

Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Bahan Campuran pada Pembuatan Paving *Block*

Rulian Setyo Anggoro*, Mohammad Prasanto Bimantio, Erista Adisetya

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian

INSTIPER Yogyakarta

*Email Korespondensi: rulianbangko667@gmail.com

ABSTRAK

Bata beton (*paving block*) adalah suatu bahan bangunan dibuat dari campuran semen pasir dan air, beserta bahan lainnya tetapi tidak mengurangi mutu pada beton itu sendiri. Keuntungan Dario penggunaan *paving block* yaitu dapat menyerap air pada permukaan sehingga dapat mengurangi genangan airdan dapat menjaga keseimbangan air tanah. Cangkang kelapa sawit merupakan limbah dari pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar, yaitu mencapai 60% dari produksi minyak, cangkang kelapa sawit biasanya digunakan menjadi bahan bakar pada boiler di pabrik kelapa sawit. Abu hasil pembakaran cangkang pada boiler biasanya tidak digunakan dan biasanya hanya di gunakan sebagai pengeras jalan saja. Cangkang kelapa sawit mengandung unsur yang jika dicampurkan pada beton dapat mempengaruhi pada tingkat kekutan pada beton. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui dan mempelajari, kuat tekan, kuat lentur dan untuk mengetahui tingkat penyerapan kadar air pada *paving blok* tersebut serta untuk menentukan kombinasi antara semen, pasir, air, dan cangkang kelapa sawit untuk menghasilkan *paving block* dengan kualitas terbaik, serta mengetahui seberapa besar pengaruh cangkang kelapa sawit terhadap karakteristik *paving block*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Blok Lengkap (RBL) dengan 2 faktor. Faktor pertama perbandingan semen, pasir dan cangkang kelapa sawit dengan tiga taraf yaitu F1 = 500 gr : 400 gr : 100 gr, F2 = 500 gr : 250 gr : 250 gr, dan F3 = 500 gr : 100 gr : 400 gr. Faktor kedua, penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan ukuran partikel yang berbeda yaitu G1 = 20 mesh, G2 = 40 mesh dan G3 = 60 mesh Kemudian dilakukan pengujian kuat tekan, kuat lentur, d ensitas air, dan penyerapan air. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi abu cangkang kelapa sawit dan ukuran partikel abu cangkang kelapa sawit maka tidak berpengaruh nyata terhadap uji kuat tekan, uji kuat lentur, uji densitas air, dan uji penyerapan air. Didapatkan kombinasi sampel terbaik pada masing masing parameter pada uji kuat tekan diperlakukan F1G2 mendapat nilai dengan rata rata 4,350 MPa, uji kuat lentur diperlakukan F2G2 mendapat nilai rata rata 0,430 MPa, uji densitas air diperlakukan F2G2 mendapat nilai rata rata 1,565 gr/cm³, uji penyerapan air perlakuan F2G2 dikarenakan pada uji ini mendapat rata-rata 4,035%.

Kata Kunci: Paving Block, Semen, Pasir, Cangkang, Kelapa Sawit

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tumbuhan yang dapat hidup di iklim tropis tumbuhan ini berasal dari Nigeria (Afrika Barat) karena pertama kali ditemukan di hutan Afrika kemudian tanaman itu dibawa ke Indonesia pada tahun 1848, dibawa dari Mauritius dan Amsterdam oleh seorang warga Belanda. Kemudian bibit sawit yang telah dibawa ditanam di Kebun Raya

Bogor. Sampai sekarang ini dua dari empat pohon tersebut masih hidup dan dinyatakan sebagai tanaman sawit pertama di asia tenggara

Cangkang kelapa sawit adalah bagian keras yang terdapat setelah buah pada kelapa sawit yang biasanya hanya digunakan sebagai bahan bakar boiler dan sebagai bahan dalam pembuatan briket saja.

