelah TKKS dan tongkol jagung kering, bahan dihaluskan dengan grinder hingga menjadi serbuk. Setelannya menimbang serbuk TKKS dan tongkol jagung sebanyak 100 gr dengan perbandingan 1:2, bahan-bahan tersebut dicampur dalam satu beaker glass dan dicampur dengan baik. 100 gr padatan natrium hidroksida (NaOH) ditimbang, lalu dicampurkan dengan aquadest sebanyak seribu mililiter.

Larutan NaOH dimasukkan ke gelas kimia yang berisi bahan utama pulp. Gabungan larutan dan bahan dimasak menggunakan *Hot Plate*. Pemakaian suhu yaitu 100°C serta konsentrasi larutan NaOH 9% dan waktu delignifikasi 120 menit. Didinginkan, disaring, dan dicuci kemudian akan memisahkan sisa pemasakan, yang terdiri dari lindi hitam, atau liquor hitam, dan pulp mentah. Kotoran juga dipisahkan dari pulp yang dihasilkan dari pemasakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Proses Pengeringan *pulp* Menggunakan *Tray Dryer*

Berikut merupakan data yang didapatkan dari hasil pengeringan menggunakan tipe *tray* untuk menghitung % kadar air dan laju pengeringan pada *pulp* diamati pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Temperatur Pengeringan, Temperatur Bola Basah, Laju Udara dan % Humidity

Waktu Pengeringan (menit)	Temperatur Pengeringan (°C)	Tbb		Tbk		Laju Udara		%Humidity	
		In	Out	In	Out	In	Out	in	out
60	60	31	29	40	36	6,8	1,4	0,0250	0,0226
	70	31	29	44	40	6,8	1,4	0,0233	0,0209
	80	32	28	45	40	6,8	1,4	0,0250	0,0190
	90	32	27	47	42	6,8	1,4	0,0242	0,0181
120	60	33	27	47	42	6,8	1,4	0,0264	0,0163
	70	33	26	48	44	6,8	1,4	0,0260	0,0155
	80	34	26	50	45	6,8	1,4	0,0275	0,0151
	90	34	26	51	45	6,8	1,4	0,0271	0,0137
180	60	36	25	52	45	6,8	1,4	0,0322	0,0117
	70	36	24	53	46	6,8	1,4	0,0317	0,0097
	80	37	24	54	47	6,8	1,4	0,0345	0,0093
	90	37	24	55	48	6,8	1,4	0,0340	0,0088

Hasil Proses Pengeringan *pulp* Menggunakan *Tray Dryer*

Berikut merupakan data yang didapatkan dari hasil pengeringan menggunakan tipe *tray* untuk menghitung % kadar air dan laju pengeringan pada *pulp* terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan Kadar Air pada Temperatur *set point*

Waktu pengeringan (menit)	Temperatur (°C)	Kadar Air (%)
60	60	23,6
	70	20,8
	80	18,1
	90	16,3
120	60	13,4
	70	10,8
	80	7,7
	90	6,4
180	60	4,8
	70	1,9
	80	1,7
	90	0,9

Hasil Analisis Pembuatan Produk *pulp*

Tabel 3 menerangkan data yang diperoleh dari analisis *pulp* menggunakan konsentrasi NaOH 9%. Hasil menunjukkan bahwa rasio tandan kosong kelapa sawit dan tongkol jagung 1:2, dengan suhu 100 derajat Celcius, dan waktu pemasakan 120 menit.

Tabel 3. Uji Analisis Produk *pulp*

Analisa kualitas <i>pulp</i>	Suhu (°C)	SNI	Hasil analisa (%)
Kadar selulosa	100	>40	76
Kadar hemiselulosa	100	<18	15
Kadar lignin	100	<15	9,5

Hasil Analisis Perhitungan Laju Pengeringan

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah kadar air sisa pada *pulp* untuk tiap temperatur *set point*, Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Laju Pengeringan

Waktu Pengeringan (menit)	Temperatur pengeringan	Laju pengeringan (kg/jam.m ²)
60	60	0,8565
	70	1,2351
	80	1,2359
	90	1,4250
120	60	1,3285
	70	1,4259
	80	1,5215
	90	1,6159
180	60	1,5246
	70	1,6192
	80	1,6213
	90	1,7159

