

MESIN KEMPA TIPE ULIR TUNGGAL UNTUK MENGEMPA RAJANGAN TANDAN KOSONG SAWIT

Purboyo Guritno dan Diwan Prima Ariana

ABSTRAK

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa tandan kosong sawit (TKS) dapat dimanfaatkan untuk produksi pulp dan berbagai jenis kertas. Di dalam percobaan skala pilot yang telah dilakukan TKS dirajang secara manual dengan panjang 3-5 cm. Walaupun demikian, hal ini tidak mungkin dilakukan dalam pembuatan pulp dan kertas secara komersial.

TKS segar mengandung kadar air dan kotoran yang terlarut di dalamnya. Kedua kandungan ini akan mempengaruhi mutu bahan baku, sehingga penurunan kadar air dan kotoran perlu dilakukan.

Mesin kempa tipe ulir tunggal dirancang bangun untuk menurunkan kadar air dan kotoran di dalam TKS. Sebelum dikempa dalam uji coba mesin kempa, TKS dirajang dengan menggunakan mesin perajang hasil rancang bangun Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Hasil uji coba menunjukkan bahwa dengan lebar bukaan cone head antara 5-6 cm, kapasitas mesin adalah 2 ton rajangan TKS/jam dengan kemampuan menurunkan kadar air berikut kotoran yang terlarut dalam air sebesar 50%. Di samping mampu menurunkan kadar air, secara bersamaan minyak sawit di dalam rajangan TKS juga dikeluarkan sebanyak 52%.

Perolehan minyak sawit dari hasil pengempaan akan menambah keuntungan bagi pabrik minyak sawit di samping menjual rajangan TKS yang telah dikempa. Selama uji coba, mesin berjalan dengan baik.

Kata kunci: tandan kosong sawit, minyak sawit, pulp, kertas

PENDAHULUAN

Industri perkebunan kelapa sawit menghasilkan limbah yang jauh lebih besar dibandingkan komoditas perkebunan lainnya (5). Salah satu limbah padat yang dihasilkan industri kelapa sawit adalah berupa tandan kosong sawit (TKS). TKS tersedia di pabrik kelapa sawit yang jumlahnya diperkirakan sebesar 20% dari tandan buah segar (TBS) yang diolah.

Ketersediaan TKS tahun 1995 diperkirakan 1,9 juta ton kering atau setara dengan 4 juta ton basah. Ketersediaan ini akan terus meningkat dengan pertambahan luas areal kelapa sawit (2). Pemanfaatan TKS pada saat ini masih sangat terbatas dan nilai ekonomi-

nya hampir tidak ada. Saat ini, umumnya TKS dibakar di *incenerator* dan abunya dimanfaatkan sebagai pupuk kalium. Cara ini akan dilarang di masa mendatang karena mencemari udara, di samping itu biaya perawatan *incenerator* cukup tinggi. Pemanfaatan yang lain adalah untuk mulsa di perkebunan sawit. Walaupun demikian masalah biaya angkut dari pabrik ke kebun dan penyebarannya di kebun masih cukup tinggi.

Pemanfaatan lain yang mempunyai prospek cukup tinggi adalah untuk pembuatan berbagai jenis pulp dan kertas. Penelitian skala laboratorium dan skala pilot telah dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TKS dapat dipakai sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas cetak dan

kertas kantong semen (3,4). Kekuatan dari pulp dan kertas yang dihasilkan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Pada percobaan sebelumnya cara penyiapan bahan baku TKS, yaitu dengan merajangnya secara manual dengan panjang 3-5 cm. Rajangan ini kemudian dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari. Untuk memudahkan dalam pengangkutan serta akan memperpanjang daya simpannya. Cara pengeringan ini tentunya akan sangat sulit dilakukan karena di samping membutuhkan tenaga manusia yang banyak untuk merajang dan juga membutuhkan waktu yang lama karena sangat tergantung pada cuaca. Untuk mengatasi hal tersebut di atas alat perajang TKS telah dirancang bangun dengan memodifikasi alat *monomuncher* oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Alat berjalan dengan baik dengan hasil rajangan antara 3-5 cm dan kapasitas alat adalah 4,5-5,0 ton/jam.

