PERPINDAHAN PANAS *FIBER ROOF BUILDING* KELAPA SAWIT (*ELAEIS GUINEENSIS JACQ.*)

Istianto Budhi Rahardja
Program Studi Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit
Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi – Bekasi
Email : istianto@cwe.ac.id

Abstrak

Fiber (serat) kelapa sawit adalah limbah hasil produksi dari Pabrik Minyak Kelapa Sawit yang berbentuk serpihan, padatan, berukuran panjang 3 – 4 cm, yang terdapat di daging buah (*mesocarp*) kelapa sawit. *Fiber roof building* adalah hasil pemanfaatan limbah serat kelapa sawit sebagai atap gedung yang dipergunakan untuk meredam panas dari sinar matahari ataupun dari sumber panas, sehingga tidak langsung terpapar kepada manusia dan lingkungan sekitar. *Fiber roof building* dibuat dengan menyusun *fiber* di dalam cetakan serta disusun sesaui dengan dimensi yang akan dibuat. Untuk mengikat antar *fiber*, dipergunakan resin yang telah dicampurkan bahan katalis sehingga mudah kering secara cepat. Perbandingan antara resin dengan *fiber* adalah 1: ¼. Hasil pengujian perpindahan panas konduksi yang telah dilakukan pada benda uji fiber dapat meredam panas yang tertinggi sebesar 125°C dan yang terendah adalah 109°C dari sumber panas yang diberikan sebesar 200°C. Ini menunjukkan bahwa *fiber* kelapa sawit dapat dipergunakan sebagai bahan peredam panas untuk bangunan dan gedung.

Kata Kunci

Fiber, Perpindahan Panas Konduksi, *Roof*.

Abstract

Palm oil fiber are waste produce of a plant oil palm shaped splinters, solids, in length 3 – 4 cm , that is in the mesocarp of palm oil. Fiber knowing building is the result utilization of waste palm oil fiber as the roof of the building which used to quell heat of sunlight or from the heat source, so he could not directly exposed to to the people and surrounding environment. Fiber knowing building made by putting together fiber in in a mold and arranged with to dimension to be made. To bind between fiber, be used resin that has been in have get mixed material a catalyst so easy to dry quickly .The comparison between resin by fiber is 1: ¼. The results of the testing of heat conduction of the displacement that has been carried out on a body fiber test able to reduce heat the highest as much as 125°C and the lowest is 109°C from a source of heat is imparted much as 200°C. This shows that palm oil fiber can be used as an ingredient of the damper of heat to of building.

Keywords

Fiber, The Displacement of Heat Conduction, Roof.

Copyright © 2017

Pendahuluan

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) adalah pabrik yang mengolah Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel* (PK). PKS selain menghasilkan TBS dan CPO dalam pengolahannya, juga menghasilkan produk sampingan berupa Limbah Padat Pabrik Kelapa Sawit dan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (Simanjuntak, 2012).

Perkembangan areal perkebunan kelapa sawit yang diikuti dengan pembangunan pabrik yang cukup pesat akan mempengaruhi lingkungan sekitar terutama lingkungan badan penerima limbah. Untuk mengurangi dampak negatif pabrik pengolahan kelapa sawit yang mengacu pada Undang-undang No. 4 tahun 1982 dan peraturan pemerintah, maka pengendalian limbah pabrik kelapa sawit harus dilakukan dengan baik. Pengendalian limbah pabrik kelapa sawit dapat dilakukan dengan cara pemanfaatan, pengurangan volume limbah dan pengawasan mutu limbah (Naibaho, 1998). Limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik pengolahan kelapa sawit ialah tandan kosong, serat (*fiber*) dan tempurung (cangkang), (Naibaho, 1998). Pemanfaatan limbah kelapa sawit, khususnya serat (*fiber*) dapat dipergunakan untuk kebutuhan sehari-hari di dalam masyarakat maupun industri. Serat *mesocarp* (serat yang terdapat pada daging buah) kelapa sawit merupakan bahan alam yang berbentuk serabut panjang antara 3 – 4 cm. Pemanfaatan dari serat *mesocarp* kelapa sawit dapat berguna untuk papan pengisi tripleks, kayu lapis, meja datar, plat serat, dan sebagainya. Dengan perkembangan saat ini terjadi, serat mesokarp kelapa sawit dapat dipergunakan untuk atap rumah sebagai bahan isolator panas yang melindungi dari terik panas matahari.