PEMBAHASAN

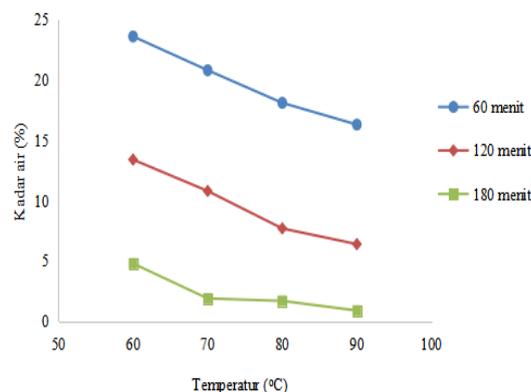
Pada proses *pulping* dari gabungan TKKS dan tongkol jagung, Perbandingan 1:2 dengan konsentrasi larutan pemasak NaOH 9% menggunakan temperatur pemasakan yaitu 100°C dengan waktu selama 120 menit. karakteristik *pulp*, analisis diperlukan untuk menghasilkan *pulp* yang ideal. Dengan nilai kadar yang tepat sesuai Standar Nasional Indonesia sebesar 76% selulosa, 7,7% air, 15% hemiselulosa, dan 9,5% lignin, penelitian ini mencapai kondisi terbaik.

Berdasarkan SNI nomor 7274, bahan non-kayu yang digunakan sebagai bahan baku pulp harus memiliki nilai selulosa diatas 40%. Dengan demikian, bahan yang didapatkan akan dipakai sebagai gabungan dari bahan baku pembuatan *pulp*. Proses pengeringan *pulp* didasarkan pada kandungan air yang diharapkan tepat pada Standar Nasional Indonesia No. 08-7070-2005, dan waktu yang ideal adalah 180 menit pada suhu 90°C, atau 0,9 %, dengan laju pengeringan 1,7159 kg/jam.m². Dalam penelitian ini, suhu adalah variabel bebas, sedangkan kadar air adalah variabel terikat. Target dari proses pengeringan adalah mengetahui kadar air yang diinginkan pada *pulp*.

Efek Waktu Pengeringan dengan Persentase Kadar Air

Setelah proses pegeringan campuran tandan kelapa sawit dan tongkol jagung, data dapat diolah untuk menghitung persen air yang terkandung dalam pulp. Sangat tinggi persen air dalam pulp akan mengurangi viskositas dan mengurangi kualitas pulp.

Menurut Taib (1988), Banyaknya air yang diuapkan dan lamanya proses pengeringan dipengaruhi oleh tingkat air bahan yang kurang dari 10% dalam kondisi kering, menurut SNI No. 08-7070-2005.



Gambar 2. Hubungan Waktu dengan Kadar Air

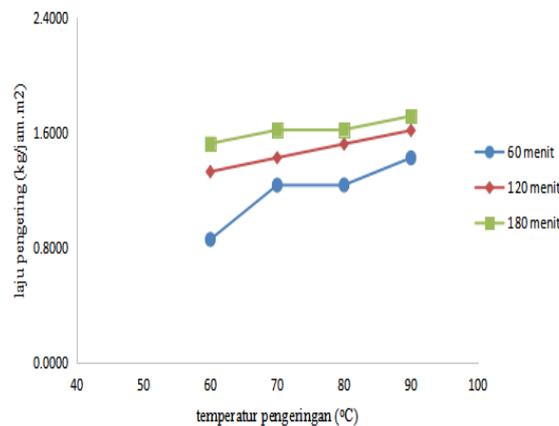
Pada Gambar 2. terlihat bahwa kadar air yang terdapat pada *pulp* selama proses pengeringan mulai dari 0 menit hingga 180 menit semakin menurun. Pada waktu pengeringan 60 menit dengan temperatur *set point* 60°C, 70°C, 80°C dan 90°C menurunkan kadar air sebesar 23,6%, 20,8%, 18,1%, dan 16,3% dan pada waktu pengeringan 120 menit dengan temperatur *set point* 60°C, 70°C, 80°C, dan 90°C kadar air yang diperoleh sebesar 13,4%, 10,8%, 7,7%, dan 6,4%, pada variasi waktu pengeringan 180 menit dengan temperatur *set point* 60°C, 70°C, 80°C, dan 90°C kadar air yg dihasilkan 4,8%, 1,9%, 1,7%, dan 0,9%. Dalam hal ini sesuai dengan hasil penelitian Amin (2018), menunjukkan bahwa lamanya proses pengeringan pada tray dryer berkorelasi dengan penurunan air yang lebih besar. Hasil penelitian tray dryer yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) menunjukkan perbandingan kadar air sebesar 0,9% pada waktu pengeringan 120 menit pada suhu 80 °C, dan kadar air sebesar 0,9% pada waktu pengeringan optimal 180 menit pada suhu 90 °C. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa proses pengeringan 180 menit sudah cukup untuk mencapai kadar air yang rendah.