Hasil rajangan TKS masih mengandung air sekitar 70% dan masih mengandung kotoran yang terlarut dalam air. Untuk memperoleh bahan baku yang bersih yaitu bebas kotoran yang terkandung di dalam air serta menurunkan kadar air, pengempaan secara mekanis sangat diperlukan. Pengempaan secara mekanis secara langsung akan mengeluarkan minyak yang terkandung di dalam TKS. Minyak yang merupakan hasil samping proses pengempaan TKS diharapkan akan memberikan keuntungan ekonomi.

Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun mesin kempa rajangan TKS untuk menurunkan kadar air dan kotoran yang terkandung di dalamnya.

BAHAN DAN METODE

Dasar-dasar perancangan mesin kempa

Mesin kempa (pres) rajangan TKS dirancang berdasarkan pengempaan sistem

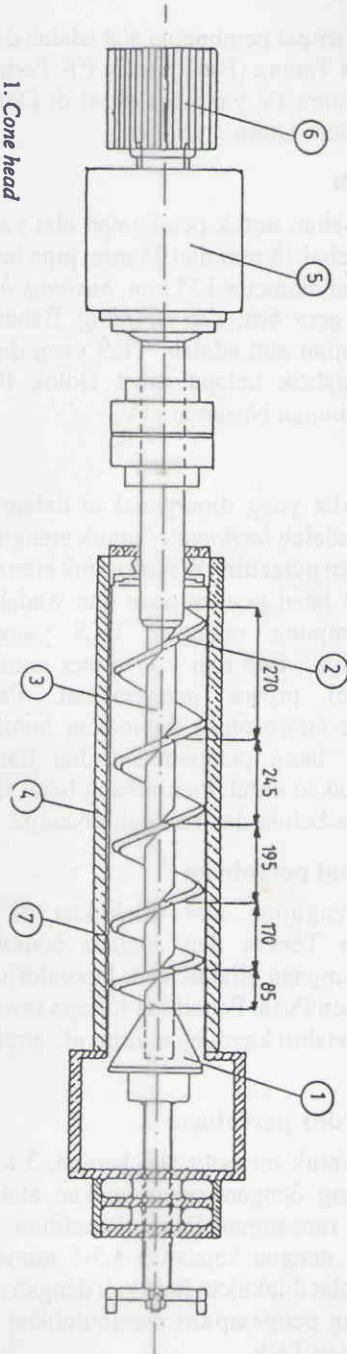
kontinu. Mesin kempa tipe ulir tunggal digunakan untuk mengempa rajangan TKS. Gaya yang diberikan kepada rajangan TKS untuk mengeluarkan cairan yang dikandungnya terjadi melalui gesekan antar rajangan TKS selama berjalan di dalam mesin kempa serta gesekan antara rajangan TKS dengan dinding mesin. Gaya gesek antar rajangan TKS dengan dinding mesin akan semakin besar dengan adanya tekanan balik yang disebabkan penyempitan dari *cone head*. Gaya-gaya yang bekerja terhadap rajangan TKS akan memaksa cairan berikut kotoran yang terlarut ke luar. Cairan tersebut ke luar melalui dinding alat yang telah dilubangi di seluruh permukaannya.

Gambar 1 memperlihatkan mesin kempa yang dirancang. Bagian yang terpenting dari mesin kempa yaitu *hopper* tempat masuknya rajangan TKS ke mesin kempa, ulir, dinding mesin kempa yang telah dilubangi, ruangan pengempaan, dan *cone head*. Diameter ulir adalah 300 mm. Jarak antar dua daun ulir semakin pendek dengan arah keluarnya rajangan TKS. Hal ini dimaksudkan agar tingkat pengempaan bertambah dengan laju keluarnya rajangan TKS. Dinding alat kempa yang telah dilubangi dengan diameter 3 mm berfungsi untuk mengeluarkan cairan. Ruangan pengempaan dengan diameter 346 mm dan panjang 1310 mm adalah tempat seluruh proses pengempaan berlangsung.

