

JURNAL REKAYASA, TEKNOLOGI PROSES DAN SAINS KIMIA
PTKI MEDAN



Received: 02-12-2022

Accepted: 09-12-2022

Published: 04-01-2023

**STEAM CALCULATIONS REQUIRED IN THE PROCESS OF PLUSTERING
PALM OIL FRUIT IN THE DIGESTER UNIT**

Rosmiati¹⁾, Vivin Suryani Tamba²⁾

1) Prodi teknik kimia Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan

2) Prodi teknik kimia Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan

mettyptki59@gmail.com:

Abstrak

Unit *digester* pada pabrik kelapa sawit merupakan unit operasi dengan alat pencacah atau pelumat brondolan yang berupa *bejana* tegak yang berbentuk *silinder* yang mempunyai dinding pelapis untuk menahan panas yang dilengkapi *pisau* pengaduk atau lengan lengan pencacah dibagian dalamnya. Dalam proses pelumatan dibutuhkan panas agar lebih mudah melumat *brondolan*, panas yang diberikan pada proses pelumatan brondolan akan mempermudah pemecahan sel-sel minyak sehingga pada proses pengutipan minyak oleh *screw press* didapatkan hasil yang maksimal. Metode neraca energi diterapkan untuk mengetahui besarnya *steam* yang ditambahkan untuk melumatkan brondolan keluaran *digester*. Dari perhitungan neraca energi yang dilakukan pada proses pelumatan buah kelapa sawit di pabrik kelapa sawit, diperoleh panas ke unit *digester* sebesar 125.228,9808 kkal/jam atau sebanyak 293,91392 kkal/jam pada suhu *steam* masuk 125 °C dan suhu bahan yang keluar dari unit *digester* dari 90°C sampai 93 °C.

Kata kunci: *Brondolan, Digester, kelapa sawit, panas, steam*

Abstract

The *digester* unit at a palm oil factory is an operating unit with a chopper or loose crusher in the form of an upright cylindrical vessel that has a lining wall for heat retention equipped with a mixing knife or chopping arm inside. In the crushing process, heat is needed so that it is easier to crush loose fruit, the heat given to the crushing process will facilitate the breakdown of oil cells so that in the process of extracting oil by the screw press, maximum results are obtained. The energy balance method is applied to determine the amount of steam added to pulverize loose waste from the digester. From the calculation of the energy balance carried out in the process of pulverizing oil palm fruit at the palm oil mill, heat is obtained to the digester unit of 125,228.9808 kcal/hour or as much as 293.91392 kcal/hour at an inlet steam temperature of 125 °C and the temperature of the material leaving the digester unit from 90°C to 93 °C.

Keywords: : *Brondolan, Digester, oil palm, heat, steam*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman kelapa sawit (*elaeisguinensis*) adalah tanaman berkeping satu termasuk dalam famil palmae, warna daging parmae ialah putih kuning ketika masih muda dan berwarna jingga sampai matang (ketaren 2008) buah kelapa sawit terdiri dari *eksokarp* (cangkang), dan kernel inti sawit yag merupakan bahan baku dari pembuatan minyak nabati . pengolahan minyak sawit di pabrik bertujuan untuk memperoleh minyak sawit yng berkualitas baik. Adapun proses pengolahannya diawali dari pengangkutan TBS ke pabrik lalu TBS ditampung sementara pada *loading ramp* sebelum di olah, kemudian TBS di rebus pada stasiun *sterilizer*, setelah di rebus brondolan dipisahkan dari janjangan buah kelapa sawit pada stasiun *therses*, kemudian dilakukan pelumatan buah di stasiun *digester* dan pengepresan di *screw press* dan dimurnikan di stasiun *klarifikasi* untuk mendapatkan minyak tanpa kotoran. stasiun *klarifikasi* merupakan tempat pemurnian minyak dari padatan lainnya dengan menggunakan prinsip *sedimentasi*, *filtrasi*, *sentrifugasi*, dan *pengeringan* .cairan yang keluar dari alat kempa terdiri dalam campuran minyak, air,dan padatan bukan minyak *non oil solod* (NOS). (Risza 1994).

