

PEMANFAATAN UAP KELUARAN EVAPORATOR UNTUK PENGERINGAN AMPAS TEBU BAHAN BAKAR PABRIK GULA

Azrul Syamsu^{1,*}, Nurul Hidayati Fithriyah², Ratri Ariatmi Nugrahani³

^{1,2,3}Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta,
Jl. Cempaka Putih Tengah No. 27, Jakarta Pusat 10510

*Email: 20200420100009@ftumj.ac.id

Diterima: 19 November 2022

Direvisi: 25 Desember 2022

Disetujui: 30 Januari 2023

ABSTRAK

Terdapat faktor – faktor yang mempengaruhi proses pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan bakar. Diantaranya kadar air yang terkandung dalam ampas tebu. Salah satu pabrik gula yang berada kabupaten Lampung Tengah yaitu PT Gula Putih Mataram, menghasilkan ampas tebu dengan kadar air sebesar 50,10%. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah kadar air yang dapat diturunkan pada ampas tebu, dengan memanfaatkan panas dari uap keluaran evaporator. Mengetahui pengaruh laju alir udara panas terhadap kadar air, dan laju alir optimal dari pemanfaatan uap evaporator, yang digunakan untuk pengeringan pada ampas tebu. Mengetahui pengaruh waktu pengeringan terhadap kadar air dan waktu terbaik dari proses pengeringan ampas tebu, menggunakan udara panas dari hasil keluaran uap evaporator. Adapun metodologi penelitian yang digunakan ialah dengan menggunakan pengolahan data. Dimana data diperoleh dari pengamatan langsung di PT Gula Putih Mataram, dan study literatur berupa data - data dari jurnal sebelumnya. Dengan menggunakan uap panas keluaran evaporator pada heat exchanger, diperoleh udara panas dengan laju alir 36.296,62 Kg/jam, dengan temperatur 40°C. Selanjutnya udara panas tersebut digunakan sebagai udara pengering dri rotary dryer. Untuk kapasitas udara pengering sebesar 32 ton/jam, 33 ton/jam, 34 ton/jam, 35 ton/jam dan 36 ton/jam, didapat hasil kadar air sebesar 45,05%; 44,89%; 44,73%; 44,58% dan 44,42%. Dan dengan sampel 36 ton/jam di ambil 5 sampel waktu pengeringan. Yaitu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam, dan didapat hasil kadar air sebesar 44,42%; 38,74%; 33,06%; 27,38% dan 21,70%. Dari hasil pengolahan data menunjukkan variasi laju alir udara dan variasi waktu pengeringan, memberikan hasil linier kepada jumlah kadar air dikurangi. Dimana semakin besar laju alir udara pengering, maka akan semakin besar kadar air yang dapat dikurangi. Dan untuk waktu pengeringan, semakin lama waktu pengeringan maka semakin besar pula untuk jumlah kadar air yang dapat dikurangi.

Kata kunci: Ampas tebu, Pengeringan, *Rotary dryer*

ABSTRACT

Have been factors that influence on the use of the baggase as fuel. One of them is water contained in the baggase. A sugar factory in Lampung Tengah district is PT Gula Putih Mataram, produce baggase in contained water by 50,10%. The purpose of this research is to know the number of water to levels unloaded on baggase by using heat from steam exodus evaporator. know influence the flow hot

air to the water level of optimal for flow of steam exodus evaporator, used to draining bagasse. Know time drying to influence the water level and time best of process of drying bagasse, use of heat from the exodus steam evaporator. And the research methodology used data processing. Where data is collected of direct observation in PT Gula Putih Mataram, and study literature in the form data of a journal before. Using a hot vapor exodus evaporator in heat exchanger, rate obtained hot air flow 36.296,62 kg/hours, with 40°C temperature. Next hot air is used as air dryer in rotary dryer. Air dryer to flow of 32 tons/hours, 33 tons/hours, 34 tons/hours, 35 tons/hours and 36 tons/hours, obtained the the water level of 45,05%; 44,89%; 44,73%; 44,58% and 44,42%. With sample 36 tons/hours take 5 sample drying time. That is 1 hours, 2 hours, 3 hours, 4 hours and 5 hours, and is found the water levels by 44,42%; 38,74%; 33,06 %; 27,38% and 21,70%. Of the results of data processing shows variations in the drying time flow hot air and give a linear variation to the moisture content of reduced the number. Where the bigger the flow air dryer will increase the moisture content of which can be reduced. And time for drying, the longer the drying hence the larger the to amount to the moisture content of which can be reduced.