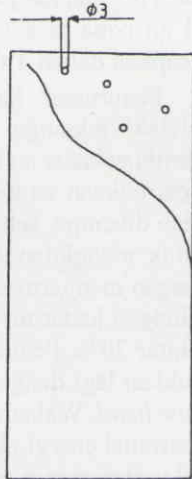
Spesifikasi mesin kempa rajangan TKS dengan menggunakan ulir tunggal adalah sebagai berikut:

Diameter poros	= 100 mm
Diameter ulir	= 300 mm
Diameter lubang di dinding	= 3 mm
Panjang ulir	= 1310 mm
Motor penggerak	= 22 KW, 3 fasa, power faktor (cos ϕ) = 0,86)
Kecepatan putar ulir	= 15 rpm.

1. Cone head
2. Uilir
3. As utama
4. Penutup mesin kempa
5. Gear Box
6. Motor listrik
7. Saringan



Tampak atas mesin kempa tipe ulir tunggal
Front View of single screw press



Detail saringan (7)
Screen detail (7)

Gambar 1. Mesin kempa tipe ulir tunggal
Figure 1. Single screw press

Tempat pembuatan alat adalah di Pabrik Mesin Tenera (PMT) milik PT. Perkebunan Nusantara IV yang berlokasi di Dolok Ilir, Sumatera Utara.

Bahan

Bahan untuk pembuatan alat yaitu plat baja tebal 18 mm dan 25 mm, pipa besi pejal dengan diameter 125 mm, *bushing*, *bearing*, *gear*, *gear box*, dan *coupling*. Bahan untuk pengujian alat adalah TKS yang diperoleh dari pabrik kelapa sawit Dolok Ilir, PT. Perkebunan Nusantara IV.

Alat

Alat yang dipergunakan dalam percobaan adalah *tachometer* untuk mengukur kecepatan putar ulir. Wadah untuk menampung cairan hasil pengempaan dan wadah untuk menampung rajangan TKS yang telah dikempa. *Amp* dan *Volt* meter untuk mengontrol proses pengempaan. Pengukur waktu (*stopwatch*) digunakan untuk mengukur lama pengempaan dan timbangan digunakan untuk menimbang berat rajangan TKS sebelum dan sesudah dikempa.

Tempat percobaan

Pengujian alat dilakukan di Pabrik Mesin Tenera dan analisis contoh hasil pengempaan dilakukan di laboratorium Pascapanen Pusat Penelitian Kelapa sawit untuk mengetahui kandungan minyak, air, dan kotoran.

Prosedur percobaan

Untuk menguji alat kempa, 3 ton TKS dirajang dengan menggunakan alat rajang hasil rancangan Pusat Penelitian Kelapa Sawit dengan kapasitas 4,5-5 ton/jam. Uji coba alat dilakukan lima kali dengan masing-masing pengempaan membutuhkan 600 kg rajangan TKS.

Sebelum dikempa, rajangan TKS diambil untuk dianalisis kadar air dan kadar

minyak demikian juga untuk contoh rajangan TKS setelah dikempa. Pengumpanan rajangan TKS melalui hopper dilakukan secara teratur dan tetap. Cairan yang keluar dari alat kempa melalui dinding alat. Penentuan kadar minyak, air, dan kotoran dilakukan dengan metode standar (1). Cara pengumpanan rajangan TKS selama uji coba dilakukan secara manual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui kinerja mesin pengempa, pengujian dilakukan sebanyak lima kali. Berbagai penyempurnaan mesin kempa dilakukan selama uji coba seperti tempat pengeluaran hasil pengempaan rajangan TKS dan tempat keluarnya minyak. Hasil uji coba mesin kempa tipe ulir tunggal disajikan dalam Tabel 1.