Salah satu alat dalam pengolahan kelapa sawit ialah *digester*. *Digester* merupakan sebuah tabung silinder berlapis dan mempunyai poros putar yang dilengkapi dengan pisau pengaduk buah yang masuk kedalam *digester* akan dilumatkan oleh pisau - pisau (*long arm dan short arm*) yang berputar. Pisau - pisau ini dibuat bersilang antara satu dengan yang lainnya agar daya aduk pisau ini cukup besar dan letak pisau dibuat miring, sehingga buah yang diad uk turun naik agar proses pelumatan menjadi lebih sempurna serta membuat pericarp pecah dan terlepas dari bijinya. Alat ini berfungsi untuk melumatkan daging buah, memisahkan daging buah dengan biji, dan mempermudah melumatkan buah dalam *screw press* (Susanti 2015).*Digester* dilengkapi dengan system pemanasan mantel (*steam jacket*) yang berguna untuk mempertahankan dan menaikkan suhu adonan dalam ketentuan dengan cara injeksi uap kedalam mantel.Proses pelumtan dibantu Pemanasan yang memiliki themperatur 90-95 %.

Proses pelumatan pada *digester* dibantu oleh steam bertekanan tinggi yang berasal dari BPV (*Back Pressure Vessel*) yang dihasilkandari boiler. Kebutuhan *steam* adalah panas yang dibutuhkan pada suatu proses pengolahan. Jika *steam* yang diinjeksikan berlebih maka dapat mengakibatkan kandungan minyak yang terdapat didalam buah kelapa sawit rusak dan terikut oleh air kondensat sehingga rendemen minyak pabrik tidak tercapai. Apabila *steam* yang diberikan ke *digester* tidak tepat maka sulit untuk memisahkan minyak dari daging buah serta viskositas (kekentalan) minyak didalam daging buah masih tinggi dan minyak belum mencair.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian ini yakni:

1. Berapakah jumlah panas yang diserap pada proses pelumatan buah kelapa sawit di unit *digester* ?
2. Berapakah jumlah steam yang dibutuhkan untuk melumatkan buah kelapa sawit pada unit *digester*?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yakni:

1. Mengetahui jumlah panas yang di serap pada proses pelumatan buah kelapa sawit di unit *digester*.
2. Mengetahui kebutuhan steam untuk melumatkan buah kelapa sawit pada unit *digester*.

II. STUDI PUSTAKA

Dalam menentukan pengaturannya antar Kelapa sawit pertama sekali di perkenalkan di Indonesia oleh

pemerintah kolonial Belanda pada tahun 1848. Ketika itu ada empat batang bibit kelapa sawit yang dibawa dari Mauritius dan Amsterdam untuk ditanam di Kebun Raya Bogor. Perkebunan kelapa sawit pertama berlokasi di Pantai Timur Sumatera (Deli) dan Aceh. Luas areal perkebunannya saat itu sebesar 5.123 ha. Indonesia mulai mengeksport minyak sawit pada tahun 1919 sebesar 576 ton ke negara - negara eropa, kemudian tahun 1923 mulai mengeksport minyak inti sawit sebesar 850 ton. (Fauzi, 2012). Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* jacq) merupakan tanaman industri penghasil minyak masak, minyak industri, dan bahan bakar (biodiesel). Selain itu, kelapa sawit merupakan bahan baku untuk industri sabun, industri lilin, industri pembuatan lembaran-lembaran timah, dan industri kosmetik. Produktivitas dari perkebunan kelapa sawit menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan yang sudah lama terbenakalai dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Tanaman kelapa sawit termasuk kedalam tanaman berbiji satu (monokotil) yang memiliki akar serabut. Buah kelapa sawit digolongkan sebagai buah drupe. susunan buah kelapa sawit yaitu pericarp (daging buah) yang terbungkus oleh *eksocarp* (kulit), *mesocarp*, dan *endocarp* (cangkang) yang membungkus 1- 4 inti atau kernel. Tandan buah kelapa sawit terdiri dari dua ribu buah sawit dengan tingkat kematangan yang bervariasi. Tandan yang dianggap matang atau layak panen dicirikan dengan tandan yang berwarna merah jingga yang menandakan adanya kandungan karotene. Buah yang masih muda berwarna hijau pucat, semakin tua warnanya menjadi hijau hitam hingga kuning. Buah sawit yang masih mentah berwarna hitam. Kriteria kematangan buah dalam panel ditentukan berdasarkan berondolan yang jatuh ke area piringan *nut loss* , karena *nut* pecah dan *nut* utuh merupakan parameter dari efisiensi kerja *ripple mill*.

1. Dura

Dura memiliki tempurung yang tebal 2 - 8 mm dan tidak terdapat lingkaran serabut pada bagian luar tempurung. Daging buah relatif tipis, yaitu 35 - 50% terhadap buah dan kernel (daging biji) besar dengan kandungan minyak rendah.