Keywords: *bagasse, drying, rotary dryer*

PENDAHULUAN

Gula merupakan kebutuhan masyarakat yang sangat diperlukan baik untuk konsumsi rumahan maupun skala industri, Sebagai salah satu bahan pangan pokok, konsumsi gula selalu mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Ketergantungan konsumen terhadap konsumsi gula cukup besar karena kecilnya/lemahnya kecenderungan untuk mensubstitusikannya dengan gula buatan atau pemanis lain. Permintaan gula secara nasional akan terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, pendapatan masyarakat, dan pertumbuhan industri pengolahan makanan dan minuman. Selama 30 tahun terakhir, 1973-2002, trend konsumsi gula secara nasional menunjukkan peningkatan — dengan rata-rata tingkat konsumsi per tahun 2,1 juta ton² (Sugiyanto, 2007).

Pada saat ini Indonesia masih melakukan impor gula untuk memenuhi kebutuhan gula nasional, disamping itu pemerintahpun berupaya untuk melakukan swasembada gula dimana didirikan pabrik - pabrik gula yang tersebar di wilayah Indonesia, Kementerian Perindustrian terus mendorong tumbuhnya pabrik gula baru guna memenuhi kebutuhan pasar domestik yang semakin meningkat, baik itu untuk konsumsi langsung maupun sebagai bahan baku industri makanan dan minuman.

pada perkembangannya teknologi produksi gula terus mengalami kemajuan dimana dari setiap proses produksi gula diperlukan bahan bakar yang menjadi salah satu kebutuhan pokok dalam suatu pabrik

untuk beroperasi, dan untuk menghemat biaya produksi dan memanfaatkan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan maka dipilih alternatif bahan bakar berupa ampas tebu, Ampas tebu merupakan sumber energi yang terbarukan dan tersedia cukup besar (Purwati,2015).

Untuk pabrik gula yang efisien, yaitu dengan instalasi yang seimbang, menggunakan peralatan yang efisien, dengan kapasitas dan kualitas tebu giling yang memadai. Kebutuhan energi untuk produksi gula kristal dapat dipenuhi dengan sebagian ampas dari gilingan akhir dan diperoleh kelebihan ampas yang dapat dijual sebagai bahan baku industri kertas, jamur, kompos atau dijual dalam bentuk tenaga listrik. Pemanfaatan energi di pabrik gula dapat berlangsung efisien karena melalui sistem pembangkitan ganda atau yang populer disebut dengan sistem *cogeneration*. Dimana uap yang diproduksi dari ketel pembakaran ampas pertama digunakan untuk turbin penggerak generator listrik atau penggerak gilingan, yang secara simultan dihasilkan uap bekas untuk proses pemanasan nira, ampas tebu ini berasal dari sisa bahan baku pabrik gula, Pada perkembangannya pemanfaatan ampas tebu telah banyak dilakukan di pabrik gula yang ada di Indonesia salah satunya ialah pabrik gula Pradjekan Bondowoso, dimana pemanfaatan ampas tebu telah dilakukan untuk bahan bakar boiler, untuk meningkatkan efisiensi dari pembakaran Pabrik gula ini melakukan pengurangan kadar air terlebih dahulu sebelum ampas tebu diumpankan ke boiler, pengurangan kadar air ini menggunakan media

flue gas dari pembakaran boiler, sehingga didapatkan hasil peningkatan produksi uap sebesar 10%, Penelitian tentang pengurangan kadar air pada ampas tebu telah berpengaruh pada kinerja dari boiler, dimana setiap penambahan 1% kadar air energi yang digunakan untuk penguapan meningkat pada tingkat konstan sekitar 4,1% (Kaewpradap,2013).