Penurunan kadar air rajangan TKS setelah dikempa adalah 50%. Namun demikian kadar air ini pada umumnya berada dipermukaan serat-serat rajangan TKS yang telah dikempa, sehingga akan memudahkan untuk menghilangkannya. Hal ini terbukti dengan mengeringkannya selama 2-3 jam sehingga kadar air rajangan TKS mencapai sekitar 20%. Penurunan kadar air dapat dinaikkan lagi dengan mempersempit bukaan *cone head*. Walaupun demikian, di samping konsumsi energi akan bertambah juga produktivitas mesin akan menurun serta akan

Tabel 1. Hasil analisis rajangan TKS selama proses pengempaan

Table 1. Analysis results of chipped EFB during pressing

Analisis Analyses	Sebelum pengempaan Before pressing	Setelah pengempaan After pressing
Kadar air (%) Moisture content (%)	72,58	36,31
Kadar minyak (% basis kering) Oil content (% dry basis)	6,30	3,07

menimbulkan panas akibat dari gesekan antara rajangan TKS dengan dinding mesin kempa dan antar rajangan TKS itu sendiri, sehingga merusak sifat kimia dan fisika serat TKS juga akan merusak morfologi serat.

Kapasitas mesin pengempaan adalah 2 ton TKS/jam dengan lebar bukaan *cone head* antara 5-6 cm. Jarak ini adalah jarak antara permukaan *cone head* dengan permukaan luar mesin kempa. Pengumpanan rajangan TKS ke mesin kempa harus secara kontinyu dan perlahan-lahan. Secara visual setelah proses pengempaan, rajangan TKS tampak berwarna bersih dibanding sebelum dikempa. Ujung dari TKS yang keras dan runcing, setelah dikempa menjadi agak lunak dan seratnya terurai. Hal ini tentunya akan meningkatkan rendemen dalam pembuatan pulp.

Analisis cairan menunjukkan bahwa kadar kotoran yang terlarut dalam cairan hasil pengempaan adalah 4,77% dari berat cairan dan kadar air sebesar 87,63%. Selain kotoran dan air, secara bersamaan minyak juga dikeluarkan sebanyak 7,60% dari berat cairan. Perolehan minyak ini menjadi pendapatan tersendiri di samping penjualan rajangan TKS yang telah dikempa. Jika diasumsikan 20% TBS adalah TKS maka pada proses pengempaan ini dengan kondisi operasi seperti tersebut di atas, minyak yang diperoleh adalah 0,17% terhadap TBS.

Analisis ekonomi

Di dalam analisis ekonomi penyediaan bahan baku rajangan TKS untuk pembuatan pulp digunakan beberapa asumsi sebagai berikut:

1. Persentase berat TKS dari TBS = 20 %
2. Kapasitas mesin kempa tipe ulir tunggal = 2 ton TKS/jam = 1 ton TBS/jam
3. Jam olah pabrik kelapa sawit per hari = 15 jam
4. Banyaknya *shift* per hari = 2 *shift*

5. Kebutuhan tenaga kerja per *shift* = 2 orang
6. Pabrik kelapa sawit berkerja per tahun = 300 hari

Biaya investasi mesin

Harga mesin kempa tipe ulir tunggal berikut alat perjang TKS = Rp150.000.000,00

Biaya operasi mesin

- Biaya perawatan selama satu tahun diasumsikan sebesar 10% dari harga mesin = 10% x Rp 150.000.000,00 = Rp 15.000.000,00
- Upah pekerja diasumsikan Rp 5000,00/orang = 2 orang/*shift* x 2 *shift* x 300 hari x Rp 5000,00/orang/hari = Rp 6.000.000,00
- Biaya penyusutan mesin 10% = 10% x Rp150.000.000,00 = Rp15.000.000,00
- Total biaya operasi mesin = Rp 15.000.000,00 + Rp 6.000.000,00 + Rp 15.000.000,00 = Rp 36.000.000,00.
Total biaya investasi dan operasi mesin per tahun = Rp 150.000.000,00 + Rp 36.000.000,00 = Rp 186.000.000,00

Penerimaan

Hasil uji coba mesin kempa rajangan TKS menunjukkan bahwa mesin mampu mengeluarkan minyak yang terkandung di dalam rajangan TKS sebesar 0,17% dari berat TBS. Dari asumsi perhitungan ekonomi di atas dan data hasil percobaan, maka perolehan minyak sawit mentah per tahun adalah = 0,17% x 10 ton TBS/jam x 15 jam/hari x 300 hari/tahun = 76,50 ton/tahun. Seandainya harga minyak sawit mentah = Rp 1.000.000,00/ton, maka penerimaan pabrik kelapa sawit dari hasil penjualan minyak sawit mentah adalah = 76,50 ton x Rp 1.000.000,00/ton = Rp 76.500.000,00.