Perpindahan kalor secara konduksi adalah proses perpindahan kalor dimana kalor mengalir dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur rendah dalam suatu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung sehingga terjadi pertukaran energi dan momentum (Holman, 2007).

Tetapan kesebandingan (k) adalah sifat fisik bahan atau material yang disebut konduktivitas *thermal.* Pada umumnya konduktivitas *thermal* itu sangat bergantung pada suhu (Holman, 2007).

Bertitik tolak dari dasar pemikiran di atas, timbul keinginan untuk meneliti serat dari *fiber* kelapa sawit untuk dijadikan pelat. Penelitian ini diharapkan menjadi salah satu usaha penanggulangan limbah dari PKS. Plat dari *fiber* kelapa sawit ini digunakan untuk konduktor maupun untuk mengisolasi temperatur.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui: 1) cara membentuk *fiber* menjadi plat; dan 2) proses perpindahan panas *fiber* menjadi plat.

Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 15 – 29 Juli 2017, bertempat di Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Desa Cibuntu, Kecamatan Cibitung, Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat. Alat-alat yang digunakan meliputi gergaji, parang, paku, palu, ember, pengaduk, korek api dan termometer. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan meliputi triplek, papan, resin dan *fiber* kelapa sawit.

Tahapan dalam penelitian ini meliputi: 1) pembuatan cetakan; 2) pembentukan *fiber* dan resin; 3) pengujian perpindahan panas; 4) analisis data; dan 5) penarikan kesimpulan.

Hasil pengumpulan data akan dianalisis secara deskriptif dan diinterpretasikan. Data yang akan dianalisis adalah data hasil pengujian perpindahan panas.

Hasil dan Pembahasan

Pembuatan *Fiber Roof Building*

Pembuatan *fiber* sebagai salah satu bentuk aplikasi adalah *roof* (atap) bangunan. Atap bangun yang masih menggunakan bahan tanah liat, *asbestos*, *politeline*, dan lain-lain terdapat di pasaran dan banyak digunakan oleh masyarakat umum. *Fiber* dapat dibentuk sesuai dengan ukuran dan bentuk yang diingikan. Pembuatan *fiber roof* yang paling mudah adalah dalam bentuk plat datar, dimana perlu dipersiapkan untuk pembentukannya. Tahapan untuk membuat *fiber roof* adalah sebagai berikut:

1. Siapkan bahan cetakan yang akan dipergunakan untuk mencetak *fiber roof.*
2. Susun *fiber* kelapa sawit sesuai dengan cetakan dan diatur sedemikian rupa untuk mengisi cetakan.
3. Masukan bahan pengikat (resin) sesaui dengan kebutuhan ke dalam cetakan dan mengisi seluruh bagian dari *fiber*.
4. Keringkan pada udara bebas ataupun terik panas matahari sehingga menjadi kering dan keras.
5. Pisahkan bagian cetakan dengan *fiber* yang telah terbentuk, serta bersihkan.

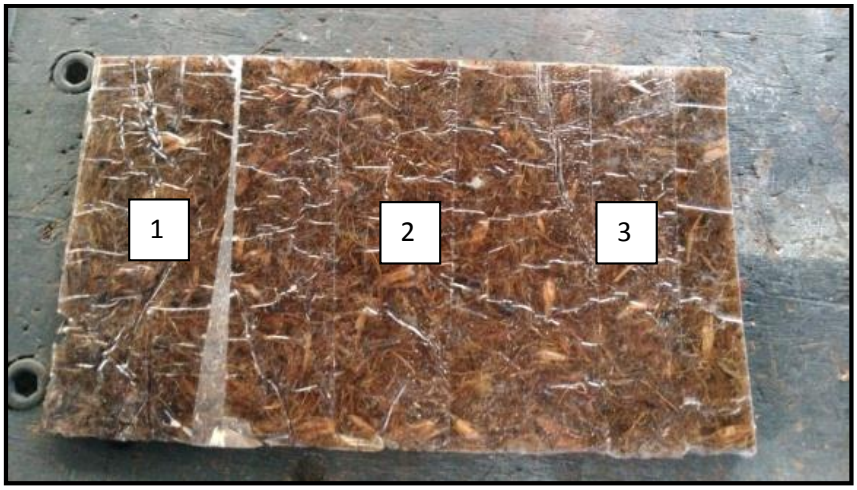
Fiber roof yang telah tercetak dengan ukuran 100 cm x 50 cm x 6 mm dapat dilihat pada Gambar 1.