2. Pisifera

Pisifera memiliki ciri seperti ketebalan tempurung sangat tipis, bahkan hampir tidak ada dan memiliki daging buah tebal, lebih tebal dari daging buah dura. Daging biji sangat tipis dan tidak dapat diperbanyak tanpa menyilangkan dengan jenis lain.

3. Tenera

Tenera merupakan hasil persilangan antara dura dan pisifera. Ketebalan tempurung sangat tipis (0,5 - 4 mm) dan memiliki lingkaran serabut disekeliling tempurung. Daging buah sangat tebal (60 - 96 %) dan tandan buah lebih banyak, tetapi ukurannya relatif lebih kecil. Tenera memiliki kadar minyak yang tinggi.

b. Varietas berdasarkan warna kulit buah

1. Nigrescens

Warna buah muda : ungu kehitam – hitaman

Warna buah masak : jingga kehitam – hitaman

Digester merupakan sebuah tabung silinder berlapis dan mempunyai as putar yang dilengkapi dengan pisau pengaduk. Pisau - pisau ini dibuat bersilang antara satu dengan yang lainnya agar daya aduk pisau ini cukup besar dan letak pisau dibuat miring, sehingga buah yang diaduk turun naik agar proses pelumatan menjadi lebih sempurna serta membuat *pericarp* pecah dan terlepas dari bijinya. Didalam proses *digester* sebagian telah terjadi pemisahan antara cairan dengan padatan sehingga membentuk adonan. Alat ini berfungsi untuk melumatkan *Loose Fruit* sebelum diproses di dalam mesin *screw press*. Tujuan pelumatan ini adalah membuka daging buah (*mesocarp*), sehingga mempermudah dalam proses pengempaan (*pressing*). (Susanti dan Rahmadani, 2015).

Electromotor merupakan salah satu bagian yang terpenting dalam permesinan. Alat ini berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator atau dinamo. Elektromotor di pabrik kelapa sawit ini nantinya akan menggerakkan mesin *digester*. Karena mesin ini mempunyai batas maksimal, maka ada baiknya tidak mengisi *digester* terlalu penuh. Bukan hanya mempunyai batas maksimal, namun *digester* yang terlalu penuh juga akan berpengaruh pada kerja *screw press* nantinya *digester* selain melumatkan juga memisahkan minyak dan *screw press* melanjutkan proses yang tak mampu dicapai *digester*. Pengendalian *lossis* ampas kempa sangat dipengaruhi oleh kinerja *digester*, semakin daging buah lumat semakin banyak minyak yang terpisah dan semakin mudah juga proses pengempaan di *screw press* (Zakaria, Putra. 2014.).

Steam Injection

Steam Injection berfungsi mendistribusikan steam ke digester untuk mengkondisikan proses pelumatan di 95°C. Saat ini pemanasan umumnya menggunakan steam injeksi langsung untuk mempercepat tercapainya suhu kerja ideal. Posisi penempatan steam injeksi ada 2 titik yaitu dinding silinder sekitar 30 cm dari base plate yang terdistribusi minimal 4 titik merata dan yang kedua di base plate yang posisinya terdistribusi merata 4 titik. Pemakaian steam jacket umumnya sudah ditinggalkan mengingat temperatur kerja lebih lama dicapai jika dibandingkan dengan injeksi langsung. Pemakaian injeksi langsung juga bertujuan untuk sesegera mungkin mencapai temperatur kerja sebelum MPD meninggalkan digester menuju screw press. Mesin Digester yang digunakan menggunakan mesin type TANER yang dilengkapi dengan 5 set pisau pengaduk dan 1 set pisau lempar, dalam penggunaan yang normal pisau adukan susunan teratas tidak layak pakai, praktisnya dibuka dan disimpan sebagai suku cadang. Mesin dioperasikan terlebih dahulu, lalu dimasukkan steam dengan temperatur lebih kurang 95°C melalui pipa masuk (*inlet pipe*). Setelah suhu di dalam tabung digester merata, buah brondolan dimasukkan ke dalam digester melalui conveyor. Dengan adanya elektromotor yang dihubungkan ke roda gigi reducer melalui sabuk dan selanjutnya daya dan putaran diteruskan oleh kopling ke poros utama, putaran yang sampai pada poros utama 23 rpm, sedangkan putaran pada proses elektromotor adalah 1500 rpm. Hal ini disebabkan karena perbandingan putaran sabuk diperkecil menjadi 1:1,5 sehingga putaran yang sampai pada satu poros hanya 1000 rpm, putaran ini diperkecil lagi oleh roda gigi reducer sehingga yang sampai pada poros utamanya hanya 23 rpm. Di dalam mesin ini brondolan diaduk dengan menggunakan pisau yang ada pada poros.