Hasil uji coba mesin menunjukkan bahwa mesin mampu menurunkan kadar air sebesar 50% dari kadar air awal rajangan TKS = 72,58%. Sehingga dalam setahun mesin kempa dengan kapasitas 2 ton TKS/jam da-

pat menghasilkan rajangan TKS dengan kadar air 36,31 % = 2 ton TKS/jam x 15 jam x 300 hari x 0,65 = 5850 ton (0,65 adalah faktor konversi berat TKS setelah dikempa). Seandainya rajangan TKS yang telah dikempa dijual seharga Rp5,00/kg (Rp 5000,00/ton), maka pabrik kelapa sawit akan menerima uang dalam setahun sebesar = Rp 5000,00/ton x 5850/ton = Rp 29.250.000,00. Total penerimaan uang per tahun = Rp 105.000.000,00.

Investasi mesin sebesar Rp 150.000.000,00 akan terbayar selama lebih kurang 27 bulan. Laba yang diterima per tahun = Rp 105.000.000,00 - Rp36.000.000 = Rp69.000.000,00.

KESIMPULAN

Karena sifat fisika dan bentuk dimensi TKS berbeda dengan kayu, maka cara penyiapan bahan baku TKS untuk pulp dan kertas juga akan berbeda. Dalam penyiapannya TKS perlu dirajang terlebih dahulu dengan panjang 3-5 cm, kemudian dikempa karena kadar airnya yang tinggi dan mengandung kotoran yang terlarut di dalamnya.

Mesin kempa tipe ulir tunggal dirancang bangun untuk mengempa rajangan TKS. Hasil uji coba menunjukkan bahwa mesin dengan kapasitas 2 ton TKS/jam mampu menurunkan air sebesar 50% dan menurunkan kadar minyak 0,17% dari berat TBS yang diolah.

Mesin kempa yang dirancang bangun mempunyai kapasitas 2 ton TKS/jam, sedangkan untuk pabrik kelapa sawit dengan kapasitas 30 ton TBS/jam menghasilkan sekitar 6 ton TKS/jam. Untuk memproses seluruh TKS yang tersedia, maka perlu dirancang mesin kempa dengan kapasitas 6 ton TKS/jam atau mempunyai 3 unit mesin kempa kapasitas 2 ton TKS/jam.

Investasi mesin kapasitas 2 ton TKS/jam sebesar Rp150.000.000,00 akan terbayar selama **lebih** kurang 27 bulan. Laba yang diterima per tahun = Rp69.000.000,00 untuk mesin kempa dengan kapasitas 2 ton TKS/jam. Keuntungan dari sisi lain yaitu mengatasi masalah pencemaran lingkungan di pabrik kelapa sawit sehingga tercipta industri berwawasan ramah terhadap lingkungan.

Mesin kempa berikut mesin perajang TKS tidak saja berguna untuk penyiapan bahan baku untuk industri pulp dan kertas, tetapi dapat memudahkan dalam pemanfaatannya sebagai mulsa. Di samping itu juga rajangan TKS dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pembangkit uap yang selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh industri hilir yang jaraknya berdekatan dengan pabrik kelapa sawit seperti industri minyak inti sawit, rafinasi dan fraksinasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Manajer dan Staf Pabrik Mesin Tenera (PMT) Dolok Ilir PT Perkebunan Nusantara IV atas bantuannya dalam pembuatan mesin kempa dan pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA REFERENCES

1. AOCS. 1989. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society Section C. 4th Ed. Vol. 1. Arlington, Virginia.
2. DIREKTORAT JENDERAL PERKEBUNAN. 1994. Statistik Perkebunan Indonesia. Direktorat Jenderal Perkebunan. 77 hal.
3. GURITNO, P., DARNOKO, DASWIR, dan SOETRISNO. 1995. Pembuatan kertas kraft dari tandan kosong sawit pada skala pilot. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit 3(2):127-138.