Perpindahan Panas dan Massa Jenis

Untuk mengetahui ketahanan terhadap panas, maka dilakukan pengujian perpindahan panas untuk benda kerja *fiber*. Benda kerja dibentuk persegi panjang dengan ukuran 21 cm x 12 cm x 6 mm, dimana dilakukan percobaan pemanasan dengan panas pada benda kerja tersebut dari

temperatur 30°C – 200°C. Adapun benda kerja yang dilakukan percobaan dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 1 *Fiber Roof Building* Berukuran 100 cm x 50 cm x 6 mm



Gambar 2 Benda Kerja dan Posisi Pengukuran Temperatur Benda Kerja

Adapun data pengujian dari perpindahan panas yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengujian Perpindahan Panas Benda Kerja I

No	Sumber Panas (°C)	Waktu (menit)	Titik I (°C)	Titik II (°C)	Titik III (°C)
1	40	2,70	34	37	35
2	58	1,11	34	40	34
3	69	1,45	34	41	35
4	70	2,18	35	42	35
5	80	3,47	36	43	36
6	94	5,27	39	45	39
7	105	6,05	40	48	40
8	120	7,14	41	50	41
9	135	8,31	43	52	44
10	140	9,53	45	61	45
11	165	11,13	48	68	50
12	180	12,29	49	71	51

Pada Tabel 1, diketahui pengujian dilakukan menggunakan sumber panas dari 40°C dengan titik 1 memiliki temperatur sebesar 34°C (suhu/temperatur lingkungan), sedangkan pada posisi titik 2, temperatur naik(berbeda) dari titik pertama, yaitu sebesar 37°C. Ini menandakan bahwa di titik 2 mengalami perambatan panas yang diterima oleh benda kerja *fiber*. Pada titik 3, mengalami temperatur hampir mirip sama dengan titik pertama, yaitu sebesar 35°C. Sehingga kita ketahui bahwa posisi yang berada di bagian tepi (titik 1 dan titik 2) adalah sama, sedangkan di titik 2 (berada di tengah sumber panas) mengalami perambatan yang lebih besar dan signifikan. Pengujian ini bertambah terus sumber pemanasnya, sehingga mencapai suhu 180°C. Pada sumber temperatur 180°C, benda uji memiliki panas di titik 1, titik 2 dan titik 3 adalah: 49°C; 71°C; dan 51°C. Pada titik 2 mengalami perpindahan yang cukup besar dibandingkan dengan titik 1 dan 3. Bahan *fiber* mampu meredam panas sumber dari 180°C sampai 71°C, yaitu sebesar 109°C.

Tabel 2 Pengujian Perpindahan Panas Benda Kerja II

No	Sumber Panas (°C)	Waktu (menit)	Titik I (°C)	Titik II (°C)	Titik III (°C)
1	50	0,10	32	33	31
2	74	0,37	32	33	32
3	80	1,23	33	35	33
4	95	2,42	35	37	34
5	110	2,40	36	39	34
6	115	3,11	37	41	35
7	120	3,35	38	44	35
8	131	4,07	38	45	36
9	139	5,00	40	49	39
10	146	6,22	44	55	41
11	150	7,42	47	60	44
12	165	8,05	49	64	45
13	178	8,38	51	66	47
14	185	8,55	53	68	47
15	195	9,17	54	70	48
16	200	9,43	56	73	50