Untuk studi kasus kali ini akan dilakukan pengurangan kadar air ampas tebu dengan menggunakan media udara panas dari hasil keluaran uap evaporator yang disimulasikan di pabrik gula, Gula Putih Mataram yang berada di provinsi Lampung tepatnya di kabupaten Lampung Tengah. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar air yang dapat diturunkan dari ampas tebu dengan memanfaatkan media udara panas dari uap keluaran evaporator untuk menghasilkan udara pengering.



Gambar 1. Ampas tebu hasil penggilingan bahan baku Pabrik Gula Putih Mataram

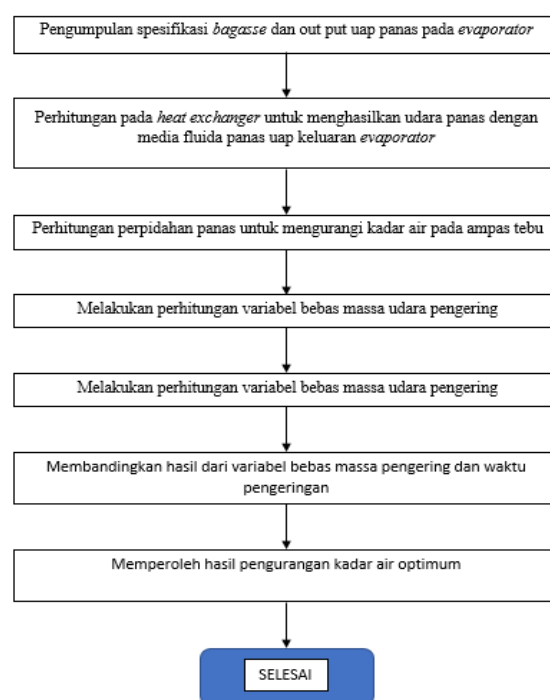
METODE PENELITIAN

Pada penelitian kali ini akan dilakukan di unit produksi gula PT Gula Putih Mataram yang berada di Lampung Tengah, yang terdapat *evaporator multi stage* yang keluaran uapnya akan disimulasikan untuk pengering pada alat *rotary dryer*.

Untuk tahapan proses terdapat pengolahan data dengan mengumpulkan data operasi dari PT Gula Putih Mataram, dengan cara pengamatan langsung dan studi literature, dengan mengumpulkan data yang dilakukan

dengan mengamati secara langsung data proses dan parameter operasi, serta melakukan pencatatan langsung pada obyek yang diteliti, dan dengan didukung dengan pengumpulan data dari studi literatur yaitu mengumpulkan data dari berbagai bacaan yang berguna bagi penyusunan landasan teori maupun data pendukung (sekunder)

Selanjutnya dari data tersebut akan disimulasikan dengan dengan model rumus yang sudah ada sebelumnya. Sedangkan untuk output dari penelitian ini ialah mengetahui jumlah kadar air optimal yang dapat dikurangi dengan memanfaatkan panas dari uap keluaran evaporator berdasarkan jumlah massa udara pemanas dan waktu pengeringan.



Gambar 2. Diagram alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari pabrik gula putih mataram didapatkan hasil data untuk uap keluaran evaporator dengan Temperatur 85 °C, dan laju alir Massa 37.692 Kg/Jam. Ampas tebu kapasitas Produksi *Bagasse* (mb) 30 Ton/jam, suhu *Bagasse* (t1) 30°C, kadar air rata rata *Bagasse* 50,1 %, kadar gula dalam *Bagasse* 2 %

Untuk model pengering yang digunakan mengguakan disain *rotary dyer* yang ada pada Pabrik gula Pradjekan Bondowosa yaitu Type *Direct Head rotary drum dryer Parallel flow* dengan panjang 20 ft (60 Meter), diameter 7 ft (2.12 Meter), Putaran drum 6 rpm, laju alir pengeringan 35 ton/jam.