utama. Di dalam mesin *digester* juga dilengkapi dengan pisau tetap yang berfungsi sebagai stater. Jadi buah atau brondolan tidak di putar melainkan dibenturkan dengan mesin tetap, dengan pisau-pisau inilah akan memecah atau membukakan susunan daging buah dan juga melunakkan buah dengan sempurna. *Steam* yang masuk melalui inlet pipe dapat diatur dengan memutar katup uap (*steam valve*).

Adapun tujuan dari proses pelumatan brondolan pada digester adalah sebagai berikut :

1. Mencegah terjadinya penumpukan dalam digester sehingga lebih mudah bergerak terutama ke dalam alat kempa.
2. Memindahkan panas dari mantel, yakni mengatur agar adonan berganti dan dalam mengabsorpsi panas.
3. Untuk melumatkan buah sehingga lebih mudah dikempa di *screw press*, dan kehilangan minyak yang terjadi semakin kecil. Mengeluarkan minyak dipermukaan sel yang pecah (Sukarman 2010)

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. Inti Mitra Sawit Lestari Kabupaten Langkat Sumatera Utara. Pengamatan penelitian dilakukan selama praktek kerja lapangan pada periode 05 Juli 2021 – 05 Agustus 2022 dan periode penelitian 21 Maret 2022 – 26 Maret 2022.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada dalam penelitian ini adalah alat

Digester adalah alat pencacah yang berfungsi untuk melumatkan buah agar mudah dalam proses pengepresan yang digunakan yaitu :

- a. Buah Kelapa Sawit (Brondolan) sebagai bahan olahan pada proses pelumatan yang telah melewati

proses perebusan dan pemipilan.

- b. *Steam* (Uap air) *Steam* sebagai media penghantar panas, steam yang digunakan berasal dari proses pengolahan boiler.

C. Prosedur Kerja Penelitian

1. brondolan yang telah terpisah dari proses *threshing* masuk kedalam digester dengan laju massa brondolan yang ditimbang sebesar 8400 kg/jam dengan suhu 90-95°C
2. brondolan yang masuk lalu dilumatkan dengan pisau pencacah dengan bantuan steam secara langsung hingga 20 menit.
3. Steam yang masuk bertekanan 2,343 kg/cm² dengan suhu 125°C
4. Saat pengadukan terkadang terjadi kebocoran steam yang lolos pada saat proses Pengambilan sampel berupa hasil keluaran pemecahan *nut*.
5. Selama 1 jam apabila buah kelapa sawit banyak mengeluarkan minyak maka dibuka katub palm oil selama 5 menit untuk mengurangi kerja Digester.
6. Setelah 1 jam chutr dibuka untuk mengalirkan keluaran ke screw press dengan suhu 95°C.

D. Prosedur kerja di Laboratorium

1. sampel buah kelapa sawit dari *thresher* diambil
2. cawan porselin kosong diambil, lalu dicatat beratnya.
3. Sampel buah kelapa sawit dari *thresher* yang tertimbang sebanyak 500 gram kemudian diranjang kecil kecil dengan pisau hingga terpah antara daging buah dengan biji dan selanjutnya dimasukkan kedalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya. Lalu sampel buah kelapa sawit dipanaskan kedalam oven dengan suhu 130°C selama 3 jam untuk mengetahui kadar airnya.
4. Sampel buah kelapa sawit dikeluarkan dari oven lalu di dinginkan di desikator selang kurang lebih 15 menit dan kemudian daging buah yang kering dihaluskan dengan mortar dan alu.
5. Sampel buah kelapa sawit yang kering pada biji dan daging buah yang telah halus di letakkan diatas kapas, lalu di tutup kemudian dimasukkan ke thimble lalu di masukkan lagi kapas kedalam thimble.
6. Labu alas bulat kosong ditimbang, lalu di catat beratnya.
7. N-heksan dimasukkan 250 ml kedalam labu alas bulat.
8. Dirangkai labu alas bulat pada alat ekstraksi sokletasi.
9. Thimble yang berisi sampel daging buah dan biji yang kering dimasukkan kedalam alat soklet dan di ekstraksi selama 4 jam
10. Minyak yang diperoleh kemudian didinginkan, lalu ditimbang berat minyak yang diperoleh.