Pada pengujian benda II dalam Tabel 2, benda kerja dipanaskan dari sumber panas 50°C, dimana pada titik 1, 2, 3 mengalami pemanasan benda kerja , yaitu sebesar 32°C, 33°C, dan 31°C. Pada kondisi ini benda kerja masih normal (tidak terambat oleh panas sumber), sehingga benda kerja masih mampu meredam sumber panas. Dengan menambahkan sumber panas pada benda kerja (*fiber*), tidak terlalu signifikan perambatan panas yang diterima oleh benda *fiber*, sehingga benda kerja mampu menahan panas. Pada sumber panas yang telah diberikan mencapai 200°C, benda kerja fiber tidak mengalami perambatan panas yang cukup berarti, dimana pada titik 1, 2 dan 3 sebesar: 56°C; 73°C; dan 50°C, sehingga benda kerja *fiber* dapat menahan perpindahan panas dari 200°C sampai dengan 73°C sebesar 127°C. Ini menandakan bahwa benda kerja *fiber* dilakukan pengujian perpindahan panas, dapat meredam panas yang sangat besar.

Tabel 3 Pengujian Perpindahan Panas Benda Kerja III

No	Sumber Panas (°C)	Waktu (menit)	Titik I (°C)	Titik II (°C)	Titik III (°C)
1	34	0,17	32	31	39
2	44	0,52	32	31	37
3	50	1,18	32	32	37
4	60	2,18	33	33	35
5	70	2,42	34	34	35
6	80	3,00	35	35	35
7	90	4,20	37	38	35
8	100	4,55	38	40	36
9	110	5,57	40	43	37
10	120	8,10	45	50	40
11	130	10,10	50	58	44
12	140	11,13	53	65	48
13	150	12,09	57	69	49
14	160	12,28	58	70	50
15	170	13,05	59	71	51
16	180	13,54	63	74	52
17	190	14,58	66	76	54
18	200	18,11	69	91	57

Pada Tabel 3, pengujian dilakukan dengan pemberian sumber panas sebesar 34°C, serta akan dinaikkan temperatur sebanyak 10°C setiap tingkatnya sampai mencapai temperatur 200°C. Pada suhu kamar yang diberikan pemanasan kepada benda uji, maka sisi yang lain masih tetap sama seperti suhu sumber yang diberikan. Pada suhu yang telah diberikan mencapai 80°C, benda uji masih dapat menahan perpindahan panas yang diterima, sehingga benda uji sama seperti suhu lingkungan yang ada. Pemberian panas 90 °C, mengalami kenaikan perpindahan panas, namun tidak signifikan. Pada temperatur sumber yang diberikan kepada benda uji sebesar 200°C, pada benda uji di titik 1, 2, 3 mengalami perpindahan panas, namun tidak terlalu signifikan, yaitu: 69°C; 91°C; dan 57°C. Benda uji mengalami perpindahan yang besar hanya di bagian tengah, namun dapat meredam panas dari 200°C menuju 91°C sebesar 109°C. Ini menandakan bahan uji dapat menahan perpindahan panas yang cukup signifikan.

Tabel 4 Pengujian Perpindahan Panas Benda Kerja IV

No	Sumber Panas (°C)	Waktu (menit)	Titik I (°C)	Titik II (°C)	Titik III (°C)
1	34	0,16	32	31	32
2	40	45,00	32	31	33
3	50	1,22	32	31	34
4	60	1,45	33	32	33
5	70	2,22	34	33	34
6	80	3,00	34	34	34
7	90	3,43	35	35	35
8	100	5,15	37	38	36
9	110	5,52	38	40	38
10	120	6,54	40	44	39
11	130	7,37	43	47	40
12	140	10,00	48	53	43
13	150	10,15	49	55	44
14	160	10,42	50	56	45
15	170	11,37	52	62	48
16	180	12,25	56	69	50
17	190	13,22	58	68	52
18	200	14,09	59	75	54