Proses pemanfaatan uap panas keluaran *evaporaotor* untuk menghasilkan udara pengering yaitu dengan menggunakan alat *heat Exchanger*, dengan data pendukung Cp udara 0,24 Kcal/Kg°C dan Cp uap air 1.532 Kkal/Kg°C, didapat hasil untuk udara panas yang diproduksi dengan kapasitas 36.296,62 Kg/jam, dan temperatur udara pengering 40°C.

Tabel 1. Neraca massa dan panas pada *heat exchanger*

	Shell	Tube
Fluida	Uap Evaporator	Udara ambient
Massa	37.692 Kg/jam	36296,62 Kg/jam
Cp	1,532 Kkal/Kg°C	0,24 Kkal/Kg°C
T In	85 °C	32 °C
T Out	83,793 °C	40 °C
Q	69689.511 Kcal/hr	69689.511 Kcal/hr

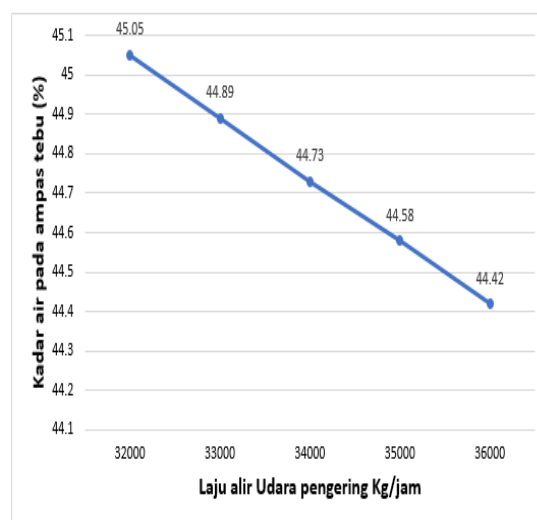
Selanjutnya dengan kapasitas udara pengering yang telah dihasilkan tersebut, akan digunakan sebagai udara pengering di *rotary dryer* dengan massa udara pengering sebagai variabel bebas dengan nilai 32.000 Kg/jam, 33.000 Kg/jam, 34.000 Kg/jam, 35.000 Kg/jam dan 36.000 Kg/jam, untuk variabel kontrol berupa kadar air pada ampas tebu sebelum proses pengeringan di *rotary dryer*, yaitu

50,1% dan untuk variabel terikat berupa kadar air yang terdapat pada ampas tebu setelah proses pengeringan di *rotary dryer* adalah 45,05%; 44,89%; 44,73%; 44.58% dan 44,42%.

Tabel 2. Perhitungan kadar air terhadap laju alir udara pengering

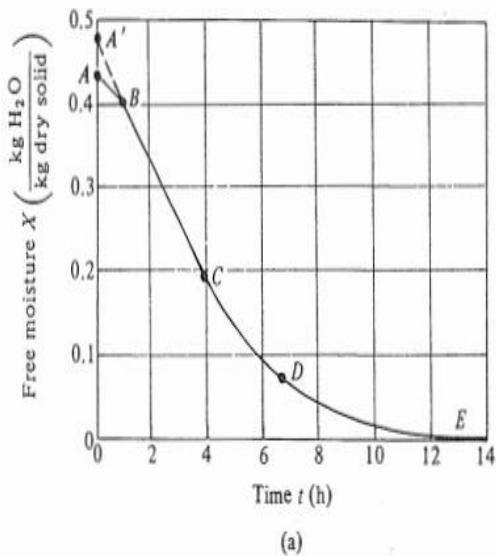
No	Variabel Kontrol	Variabel Bebas	Variaber Terikat
	Kadar air sebelum pengeringan	Massa udara panas	Kadar air setelah pengeringan
1	50,1%	32.000 Kg/hr	45,05%
2	50,1%	33.000 Kg/hr	44,89%
3	50,1%	34.000 Kg/hr	44,73%
4	50,1%	35.000 Kg/hr	44,58%
5	50,1%	36.000 Kg/hr	44,42%

Dari hasil yang didapat untuk hubungan antara pengaruh laju alir udara pengering dengan persentasi kadar air yang dapat diturunkan ialah semakin besar massa udara pengering makan akan semakin besar pula kadar air yang dapat dikurangi dari ampas tebu, dapat dilihat pada kurva gambar 3.