E. Analisa Data

1) menghitung massa komposisi brondolan

$$M_{\text{Komponen brondolan}} = \% \times \text{massa bahan brondolan}$$

2) perhitungan panas yang diserap oleh brondolan

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

3) menghitung λ_{steam}

$$\lambda_{\text{steam}} = H_{\text{Steam}} - H_{\text{condensat}}$$

4) Menghitung jumlah steam yang dibutuhkan pada digester

$$m_{\text{steam}} = \frac{Q_4 - Q_1}{\lambda_s}$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

- Melakukan pengamatan langsung kelapangan dan oreantasi pabrik guna untuk mendapatkan informasi dan data-data yang diperlukan sehubungan dengan permasalahan.
- Mempelajari proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak mentah (CPO) dan inti kelapa sawit
- Pengambilan data *digester* yang menyangkut jumlah pemakaian steam pada saat pelumatan brondolan kelapa sawit, yaitu:

a.Massa brondolan buah kelapa sawit (m)

Tekanan *Steam* (P)

c.Temperatur yang meliputi temperatur awal dan akhir serta selisih temperatur(⁰)

Table 4.1 Data hasil pengambilan sampel selama 6 hari

Data	Brondolan				Steam		
	M _{Brondolan yang ditimbang} (kg/jam)	T ₁	T ₂	ΔT	Ps	Ts	Tc
		(°C)	(°C)	(°C)	(kg/cm ²)	(°C)	(°C)
1	8400	61	92	36	2,343	125	83
2	8400	55	91	40	2,343	125	83
3	8400	58	93	44	2,343	125	83

Tabel 4.2 Hasil analisa mesin Digester

Data	brondolan				Steam		Kondensat	Neraca Panas				M _{utan} (kg./jam)
	M (kg./jam)	T1 (°C)	T2 (°C)	ΔT (°C)	Ps (kg./jam)	Ts (°C)	Tc (°C)	Q1 (kkal./jam)	Q2 (kkal./jam)	Q3 (kkal./jam)	Q4 (kkal./jam)	
1.	8400	61	92	36	2,343	125	83	125.228,9808	120.521,5792	439,9980	245.310,5622	293,91392
2.	8400	55	91	30	2,243	125	83	132.565,356	109.523,84	439,9980	241.649,198	301,2826
3.	8400	58	93	44	2,343	125	83	145.821,8916	105.590,0184	439,9980	250.971,912	239,97840

Mesin *digester* merupakan alat pencacah atau pelumat buah kelapa sawit (brondolan) yang berupa tangki vertikal yang dilengkapi dengan lengan-lengan pencacah yang berada pada bagian dalam *digester*. Tujuan dari pelumatan buah kelapa sawit (brondolan) adalah untuk menghancurkan buah kelapa sawit sehingga daging buah lepas dari biji agar minyak dapat keluar sebanyak-banyaknya ketika dilakukan proses pengempaan. Untuk mempermudah proses pelumatan diperlukan panas yang diberikan secara langsung. Tujuan dari pemanasan pada *digester* adalah untuk memecahkan sel-sel minyak yang terkandung dalam daging buah sehingga pada proses pengutipan minyak oleh *screw press* didapatkan hasil yang maksimal dan kondisi fiber tidak akan basah karena kandungan minyak yang ada telah dipisahkan dengan baik. Maka dari itu, temperatur pada *digester* harus selalu dipertahankan pada temperatur 90-95°C. Dengan proses pelumatan ini diharapkan tidak ada lagi brondolan yang utuh. pada alat ini telah banyak mengalami *losses* disebabkan alat sudah semakin tua sehingga kinerja alat berkurang. Uap/*steam* merupakan hasil dari proses perubahan secara fisika pada zat cair, dimana zat tersebut mengalami perubahan dikarenakan adanya panas yang diberikan. Salah satu alat yang digunakan yaitu ketel uap. Ketel uap merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengubah energi air menjadi energi potensial uap dengan bantuan panas hasil pembakaran cangkang dan *fiber*, yang kemudian uap tersebut akan digunakan untuk membangkit tenaga listrik (dengan menggunakan turbin uap) serta mensuplai uap untuk kebutuhan proses pengolahan di pabrik. Kemampuan ketel uap menghasilkan uap dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya pengoperasian, karakteristik bahan bakar, jenis ketel dan sistem pembakaran dalam dapur. Kemampuan air untuk menyerap panas sangat besar dibandingkan dengan senyawa an-organik lainnya. Jika dipanaskan, air dengan mudah menguap membentuk *steam*. *Steam* ini mempunyai kemampuan untuk membawa panas dan energi dalam jumlah besar. Harga air juga relatif lebih murah, karena itu air sangat ideal untuk digunakan dalam proses pemanasan dan membangkitkan listrik.