Pada Tabel 4 dari pengujian benda dalam perpindahan panas, dilakukan dari 34°C samapai 200°C, dengan memberikan penambahan sumber panas 10°C pada setiap tingkatnya. Pada pengujian ini, benda uji masih mampu meredam perpindahan panas sampai sumber panas 90°C, dimana benda uji berkisar 31 – 34°C. Dengan memberikan penambahan sumber panas di benda uji, perpindahan panas mengalami pemanasan yang tidak signifikan, yaitu pada sumber mencapai 200°C, pada titik 1, 2, 3 benda uji mengalami perpindahan panas sebesar: 59°C; 75°C; dan 54°C. Ini menandakan bahwa benda uji memiliki peredam panas yang cukup bagus, sehingga dapat meredam panas sebesar 125°C dari sumber panas 200°C menuju 75°C. Ini memberikan bukti bahwa benda uji yang berupa *fiber* dapat dipergunakan untuk meredam panas yang cukup tinggi, sehingga dapat dipergunakan untuk peredam/penahan panas untuk bangun, gedung ataupun atap.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, kita dapat mengetahui perpindahan panas yang terjadi dalam bentuk kerja, dimana dinotasikan dengan satuan Watt. Satuan ini memberikan penjelasan tentang berapa besar perpindahan panas yang diberikan oleh benda yang di uji dalam bentuk energi. Hasil perhitungan perpindahan benda kerja dapat dilihat pada Tabel 5 – 8.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Perpindahan Panas Benda Kerja I

No	Sumber Panas (°C)	Waktu (menit)	Bagian Terpapar Panas (°C)	Perpindahan Panas (W)
1	40	2,70	37	0,7434
2	58	1,11	40	4,4604
3	69	1,45	41	6,9384
4	70	2,18	42	6,9384
5	80	3,47	43	9,1686
6	94	5,27	45	12,1422
7	105	6,05	48	14,1246
8	120	7,14	50	17,3460
9	135	8,31	52	20,5674
10	140	9,53	61	19,5762
11	165	11,13	68	24,0366
12	180	12,29	71	27,0102

Tabel 6 Hasil Perhitungan Perpindahan Panas Benda Kerja II

No	Sumber Panas (°C)	Waktu (menit)	Bagian Terpapar Panas (°C)	Perpindahan Panas (W)
1	50	0,10	33	4,2126
2	74	0,37	33	10,1598
3	80	1,23	35	11,1510
4	95	2,42	37	14,3724
5	110	2,40	39	17,5938
6	115	3,11	41	18,3372
7	120	3,35	44	18,8328
8	131	4,07	45	21,3108
9	139	5,00	49	22,3020
10	146	6,22	55	22,5498
11	150	7,42	60	22,3020
12	165	8,05	64	25,0278
13	178	8,38	66	27,7536
14	185	8,55	68	28,9926
15	195	9,17	70	30,9750
16	200	9,43	73	31,4706

Tabel 7 Hasil Perhitungan Perpindahan Panas Benda Kerja III

No	Sumber Panas (°C)	Waktu (menit)	Bagian Terpapar Panas (°C)	Perpindahan Panas (W)
1	34	0,17	31	0,7558
2	44	0,52	31	3,2751
3	50	1,18	32	4,5347
4	60	2,18	33	6,8021
5	70	2,42	34	9,0695
6	80	3,00	35	11,3369
7	90	4,20	38	13,1004
8	100	4,55	40	15,1158
9	110	5,57	43	16,8793
10	120	8,10	50	17,6351
11	130	10,10	58	18,1390
12	140	11,13	65	18,8948
13	150	12,09	69	20,4063
14	160	12,28	70	22,6737
15	170	13,05	71	24,9411
16	180	13,54	74	26,7046
17	190	14,58	76	28,7200
18	200	18,11	91	27,4604

Tabel 8 Hasil Perhitungan Perpindahan Panas Benda Kerja IV

No	Sumber Panas (°C)	Waktu (menit)	Bagian Terpapar Panas (°C)	Perpindahan Panas (W)
1	34	0,16	31	0,7620
2	40	45,00	31	2,2860
3	50	1,22	31	4,8259
4	60	1,45	32	7,1119
5	70	2,22	33	9,3978
6	80	3,00	34	11,6838
7	90	3,43	35	13,9697
8	100	5,15	38	15,7477
9	110	5,52	40	17,7797
10	120	6,54	44	19,3036
11	130	7,37	47	21,0816
12	140	10,00	53	22,0976
13	150	10,15	55	24,1295
14	160	10,42	56	26,4155
15	170	11,37	62	27,4315
16	180	12,25	69	28,1934
17	190	13,22	68	30,9874
18	200	14,09	75	31,7494