4. GURITNO, P., DARNOKO, P.M. NAIBAHU, dan W. PRATIWI. 1995. Produksi pulp dan kertas cetak dari tandan kosong sawit pada skala pilot. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 3(1):89-100.
5. PAMIN, K., P. GURITNO, dan DARNOKO. 1995. Strategi pengelolaan limbah perkebunan kelapa sawit di Indonesia. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 3(2):47-53.

Single screw press for pressing chipped oil palm empty fruit bunches

Purboyo Guritno and Diwan Prima Ariana

Abstract

Previous investigations have shown that oil palm empty fruit bunches (EFB) can be utilized for pulp, kraft, and printing papers. In the past experiment, the EFB were cut manually into 3-5 cm long before digesting process. However, this method is difficult to apply at commercial scale. The fresh EFB contain relatively high moisture (about 70%) and dirt dissolved in the water. Therefore, cutting and pressing of EFB are necessary before being used in pulp and paper production.

Single screw press was designed for dewatering EFB. Before pressing, EFB were chipped using EFB chipper designed by Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI). The capacity of single screw press is 2 tonnes chipped EFB/h. The main parts of single screw press are hopper, pressing chamber, screw, and cone head.

During testing, the machine ran flawlessly. The moisture could be reduced to 50%. Besides reducing the moisture, the machine was simultaneously capable to extract the palm oil from the chipped EFB at about 52%. Thus, the palm oil will have two benefits, i.e. selling pressed EFB and palm oil residue.

Key words: oil palm empty fruit bunches, palm oil, pulp, paper

Introduction

Among other estate crops industries oil palm industry produces the most wastes (5). One of the solid wastes produced in the palm oil mill is EFB which are produced at about 20% of oil palm fruit bunches (FFB) processed. In 1995 there were 1.9 million tonnes EFB in dry basis or equivalent to 4 million tonnes FFB in wet basis (2). The present utilization of EFB is limited and their economic value is almost zero. At present, EFB are usually burnt in the incinerator and their ash is used as potash fertilizer. This method will be eventually prohibited due to air pol-

lution and also maintenance of the incinerator is quite high. The other utilization of EFB is used for mulching in the oil palm plantation. However, the cost of transportation and the distribution is costly.

The utilization of EFB for various pulp and paper making has a good prospect. Previous research conducted in the laboratory or pilot plant showed that EFB could be used as raw material for pulp and kraft and printing paper production (3, 4). The physical and chemical properties of the pulp and paper produced were in agreement with the Indonesian National Standard (SNI).

In the previous experiment, the method of EFB preparation for pulp and paper production was by manually cutting at 3-5 cm long. Then, chipped EFB were dried under the sun. These methods are difficult to be carried out in the commercial scale because it does not only requires a lot of labor but also the drying method is highly dependent on the weather condition. To alleviate those problems, the EFB chipper was designed by Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI) based on the modification of monomuncher. The EFB chipper runs with the capacity of 4.5-5 tonnes EFB/hour and the length of chipped EFB is 3-5 cm.

However, chipped EFB still contain a high quantity of moisture (70%) and dirt which is dissolved in the moisture. In order to reduce the water content and the dirt, chipped EFB has to be mechanically pressed with specially designed equipment. This process will simultaneously extract the palm oil residue contained in the EFB. By recovering the palm oil residue, the palm oil mill will expect to get an additional monetary benefit, besides selling pressed and chipped EFB.

The objective of this research was to design the pressing machine used for reducing moisture, dirt, and to obtain palm oil residue contained in the chipped EFB.