Gambar 3. Kurva variabel bebas massa udara pengering

Untuk variabel bebas waktu pengeringan, kadar air yang dihasilkan akan mengikuti kurva laju pengeringan seperti pada Gambar 4 (Geankoplis, 1993)



Gambar 4. Kurva laju pengeringan

Untuk laju pengeringan ampas tebu dengan menggunakan rotary dryer, dapat menggunakan persamaan :

$$Md = \frac{W_o - W_f}{t} \quad (1)$$

dimana:

Md = Laju pengeringan

Wo = Berat bahan sebelum pengeringan

Wf = Berat bahan setelah pengeringan

t = Waktu pengeringan

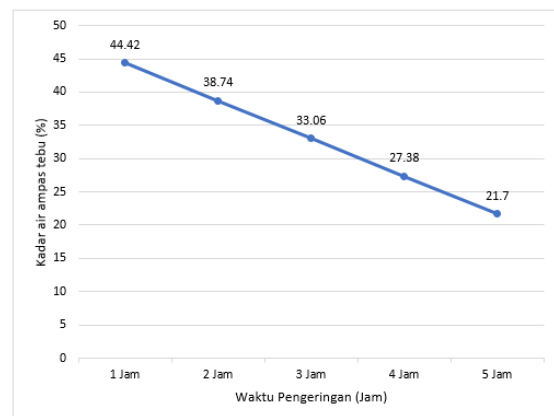
Data diambil dari laju alir udara panas 36 Ton/jam, Wo ialah berat bahan sebelum pengeringan yaitu 25.000 Kg dan Wf berat bahan setelah pengeringan yaitu 23.579,83 Kg, dan t ialah waktu yaitu 1 Jam maka didapat laju pengeringan sebesar 23,67 Kg/menit, atau 1.420 Kg/jam.

Dan dari laju pengeringan tersebut didapat persentase kadar air dari hasil pengeringan dengan variabel bebas berupa waktu pengeringan 1 Jam, 2 Jam, 3 Jam, 4 jam dan 5 Jam sebesar: 44,42%; 38,74%; 33,06%; 27,38% dan 21,70%.

Tabel 3. Perhitungan kadar air terhadap laju alir udara pengering

No	Variabel	Waktu Pengeringan				
		1 Jam	2 Jam	3 jam	4 Jam	5 Jam
1	Laju alir ampas tebu (Kg/jam)	23.57	22.15	20.73	19.31	17.89
		9,83	9,66	9,49	9,32	9,15
2	Laju alir uap air (Kg/jam)	1.420,	2.840,	4.260,	5.680,	7.100,
		17	34	51	68	85
3	Kadar Air ampas tebu (Kg)	11.10	9.684,	8.264,	6.844,	5.424,
		4,83	66	49	32	15
4	Persentase kadar air (%)	44,42	38,74	33,06	27,38	21,70

Dari hasil yang didapat pada Tabel 4.3 tampak adanya pengaruh waktu pengeringan terhadap persentase kadar air ampas tebu. Semakin lama waktu pengeringan maka akan semakin besar pula kadar air yang dapat dikurangi dari ampas tebu. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



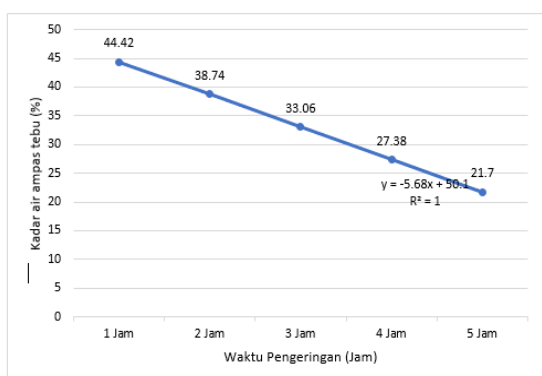
Gambar 5. Pengaruh waktu pengeringan terhadap kadar air ampas tebu