Beton didefinisikan sebagai campuran antara semen Portland atau dengan bahan lainnya, beton biasanya hanya digunakan pada bahan bangunan karena dipercaya dengan kekuatan konstruksinya yang sangat kuat.

Paving *block* merupakan produk bahan bangunan dari semen dan bahan campuran lainnya yang digunakan sebagai salah satu penutup atau bahan pengeras pada permukaan tanah keunggulan dari paving ini sendiri yaitu mampu menyerap air pada permukaan sehingga tidak membuat permukaan jalan terdapat genangan air.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dari penelitian ini adalah: timbangan digital, sendok semen dan alat pencetak paving *block*, dan ayakan mesh.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Air, Semen, cangkang Kelapa Sawit, dan Pasir.

Waktu DAN Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Instiper Yogyakarta, dan Pilot Plant Instiper kurang lebih 2 bulan

Rancangan Percobaan

Pada penelitian ini menggunakan rancangan percobaan dengan 2 faktor. Faktor I adalah proporsi cangkang dengan 3 taraf kombinasi bahan yang digunakan dan untuk factor yang ke 2 ukuran partikel abu cangkang dengan 3 taraf penambahan cangkang kelapa sawit dengan pasir, semen dan air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kuat Tekan

Tabel 1. Data Primer Uji Kuat Tekan Paving *Block* (MPa)

	Blok		Jumlah Perlakuan	Rata - Rata
	I	II		
G1				
F1	4,1000	3,9000	8,0000	4,0000
F2	2,8100	4,1200	6,9300	3,4650
F3	4,5100	2,7700	7,2800	3,6400
G2				
F1	3,8000	4,3100	8,1100	4,0550
F2	4,2200	4,4500	8,6700	4,3350
F3	3,4100	3,2100	6,6200	3,3100
G3				
F1	4,3000	4,4000	8,7000	4,3500
F2	3,4400	4,2200	7,6600	3,8300
F3	3,3100	3,3700	6,6800	3,3400
Jumlah	33,9000	34,7500	68,6500	34,3250
Rerata	3,7700	3,8600	7,6300	3,8100

Dari hasil analisis yang telah dilakukan seperti yang ada pada tabel 1, selanjutnya melakukan analisis keragaman untuk dapat mengetahui ada atau tidaknya pengaruh nyata terhadap uji kuat tekan. Hasil uji keragaman dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Anova uji kuat tekan (MPa)

Sk	Db	Jk	KT	F. hitung	f 5%	f 1%	Notasi
Blok	1	0,040138889	0,040138889	0,113098709	5,32	11,26	TN
Perlakuan	8	2,56E+00	0,320609722	0,903376916	3,44	6,03	TN
F	2	0,124144444	0,062072222	0,2	4,46	8,65	TN
G	2	1,526544444	0,763272222	2,15	4,46	8,65	TN
FXG	4	0,914188889	0,228547222	0,64	3,84	7,01	TN
Eror	8	2,83921111111130	0,354901389				
Total	17	5,44422777777777					

Keterangan: ** (sangat berpengaruh nyata)

* (berpengaruh nyata)

tn (tidak berpengaruh nyata)

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa perbandingan semen, pasir dan cangkang kelapa sawit (F) tidak berpengaruh nyata dan perbandingan ukuran mesh pada cangkang kelapa sawit (G) juga tidak berpengaruh nyata pada uji kuat tekan dan tidak terjadi interaksi antara (FxG).