Materials and methods

Pressing machine

The pressing machine was designed based on a continuous pressing system, single screw press was used for pressing the chipped EFB. Force applied on the chipped EFB to reduce the moisture occurred through the friction among the individual chipped EFB and friction between chipped EFB and the machine wall. All these frictions increase as the cone head setting becomes

closer due to the increase of back pressure. The excessive friction acting on the chipped EFB force the moisture including dirt and palm oil residue to go off.

Figure 1 shows the design of the single screw press. The main parts of the machine are hopper, screw, drilled machine wall, pressing chamber, and cone head. The screw diameter is 300 mm. The distance between screw flight decreases with the direction of the discharge. The machine wall was drilled with the hole diameter of 3 mm to be used to discharge palm oil residue. The pressing chamber where pressing process takes place has diameter of 346 mm and 1310 mm long.

The specifications of single screw press are as follows :

Shaft diameter	= 100 mm
Screw diameter	= 300 mm
Hole diameter at the wall	= 3 mm
Screw length	= 1310 mm
Electric motor power	= 22KW, 3 phase, and power factor (cos) = 0.86
Screw speed	= 15 rpm.

The single screw press was fabricated at Pabrik Mesin Tenera (PMT) owned by PT Perkebunan Nusantara IV, Dolok Ilir, North Sumatra.

Materials

The materials used for fabricating the single screw press were steel plate of 18 mm and 25 mm thickness, solid iron pipe with diameter of 125 mm, bushing, bearing, gear, gearbox, and coupling. The Empty Fruit Bunches were obtained from Dolok Ilir palm oil mill, PT Perkebunan Nusantara IV.

Equipment

Equipment used in this experiment was tachometer used to monitor screw speed. A container was used to collect the chipped

empty fruit bunches after pressing. Stop watch and weight balance were also used in this experiment.

Place of the experiment

The single screw press was tested at Pabrik Mesin Tenera (PMT). Samples of palm oil residue and processed EFB were analyzed at post harvest technology laboratory, Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI).

Procedure of the experiment

Before pressing, EFB were chipped using the EFB chipper with capacity of 4.5 - 5.0 tonnes EFB/h previously designed by the Indonesian Oil Palm Research Institute. Three tonnes of chipped EFB were used to test the performance of the single screw press. The performance test was repeated five times.

The sample of chipped EFB was taken for moisture and oil content determination before and after pressing. The feeding of chipped EFB to the single screw press was kept slowly and constantly in order to ensure that the machine ran properly. The liquid containing of water, palm oil residue, and dirt was discharged from the wall of single screw press. The determination of moisture, oil, and dirt content was done using a standard method (1). The feeding was done manually.

Results and discussion

In order to observe the performance, the single screw press was tested five times. During testing, there were some modification, such as the discharge system of the pressed EFB and palm oil residue. The results of the experiment are presented in Table 1.

The reduction of moisture content of chipped EFB after pressing was 50%. However, most the moisture was found at the

surface of EFB fiber. Thus, there will be no difficulty in further moisture removal. It was noted that the pressed EFB moisture was about 20% after exposing to the air at 2 - 3 hours. More moisture can be removed by setting the cone head closer. However, besides requiring more energy, it will generated more heat due to severe friction between chipped EFB and screw press wall that damages the physical and chemical properties, and morphology of EFB fiber.

The capacity of the single screw press was 2 tonnes chipped EFB/h with cone head opening of 5 - 6 cm. Cone head opening is the distance between cone head surface and outer surface of the machine. The feeding rate was kept constant and slowly to ensure the machine worked properly. After pressing, the visual performance of chipped EFB was clearer and producing lighter color than that of chipped EFB before pressing. The tip of some chipped EFB which is originally hard and sharp became soft and easily fiberized. Thus, it will facilitate to increase the yield of pulp production.

The analysis of liquid produced showed that the dirt content dissolved in the water was 4.77% and the moisture content was 87.63 %. Besides dirt and moisture, 7.60% the palm oil residue was discharged. The recovery of palm oil residue will be an additional profit for palm oil mill besides selling pressed EFB. If it is assumed that 20% of FFB is EFB, with the operating condition mentioned above, the machine is capable to extract 0.17% crude palm oil residue based on EFB.