Dari hasil perhitungan tersebut, maka diperoleh untuk optimasi nilai variabel bebas berupa laju alir udara pengering dan waktu pengeringan. Dan didapatkan hasil untuk laju alir udara panas optimal yaitu 36.000 Kg/jam, dan untuk waktu pengeringan optimal yaitu selama 5 jam. Dengan hasil kadar air yang tersisa pada ampas tebu berkurang sebesar 28,40% dari kadar air awal sebesar 50,10% menjadi 21,70%.

Dari kedua variable bebas yaitu laju alir udara panas dan waktu pengeringan terdapat hasil linier, dimana semakin besar laju alir udara panas maka semakin banyak pula air yang dapat direduksi di dalam kandungan ampas tebu. Hal ini dikarenakan udar panas mampu menyerap kadar air yang terkandung dalam ampas tebu. Dan untuk proses pengeringan tersebut berbanding lurus pula dengan waktu, semakin lama waktu untuk pengeringan, maka akan semakin banya pula kadar air yang dapat dikurangi dari ampas tebu.

Hasil pengeringan untuk variable laju alir dengan menggunakan 36.000 Kg/jam mampu untuk mereduksi kadar air sebesar 5,68% dari kandungan awal 51,1% menjadi 44,42% hasil ini masih sangat kurang apabila dibandingkan dengan jurnal sebelumnya (Solikin, 2019). Yang memanfaatkan asap buang boiler sebagai media pengering dan menghasilkan penurunan kadar air sebesar 35,10% dari kadar air awal 51,2% menjadi 16,1%.

Dan untuk variabel waktu antara rentang waktu 1 jam sampai 5 jam mengacu pada kurva pengeringan Gambar 4 (Geankoplis, 1993). Masih masuk dalam zona linier terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik linier dari waktu pengeringan ampas tebu

Hasil variabel terbaik yaitu selama lima jam didapatkan penurunan kadar air 28,40%, dari 50,10% menjadi 21,70%. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Solikin, 2019). Dimana dengan waktu pengeringan satu jam dengan media pengering asap buang boiler dapat mereduksi kadar air sebesar 35,10%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang bisa diambil yaitu dari model simulasi yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa uap keluaran evaporator dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan udara pengering sebesar 36296,62 Kg/hr. Untuk pengurangan kadar air pada ampas tebu dipengaruhi oleh jumlah atau laju alir udara pengering, dimana untuk udara pengering optimum ialah pada 36.000 Kg/jam, dan dapat menurunkan kadar air pada ampas tebu sebesar 5,68% dari kadar air awal 50,10% menjadi 44,42%.

Dan pengurangan kadar air juga dipengaruhi oleh lamanya proses pengeringan. Dimana telah dilakukan simulasi dengan keadaan optimum dimana kapasitas udara 36.000 Kg/jam, dan lamanya waktu pengeringan yaitu 5 jam, didapat penurunan kadar air sebesar 28,40% dari kadar air 50,10% menjadi 21,70%. Sehingga dapat disimpulkan semakin besar laju udara pengering yang digunakan, maka semakin besar pula kadar air dalam ampas tebu yang dapat dikurangi dan semakin lama waktu pengeringan, maka semakin besar pula kadar air dalam ampas tebu yang dapat dikurangi.