Tabel 2 menunjukkan bahwa perbandingan pada campuran bahan pada faktor semen, pasir dan cangkang kelapa sawit tidak berpengaruh nyata terhadap uji kuat tekan, terjadinya penurunan kuat tekan beton dengan campuran cangkang kelapa sawit disebabkan oleh Penambahan cangkang sawit menjadi bahan tambah atau pengganti bahan lainnya dapat menurunkan nilai kuat tekan beton secara tidak signifikan. Hal disebabkan oleh sifat cangkang sawit yang ringan, poros, dan tidak memiliki ikatan yang baik dengan pasta semen sehingga cangkang sawit agar dapat menurunkan kualitas beton. Menurut hasil penelitian (Subiyanto et al., n.d., 2006), komponen kimia yang terdapat pada cangkang sawit seperti holoselulosa dan lignin, sebelum dan sesudah dijadikan beton berdasarkan uji statistik tidak mengalami perubahan, sedangkan perbandingan ukuran partikel cangkang kelapa sawit juga tidak berpengaruh nyata, ukuran partikel pada abu cangkang juga dapat mempengaruhi kuat tekan yang dimana faktor kuat tekan juga dipengaruhi oleh gradasi ukuran butiran pasir dan cangkang yang kurang merata, yang akan berpengaruh pada kepadatan beton. pada penelitian yang dilakukan oleh Izzaty, R. E., Astuti, B., & Cholimah, N. (1967). Ditemukan bahwa ukuran partikel abu cangkang kelapa sawit dapat mempengaruhi kuat tekan beton dan kuat lentur, dimana dalam penelitian tersebut, partikel cangkang kelapa sawit dengan ukuran yang kasar dapat menghasilkan kuat tekan dan kuat lentur yang lebih tinggi dibanding dengan ukuran partikel abu cangkang kelapa sawit dengan ukuran yang halus.

Uji Kuat Lentur

Tabel 3. Anova Uji Kuat Lentur (MPa)

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
					5%	1%
F	2	0,1674	0,0837	38,7576 **	4,46	8,56
G	2	0,0335	0,0168	7,7659 *	4,46	8,56
FxG	4	0,0146	0,0036	0,0006 ^{tn}	3,84	7,01
Blok	1	0,0022	0,0022			
Eror	8	0,02	0,0022			
Total	17	0,2350	0,1085			

Keterangan: ** (sangat berpengaruh nyata)
 * (berpengaruh nyata)
 tn (tidak berpengaruh nyata)

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa perbandingan semen, pasir dan cangkang kelapa sawit (F) sangat berpengaruh nyata dan perbandingan ukuran partikel pada cangkang kelapa sawit (G) berpengaruh nyata pada uji kuat lentur dan tidak terjadi interaksi antara FxG. Selanjutnya melakukan uji jarak berganda *Duncan* (JDB) yang bisa dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Uji Jarak Berganda *Duncan* Uji Kuat Lentur (MPa)

PERLAKUAN	F1	F2	F3	RERATA G
G1	0,0900	0,2950	0,2100	0,1983 ^p
G2	0,1750	0,4300	0,1800	0,2617 ^q
G3	0,2000	0,4300	0,2800	0,3033 ^r
RERATA F	0,1550 ^a	0,3850 ^c	0,2233 ^b	