Efek Waktu dengan Laju Pengeringan *pulp*

Laju pengeringan adalah jumlah air yang ada dalam bahan yang diuapkan per satuan waktu dan berat kering. Laju pengeringan dipengaruhi oleh kadar air bahan: semakin rendah kadar air bahan, semakin besar laju pengeringannya (Dessy, 2016).

Air terikat dan air bebas adalah komponen air yang diuapkan. Air bebas mudah teruapkan saat mengering karena berada di antara sel dan dalam pori-pori bahan atau benda padat. Air terikat adalah air yang secara fisik terikat pada jaringan kapiler atau diabsorpsi oleh tenaga penyerapan. Setelah bahan kering bertahap, air yang tersisa terikat pada sel-selnya, menyebabkan kadar air dalam bahan menurun dan menjadi konsisten (Andi, 2023).

Dari data hasil proses pengeringan *pulp* yang dilakukan, maka dapat dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai laju pengeringan yang terjadi. Sehingga dapat dilihat laju pengeringan pada pengeringan *pulp* pada Gambar 3.



Gambar 3. hubungan Waktu dengan Laju Pengeringan

Dalam pengering tray, suhu pengeringan adalah 90 derajat Celcius dan waktu pengeringan 180 menit, atau 1,7159 kilogram per jam per meter persegi. Perry & Green (1997) menyatakan bahwa periode pengeringan dengan laju tetap terjadi ketika permukaan bahan mengalami penguapan yang hampir sama dengan permukaan air bebas karena bahan mengandung air yang cukup banyak.

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pulp dalam waktu pengeringan 60, 120 dan 180 menit, suhu pengeringan yang lebih besar menyatakan peningkatan laju pengeringan untuk mencapai kesetimbangan. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa proses sublimasi berjalan lebih cepat dengan temperatur pengeringan yang lebih tinggi. Akibatnya, semakin banyak air yang menghilang, yang pada gilirannya mempercepat proses pengeringan pulp (Geankoplis, 1993).

Kualitas *pulp* Campuran Tandan Kosong dan Tongkol Jagung hasil Pengeringan Menggunakan Tray Dryer

Sesuai SNI No. 7274, kondisi pulp yang ideal diciptakan dengan nilai kadar yang tepat 76% selulosa, 7,7% air, 15% hemiselulosa, dan 9,5% lignin. Gambar 4 menunjukkan pulp dari gabungan TKKS dan tongkol jagung.



Gambar 4. *pulp* gabungan dari TKKS dan Tongkol jagung

Jenis pengeringan tray ini menggunakan energi biomassa, yaitu tempurung kelapa. Blower melepaskan udara panas melalui pipa untuk menyuplai panas ke tray pengeringan. Dengan menggunakan kontrol panel, panas masuk secara otomatis diatur ke titik suhu 60°C, 70°C, 80°C, 90°C dalam waktu 0 hingga 180 menit.

Untuk mendapatkan pulp yang memenuhi standar kadar air, pengeringan ini dilakukan dengan mengubah suhu dan waktu. Menurut Standar Nasional Indonesia No. 08-7070–2005, kadar air harus kurang dari 10 persen selama 60 menit pada 60 sampai 90°C. Ketika ditimbang setelah pengeringan, kadar air masih di bawah rentang maksimum 23,6 persen, 20,8 persen, 18,1 persen, dan 16,3 persen. Pada waktu pengeringan selama 120 menit pada suhu setting 60°C, 70°C, 80°C dan 90°C, kadar air diperoleh sebesar 13,4%, 10,8%, 7,7%, dan 6,4%. Pada 80°C, kadar air pulp sudah berada di bawah SNI tertinggi, yaitu 7,7%.

Selama 180 menit pengeringan dengan tiap set point yang beda, kandungan air dihasilkan menurun sebesar 4,8%, 1,9%, 1,7%, dan 0,9%. Ini menunjukkan bahwa selama 180 menit pengeringan, penurunan kadar air terendah sudah cukup untuk mencapai hasil pulp dengan %kadar air yang sesuai dengan SNI No. 06106-2005, hasil pada gambar dbawah ini.