Penelitian yang dilakukan terbatas pada faktor kalor terserap tanpa memperhatikan faktor kalor hilang, dan diharapkan dapat menjadi masukan untuk penelitian selanjutnya yang lebih komplek, dan untuk pemanfaatan uap panas evaporator sebagai media penurunan kadar air tidak ekonomis, dikarenakan adanya alat tambahan dan nilai kalor yang dihasilkan juga tidak sebesar dari penelitian sebelumnya yang memanfaatkan panas dari gas buang boiler, adapun faktor yang membuat penurunan kadar air cukup tinggi ialah lama dari waku pengeringan, dan itu tidak dapat diterapkan di industri

gula yang bersifat *continue* yang membutuhkan waktu proses yang lebih cepat dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Faisal Faputri, 2016, “Desain Evaporator dan Pengujian Kondisi Operasi Optimal dan Desain Peralatan”, Jurnal Teknik Patra Akademika Vol 7. No. 2 Desember 2016. Politeknik Akamigas Palembang.
- Adnyana, dkk, 2001, “Dinamika dan Antisipasi Pengembangan Komoditas Tanaman Pangan, Prosiding Perspektif Pembangunan Pertanian dan Kehutanan Tahun 2001,” Jakarta: Departemen Pertanian
- Aliwarga Lienda, Setyo Kusumo Widhi, Agung Pramono, “Pengaruh Temperatur dan Tekanan dalam proses evaporasi *Asam 6-Aminopenisilat*”, Jurnal Rekayas Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan Vol.3, No.1, 2019, Hal 12 – 19, Institut Teknologi Bandung.
- Amornrat Kaewpradap, Wasan Yoksenakul, Sumrerng Jugjai, “*Effects of Moisture Content In Simulated Baggase by Equilibrium Analysis*” TSME International Conference On Mechanical Engineering, King Mongkut’s University Of Thecnology Thonbury, Bangkok, Thailand.
- Andrzejewskia, Brett., Gillian Eggleston, dan Randall Powell. 2013. “*Pilot plant clarification of sweet sorghum juice and evaporation of raw and clarified juices.*” Industrial Crops and Products 49, 648– 658.
- Catur Sugiyanto, 2007, “Permintaan Gula Di Indonesia”, Jurnal Ekonomi Pembangunan, Vol.8, No.2, Desember 2007, Hal. 113 – 127, Universitas Gadjah mada.
- Giri Nurgoho, Ilham Fuchoiroh, Mashuri, Hari Subiyanto, Rivai Wardhani, “Analisa Ampas Tebu Sebagai Bahan Bakar Boiler Pada Produksi Gula Tahun 2018 Di PG Krebbe Baru II Malang”, Jurnal AMORI, Vol. 2/1 2021, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hutabarat, dkk, 2001, Restrukturisasi Industri Gula Nasional, Jakarta: Tim Pengembangan Industri Gula.
- Istianah Nur, 2017, “Evaporasi Multi-Tahap Menggunakan Falling Film Evaporator(Ffe) Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Konsentrat Nanas Madu”, 1 – 2 November 2017, Universitas Brawijaya.
- Lora, E. S, F.P. Arrieta, R. Carrasco, LAN. Nogueira, 2000, “Clean production: Efficiency and Environment”, *Int. Sugar Journal*, 102.
- Maranhao, LEC, 1980, “*Individual bagasse drying system*”, *Proc of XVII ISSCT Congres, 3: 2000 – 2001*
- Muhammad Saechu, 2009, “Optimasi Pemanfaatan Energi Ampas dari Pabrik Gula (*Bagasse Energy Optimation at Sugar Cane Plant*)”, Jurnal Teknik Kimia Vol. 4, No. 1, September 2009, Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia
- Saptyaji Harnowo, Yunaidi, “Kinerja Boiler dengan Sistem Pembakaran Bersama antara Ampas Tebu dengan Sekam Padi dan Cangkang Kelapa Sawit”, Jurnal Semeste Teknika, Vol.24, No.2, 102-110, November 2021,
- Solikin, M Arif Batutha, “Metode Pengeringan Ampas Tebu (*Baggase*) Dengan Pemanfaatan Kembali Panas Gas Buang Boiler di PG. Pradjekan Bondowoso” Jurnal Penelitian dan Teknologi Vol.5, No.1, Juni 2019, Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- O. A. Rosyid, Pudjo W. H, Diding F, “Studi Penghematan Energi Pada Unit Ketel Uap Di Pabrik Gula”, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Balai Besar Teknologi Energi, Kawasan Puspipetek Serpong, Tangerang, Indonesia.