Keterangan: Tabel diatas menunjukkan rerata terdapat huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan bisa dilihat dari uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Tabel 9 menunjukkan bahwa perbandingan pada campuran semen, pasir dan abu cangkang kelapa sawit berpengaruh sangat nyata terhadap uji kuat lentur, yang dimana pada uji ini disebabkan penggunaan cangkang kelapa sawit sebagai bahan tambah pada beton dapat mempengaruhi kuat lentur beton. Pada pengujian yang dilakukan Campuran semen, pasir, cangkang kelapa sawit dan air dapat mempengaruhi kuat lentur beton, **cangkang kelapa sawit merupakan salah satu bahan yang ringan karena berat jenisnya rendah, sehingga dapat mengurangi berat beton yang cukup besar tetapi juga dapat mempertahankan kekuatannya.** penambahan cangkang sawit dapat meningkatkan kuat lentur. Menurut sebuah penelitian yang dilakukan oleh Kristianto et al. (2016), cangkang kelapa sawit bisa digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan paving. Cangkang kelapa sawit memiliki berat jenis yang lebih ringan dari pada agregat kasar, sehingga dapat mengurangi berat beton yang cukup besar dan tetap mempertahankan kekuatannya. Selain itu, cangkang kelapa sawit juga mengandung unsur yang bila dicampurkan pada beton dapat menjadi bahan yang keras, sehingga dapat meningkatkan kuat lentur beton. sedangkan perbandingan ukuran partikel berpengaruh nyata terhadap uji kuat lentur, hal ini disebabkan karena cangkang kelapa sawit mengandung silikon oksida (SiO₂) yang memiliki sifat reaktif dan aktivitas pozzolanik yang baik dan dapat menjadikan bahan keras dan kaku, semakin besar kasar abu cangkang kelapa sawit maka kuat lentur semakin rendah dan semakin halus abu cangkang kelapa sawit maka kuat lentur juga akan meningkat. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Izzaty, R. E., Astuti, B., & Cholimah, N. (1967). Ditemukan bahwa ukuran partikel abu cangkang kelapa sawit dapat mempengaruhi kuat tekan beton dan kuat lentur, dimana dalam penelitian tersebut, partikel abu cangkang kelapa sawit dengan ukuran yang lebih halus dapat menghasilkan kuat tekan dan kuat lentur yang tinggi dibanding dengan ukuran abu cangkang kelapa sawit dengan ukuran yang kasar.

Uji Densitas Paving Block

Tabel 5. Anova Densitas Paving *Block* (gr/cm³)

Sumber Keragaman	db	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
					5%	1%
F	2	0,2833	0,1417	36,2259 **	4,46	8,56
G	2	0,0898	0,0449	11,4797 **	4,46	8,56
FxG	4	0,4558	0,1139	0,0190 tn	3,84	7,01
Blok	1	0,0001	0,0001			
Error	8	0,03	0,0039			
Total	17	0,8602	0,3045			

Keterangan: ** (sangat berpengaruh nyata)

* (berpengaruh nyata)

tn (tidak berpengaruh nyata)

Dari tabel 5 dapat diketahui bahwa perbandingan semen, pasir dan cangkang kelapa sawit (F) berpengaruh sangat nyata dan perbandingan ukuran partikel pada cangkang kelapa sawit (G) berpengaruh sangat nyata pada uji densitas dan tidak terjadi interaksi antara FxG. Selanjutnya melakukan uji jarak berganda *Duncan* (JDB) yang bisa dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Uji Jarak Berganda *Duncan* Uji Densitas Paving *block* (gr/cm³)

PERLAKUAN	F1	F2	F3	RERATA G
G1	1,7365	1,6225	1,7200	1,6930 p
G2	1,7320	1,5565	1,6680	1,6522 q
G3	1,5325	1,6265	2,2955	1,8182 r
RERATA F	1,6670 a	1,6018 b	1,8945 c	

Keterangan: Rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya hasil yang berbeda dari uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Tabel 6 memperlihatkan pada perbandingan pada campuran semen, pasir dan cangkang kelapa sawit sangat berpengaruh nyata terhadap penggunaan abu cangkang kelapa sawit sebagai bahan tambah pada paving *block* dapat mempengaruhi densitas paving *block*, Penambahan abu cangkang sawit dapat menaikkan densitas air. Namun, naiknya densitas air ini tergantung pada jumlah abu cangkang sawit yang ditambahkan. Abu cangkang sawit mengandung unsur silika, kalsium, dan magnesium yang dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia. Sedangkan perbandingan ukuran partikel sangat berpengaruh nyata terhadap uji densitas paving *block*, Ukuran partikel pada abu cangkang kelapa sawit dapat mempengaruhi densitas karena didalam cangkang kelapa sawit terdapat kadar air, semakin halus cangkang sawit maka semakin naik densitasnya, faktor ini terjadi karena semakin halus cangkang sawit, maka semakin banyak menyerap air dan dapat meningkatkan kadar airnya, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh mustafa et al., n.d..(2014), ukuran partikel cangkang kelapa sawit berpengaruh terhadap densitas air cangkang kelapa sawit. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel cangkang kelapa sawit, maka densitas airnya akan semakin tinggi.