Hasil perhitungan perpindahan panas yang dialami oleh benda kerja 1 pada Tabel 5 sebesar 27 Watt, untuk benda kerja 2, 3 dan 4 hasilnya sebesar 31,47 Watt; 27,46 Watt; dan 31,74 Watt. Perpindahan panas benda kerja ini sangat kecil, dimana benda uji dapat meredam panas yang cukup besar, sebagai isolator, serta memiliki konduktivitas termal (laju perpindahan panas) yang sangat kecil, yaitu sebesar 0,059 W/m°C. Benda uji dari *fiber* tidak seperti bahan besi (*ferro*) yang merupakan bahan konduktor, penghantar panas yang baik, serta memiliki konduktivitas termal yang baik, yaitu sebesar 73 W/m°C (Holman, 1994).

Tabel 9 Dimensi Benda Uji dan Massa Jenis

Benda	Massa (kg)	Tebal (m)	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas Penampang (m^2)	Volume (m3)	Massa Jenis (kg/m^3)
1	0,13916	0,006	0,21	0,120	0,0252	0,000151	920,370370
2	0,13295	0,006	0,21	0,120	0,0252	0,000151	879,298942
3	0,13082	0,006	0,21	0,122	0,0256	0,000154	851,027843
4	0,13749	0,006	0,21	0,123	0,0258	0,000155	887,146729

Pada Tabel 9, benda uji 1, 2, 3 dan 4 memiliki dimensi yang berbeda-beda, sehingga luas, valume yang berbeda-beda pula. Penggunaan dimensi ini di dalam perhitungan perpindahan panas diperlukan untuk mengukur laju perpindahan panas yang terjadi. Dengan semakin besarnya luas penampang yang dimiliki, maka besar pula laju perpindahan panas yang dibutuhkan. Pada Tabel 9, menunjukan benda uji memiliki massa yang berbeda, sehingga pada massa jenis (kerapat antar bagian benda kerja) akan berbeda pula. Pada benda kerja 1 memiliki massa jenis (kerapatan antar bagian benda) sebesar 920,37 kg/m^3, sedangkan pada benda 2, 3 dan 4 memiliki massa jenis (kerapatan benda kerja) sebesar 879,29 kg./m^3, 851,02 kg/m^3, dan 887,14 kg/m^3. Kerapan ini dipengaruhi oleh massa yang dimiliki setiap benda berbanding lurus dengan volume yang dimilikinya. Semakin besar massa yang dimiliki oleh benda kerja dengan dimensi volume yang tetap, maka akan memberikan massa jenis (kerapatan antar bagian benda) yang semakin besar dan semakin rata.

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa: 1) untuk membentuk *fiber roof* berbentuk plat datar dapat dipergunakan bahan pengikat resin dan *fiber* kelapa sawit dengan perbandingan 1 : ¼, dengan mencetak pada cetakan yang telah disediakan (100 cm x 50 cm x 6 mm); dan 2) proses perpindahan panas yang terjadi adalah secara konduksi, dimana sumber panas dari 34°C sampai dengan 200°C, dapat meredam panas pada benda uji *fiber* sebesar 125°C.

Daftar Pustaka

Holman, J.P. (1994). *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Penerbit Erlangga, Jakarta.

Hudori, M. (2016). Perencanaan Kebutuhan Kendaraan Angkutan Tandan Buah Segar (TBS) di Perkebunan Kelapa Sawit. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 5(1), 22-27.

Hudori, M. (2017). Perbandingan Kinerja Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia dan Malaysia. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 9(1), 93-112.

Naibaho, P.M. (1998). *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Sardjito. (1989). *Konduktivitas Termal Komposit*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Yunus, A.D. (2010). *Diktat Kuliah Mekanika Kekuatan Material*. Jakarta: Universitas Dharma Persada.