Gambar 5. Hasil Pengeringan *pulp*

SIMPULAN

Disimpulkan bahwa pembuatan *pulp* campuran TKKS dan tongkol jagung dengan pengeringan memakai *tray dryer* berdasarkan kandungan *pulp* didapatkan kadar selulosa 76% dan kadar lignin 9,5% berdasarkan analisa tersebut pembuatan *pulp* sudah tepat pada standar nasional indonesia no 6106:2016. Berdasarkan proses pengeringan *pulp* menggunakan *tray dryer*, hasil perhitungan laju pengeringan kondisi optimum Pada pengering tray, suhu pengeringan adalah 90 derajat Celcius dan waktu pengeringan 180 menit, atau 1,7159 kilogram per jam per meter persegi. *Pulp* dari pengering tipe *tray*

diperoleh memenuhi Standar Nasional Indonesia No. 08-7070–2005, saat suhu 90 derajat celcius dengan lama pengeringan 180 didapatkan kadar air 0,9% .

Untuk menentukan kualitas produksi kertas, hasil pulp harus ditingkatkan selama proses produksi kertas untuk memaksimalkan proses pulping dengan metode tray dryer. Untuk memudahkan pengukuran berat sesudah dan sebelum pengeringan, pengering tray harus memiliki sistem penimbangan otomatis untuk mengurangi polusi cerobong asap dan polusi udara yang keluar dari traynya yang berdiameter kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Aritonang, B., Ritonga, A. H., & Sinaga, E. M. (2019). Pemanfaatan Limbah Kulit Nenas Dan Ampas Tebu Sebagai Bahan Dasar Dalam Pembuatan Kertas Menggunakan Bahan Pengikat Pati Limbah Kulit Pisang Kepok. *Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan*, 3(2), 64-75.
- Amin, S., Jamaluddin, J., & Rais, M. (2018). Laju pindah panas dan massa pada proses pengeringan gabah menggunakan alat pengering tipe bak (batch dryer). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4, S87-S104.
- Amelia, S. R., Yerizam, M., & Dewi, E. (2021). Analisis Karakteristik *pulp* Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pelelah Pisang dengan Pelarut NaOH. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(10), 389-393.
- Akademi Teknologi *pulp* dan Kertas (ATPK). (2010). *Diktat Kuliah ATPK*. Bandung: ATPK Press.
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2019*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H., dan Wotton, M. (1987). *Ilmu Pangan*. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2019*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI No. 08-7070-2005: Cara Uji Kadar Air pulp dan Kayu dengan Metoda Pemanasan dalam Oven*. Jakarta: Badan Standardiasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI No. 6106-2016: Syarat Mutu pulp*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Chang, S. H. (2014). An Overview of Empty Fruit Bunch from Oil Palm as Feedstock for Bio-Oil Production. *Biomass and Bioenergy*, 62, 174-181.
- Dari, S., & Kelapa, P. (2018). PENGARUH KOSENTRASI NaOH PADA KARAKTERISASI α -. 2013, 103–108.
- Dessy, M. P. T. (2016). *Pengaruh Ketebalan Terhadap Kinetika Pengeringan Ubi Kayu (Manihot Utilisima) Menggunakan Pengering Surya Secara Tidak Langsung (Indirect Solar Dryer) dan Penjemuran Langsung (Open Sun Drying)* (Doctoral dissertation).
- Della, Y.S., Mustain Z., Robert J. (2021). Design Of Kemplang Crackers Dryer Using Tray Dryer By Utilizing Biomass Energy. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya* 14(1), 26-34.
- Geankoplis, C. J. (1978). *Transport processes and unit operations*. Boston, MA: Allyn and Bacon
- Herlina. (2017). Variasi Massa *pulp* dari Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pelelah Pisang dengan Penambahan Binder Kulit Singkong (Manihot Esculante Crantz) untuk Pembuatan Kertas Komposit. *Skripsi*. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Holman, J.P. (1995). *Perpindahan Panas*. Edisi keenam. Jakarta: Erlangga.
- Hidayati, S., Sugiharto, R., & Zuidar, A. S. (2019). Karakteristik *pulp* Hasil Pemutihan Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Hasil Pemasakan Yang Menggunakan Limbah Lindi Hitam Siklus Ketiga. *Journal of Tropical Upland Resources (J. Trop. Upland Res.)*, 1(1), 103-108.

- Kanani, N, (2017). *Produksi selulosa dari limbah tongkol jagung dengan delignifikasi pretreatmentkimia*, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.
- Kudra, T., dan Mujumdar, A. S. (2009). *Advanced Drying Technologies*. Boca Raton etc.: CRC Press.
- Lubis, A. A. (2007). Isolasi Lignin dari Lindi Hitam (Black Liquor) Proses Pemasakan *pulp* Soda dan *pulp* Sulfat (Kraft). *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., dan Harriott, P. (1993). *Unit Operations of Chemical Engineering* (3rd ed.). Singapore: McGraw - Hill Book Co.