Economic analysis

To evaluate the economic analysis, the following assumptions have been made :

1. Percentage of EFB from = 20 %
fresh fruit bunch (FFB)
2. Capacity of single screw = 2 tonnes chipped
press EFB/h

3. Processing time per day = 15 ton FFB/hour
4. Shift per day = 12 hours
5. Labor requirement per day = 2 people
6. The processing time per year = 300 days

Investment costs

The investment cost of single screw press including EFB chipper = Rp 150,000,000

Operational cost

- Maintenance cost per year is assumed 10% of the investment cost of the machine = 10% x Rp 150,000,000 = Rp 15,000,000
- Labor cost (Rp5,000 per people) = 2 people/shift x 2 shift x 300 days x Rp5,000/people/day = Rp 6,000,000
- Depreciation cost (10% of the machine cost) = 10% x Rp150,000,000 = Rp15,000,000
- Total operational cost = Rp15,000,000 + Rp 6,000,000 + Rp15,000,000 = Rp36,000,000.
- Total operational cost and investment cost = Rp 150,000,000 + Rp 36,000,000 = Rp 186,000,000.

Revenue

The single screw is able to extract the palm oil residue at 0.17% of FFB weight. Thus, the palm oil residue recovered = 0.17% x 10 ton FFB/h x 15 hour/day x 300 days/year = 76.50 ton/year. If the price of the crude palm oil = Rp1,000,000/tonne, the palm oil mill revenue from selling the palm oil residue = 76.50 tonne x Rp1,000,000/tonne = Rp 76,000,000.

Based on the experiment, the machine is able to reduce the moisture content to 50% of the initial moisture content of 72.58%. Thus, in a year, the machine with capacity of 2 tonnes chipped EFB can produce pressed and chipped EFB at the amount of 2 tonnes/h x 15 ton x 300 day x 0.65 = 5,850 tonnes (0.65 is conversion factor of chipped EFB weight after pressing). If the price of pressed and chipped EFB is Rp5/kg (Rp

5,000/tonne), the palm oil mill will earn money = Rp 5,000/ton x 5,850/tonne = Rp29,250,000. Thus, in a year the total revenue of palm oil mill = Rp76,500,000 + Rp29,250,000 = Rp105,750,000.

The investment of the machine of Rp150,000,000 will be paid in about 27 months. The net profit of palm oil mill by selling the pressed and chipped EFB, and palm oil residue = Rp105,750,000. - Rp 36,000,000 = Rp69,750,000.

Conclusions

Due to differences in the characteristics and dimensions of the wood and EFB, the preparation method of EFB as a raw material for varieties of pulp and paper making will be different than that of wood. Before pressing, EFB are chipped at the length of 3 - 5 cm. Before pulping, the raw material (EFB) has to be chipped and cleaned. Pressing machine is required to remove the dirt and palm oil residue.

The pressing process was done by using the single screw press with the capacity of 2 tonnes chipped EFB/h. The machine was able to reduce the moisture containing dirt to 50% and reduced the palm oil residue at 0.17% based on FFB processed. For the mill with the capacity of 30 tonnes FFB/h which produces 6 tonnes EFB/h, it will require three unit of single screw press or one unit with the capacity of 6 tonnes/h.

The investment cost of the designed single screw press was Rp150,000,000 and will be paid back for about 27 months. Profit which will be earned by palm oil mill is Rp69,000,000/year. The other benefit is to reduce the environmental pollution problem in the palm oil mill.

The single screw press chipped EFB is not only useful for raw material preparation of pulp and paper industry but also can be

used to ease the utilization of EFB for mulching. Besides, the chipped and pressed EFB can be used as a solid fuel for steam generation which is probably used in the other industries such as palm kernel oil mill and fractionation industries nearby the mill.

ooOoo

Acknowledgment

We thank the manager and staff of Pabrik Mesin tenera (PMT) Dolok Ilir, PT Perkebunan Nusantara IV for helping fabrication of screwpress and experiment.