Uji penyerapan Air

Tabel 7. Anova Penyerapan Air Paving Block (%)

Sumber Keragaman	DB	JK	RK	F. Hitung	F. Tabel	
					5%	1%
F	2	26,0732	13,0366	13,6673 ^{**}	4,46	8,56
G	2	78,3636	39,1818	41,0773 ^{**}	4,46	8,56
FxG	4	39,5160	9,8790	1,6465 ^{tn}	3,84	7,01
Blok	1	2,7300	2,7300			
Eror	8	7,63	0,9539			
Total	17	154,3136	65,7813			

Keterangan: ** (sangat berpengaruh nyata)

* (berpengaruh nyata)

tn (tidak berpengaruh nyata)

Dari tabel 7 dapat diketahui bahwa perbandingan semen, pasir dan cangkang kelapa sawit (F) sangat berpengaruh nyata dan perbandingan ukuran partikel pada cangkang kelapa sawit (G) sangat berpengaruh nyata pada uji penyerapan air dan tidak terjadi interaksi antara FxG. Selanjutnya melakukan uji jarak berganda *Duncan* (JDB) yang bisa dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Uji Jarak Berganda *Duncan* Uji Penyerapan Air (%)

PERLAKUAN	F1	F2	F3	RERATA G
G1	9,6650	7,7400	7,2950	8,2333 ^r
G2	1,9800	4,0350	7,5600	4,5250 ^p
G3	1,3750	2,3200	6,3050	3,3333 ^q
RERATA F	4,3400 ^c	4,6983 ^b	7,0533 ^a	

Keterangan: pada rerata yang diikuti huruf yang berbeda dengan kolom maupun baris menunjukkan adanya perbedaan berdasarkan uji jarak berganda *Duncan* pada jenjang nyata 5%.

Penyerapan air dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain sifat material, ukuran penggunaan material, bentuk pori, dan masih banyak faktor lainnya, resapan air memiliki hubungan positif dengan komposisi campuran paving sehingga semakin tinggi komposisi campuran resapan air, maka semakin tinggi penyerapan air nya, pada faktor semen, pasir dan cangkang kelapa sawit mendapatkan hasil yang beda nyata hal ini disebabkan karena cangkang kelapa sawit memiliki kadar air yang tinggi, semakin banyak cangkang sawit yang digunakan maka penyerapan air semakin meningkat. Menurut penelitian (Ardiyani & Prijono, 2015), penambahan cangkang kelapa sawit dalam jumlah yang banyak dapat menurunkan penyerapan air, hal ini disebabkan karena cangkang kelapa sawit mampu mengikat air dan membuatnya tersedia dalam jumlah yang banyak. Ukuran partikel dapat mempengaruhi penyerapan air yang sesuai pada beton. Agregat halus yang memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dapat menurunkan kemampuan beton untuk menyerap air. Hal ini disebabkan karena agregat halus dengan ukuran partikel yang lebih kecil memiliki permukaan yang lebih besar, sehingga dapat mengisi pori-pori beton dan mengurangi ruang kosong di dalamnya, pada proses pembuatan bahan juga dapat mempengaruhi seperti pada saat pemadatan, pada proses ini dapat mempengaruhi, semakin padat paving maka semakin kecil pori pori yang terdapat pada paving, dan semakin sedikit juga air yang dapat masuk kedalam paving, sehingga dapat menurunkan penyerapan air nya. Semakin padat paving block maka semakin tinggi kuat tekan dan tingkat penyerapan airnya semakin rendah. Menurut penelitian (Apriyanti et al., 2021). Ukuran partikel abu cangkang kelapa sawit dapat mempengaruhi penyerapan air

pada beton ukuran partikel yang kasar lebih banyak menyerap air dibanding dengan ukuran partikel yang lebih halus.