Perhitungan neraca energi pada *digester*, didapatkan bahwa panas yang diserap bahan olahan (brondolan) adalah sebesar 125.228,9808 kkal/jam. Dari umpan brondolan sebanyak 8400 Kg/Jam. Saat Umpan masuk

diberi *Steam* sebesar 2,343 Kg/cm². Pada saat pelumatan suhu yang digunakan sebesar 125°C. Kemudian menghasilkan produk yaitu kernel dan serabut dengan suhu 83°C dengan panas brondolan yang keluar dari unit *digester* yaitu sebesar 245.310,5622 kkal/jam. Massa *steam* yang digunakan untuk membantu pelumatan brondolan dalam waktu 1 jam yaitu 293,91392 kkal/jam. Maka nilai panas / kalor yang

dibutuhkan pada proses pelumatan brondolan kelapa sawit di *digester* yaitu sebesar 120.521,5792 kkal/jam

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemakaian *steam* yang dibutuhkan digester pada proses pelumatan buah kelapa sawit dengan basis waktu pengambilan data selama 1 jam sebanyak 8400 Kg/Jam di pabrik kelapa sawit adalah 293,91392 $\frac{\text{Kkal}}{\text{jam}}$
2. Dengan jumlah Panas yang dilepas *steam* 120.521,5792 $\frac{\text{Kkal}}{\text{jam}}$ dan besarnya panas yang diserap berondolan adalah 125.228,9808 $\frac{\text{Kkal}}{\text{jam}}$ untuk menaikkan suhu dari 61°C menjadi 92 °C.

B. Saran

Untuk proses pelumatan buah kelapa sawit di *digester*, jumlah *steam* yang disuplai harus diperhatikan, sebab penggunaan yang tidak tepat dapat menyebabkan :

- a. Kehilangan minyak pada buah semakin tinggi
- b. Terganggunya proses pelumatan

VI. UCAPAN TERIMAKASIH (Optional)

Dalam kesempatan ini, tim penulis/peneliti mengucapkan terimakasih sebesar besarnya kepada Bapak Poltak Evencud Hutajulu, ST,MT selaku direktur PTKI Medan, serta semua pihak yang telah berpartisipasi dalam pembuatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Fauzi, Yan. 2012. *"Kelapa Sawit"*. Jakarta : Penebar Swadaya

Fauzi, Yan. 2008. *"Kelapa Sawit: Budi Daya, Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran"*. Jakarta : Penebar Swadaya.

Febrina, W., & Arif, M. 2017. Pemakaian Steam Pada Proses Pemurnian Minyak Kelapa Sawit. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi Dan Industri (SNTIKI)* 9, 501–504.

Ketaren, S. 2008. *"Minyak dan Lemak Pangan"*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.

Ketaren, S. 1986. *"Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan"*. Jakarta : UI Press.

Mangoensoekarjo, S. 2003. *"Manajemen agribisnis Kelapa Sawit"*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.

Kelapa Sawit". Medan : Pusat Penelitian Kelapa Sawit : Medan.

Pohan, I. 2008. *"Panduan Lengkap Minyak Kelapa Sawit"*. Jakarta : Penebar Swadaya.

Rachmat, Deni. 2019. *Modifikasi Pengaturan Steam Injection Valve Pada Digester Pabrik Kelapa Sawit*. Jurnal Vokasi Teknologi Industri, Vol. 1, No.1

Rahardja, I. B., Mahfud, A., & Bawana, P. D. 2021. "Pengaruh Penggunaan Boiler 20 Ton Uap / Jam Terhadap Kenaikan Kapasitas Pabrik 40 Ton / Jam Pabrik Minyak Kelapa Sawit (Pmks) Xyz". *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 13(2), 227–236.

Reklaitis, G.V & Daniel R. Schneider. 1942. *"Introduction to Material and Energy Balances"*. USA : Jhon Wiley & Sons, INC

Rustam. 2011. *"Buku Pintar Kelapa Sawit"*. Jakarta : PT. Agromedia

Pustaka.Seto, S. 2001. *"Pangan dan Gizi"*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Seto, S. 2001. *"Pangan dan Gizi"*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Sibuea, Posman. 2014. *"Minyak Kelapa Sawit"*. Jakarta : Erlangga