KESIMPULAN

1. Didapatkan kombinasi sampel terbaik pada masing masing parameter pada uji kuat tekan diperlakukan F1G2 mendapat nilai dengan rata rata 4,350 MPa, uji kuat lentur diperlakukan F2G2 mendapat nilai rata rata 0,430 MPa, uji densitas air diperlakukan F2G2 mendapat nilai rata rata 1,5565 gr/cm³, uji penyerapan air perlakuan F2G2 dikarenakan pada uji ini mendapat rata-rata 4,035%.
2. Pengaruh cangkang terhadap karakteristik paving block pada penelitian ini mendapatkan hasil yang tidak sesuai dengan SNI yang dimana pada saat melakukan uji kuat tekan maupun uji kuat lentur, paving block sangat mudah mengalami keretakan dan pecah kemungkinan hal ini disebabkan karena kurang meratanya proses pencampuran dan proses pemadatan pada saat pembuatan sampel

SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu harus benar benar lebih teliti lagi dalam pembuatan sampel dan juga harus memahami dalam pembuatan cetakan karena cetakan pada proses penelitian ini sangat berpengaruh pada bahan setelah jadi, dan pada saat pembuatan sampel harus mengacu pada SNI agar lebih jelas dan lebih teliti bagaimana tata cara pembuatannya baik dari proses pencampuran bahan dan pada proses pemadatan, supaya mendapatkan hasil yang sesuai dengan standar syarat mutu paving block.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyani, R. R., & Prijono, S. (2015). *Perbaikan retensi air typic kanhapludult taman bogo dan pertumbuhan tanaman jagung melalui pemberian biochar tempurung kelapa sawit*. 2(2), 199–209.
- Apriyanti, Y., Hidayatussa'diah, H., & Fahrhani, F. (2021). Pengaruh Penambahan Limbah Abu Cangkang Sawit (Pofa) Terhadap Nilai California Bearing Ratio (Cbr) Untuk Stabilisasi Tanah Lempung. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 8(2), 102–109. <https://doi.org/10.33019/fropil.v8i2.2143>.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000, SNI 03-2834- 2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta Badan Standarisasi Nasional. 1996, SNI 03-0691-1996, Bata Beton (Paving block). Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-0691-1996 : Bata Beton (Paving Block), 1996.
- Izzaty, R. E., Astuti, B., & Cholimah, N. (1967). Sintesis Zeolit 4a Dari Abu Limbah Sawit Dengan Variasi Ukuran Partikel Abu Sawit Dan Variasi Volume Natrium Silikat Dengan Natrium. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- Kristianto, Mungok, C. D., & Handalan, C. P. (2016). Pengaruh Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambah Terhadap Mutu Beton. 3(3), 1–10. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/17483/14898>.
- Mustafa, Y. A., Rohsari, A., & Utami, I. (n.d.). *Influence of Particle Size Palm Oil Shell to Heat Efficiency in Briquettes Palm Oil Shell*. 50–54.
- Subiyanto, B., Basri, H., Sari, L. N., & Rosalita, Y. (n.d.). Komponen Kimia Cangkang Sawit (*Elaeis guineensis Jacq .*) dan Pengaruhnya terhadap Sifat Beton Ringan *Chemical Components of Oil Palm (Elaeis guineensis Jacq .) Shell and Its Effect on Light Concrete Performance*. 4(4).
- Vitri, G., & Herman, H. (2019). Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Material Tambahan Beton. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 6(2), 78–87. <https://doi.org/10.21063/jts.2019.v602.06>.

The Sugar Association (2017). *About Sugar, A Consumer Fact Sheet. In The Suga Association, Inc.* <https://doi.org/10.1080/00221341408983659>

Zulfansyah. 2019. *Pembuatan Gula Merah Dari Nira Batang Sawit Dengan Teknologi Vakum.* Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau.