LAMPIRAN I
DATA PENGAMATAN

Berdasarkan penelitian yang berjudul "Konsumsi Energi pada Reaktor Pirolisis menggunakan Kondensor Ganda untuk Konversi Limbah Biomassa (Serbuk Kayu) menjadi Asap Cair" di Laboratorium Teknik kimia pada tanggal 8 Juni- 8 Juli 2022, didapatkan data pengamatan yang ditunjukkan pada Tabel L1 – L7.

Tabel L.1 Data Pengamatan Kadar Air

Bahan Baku	Berat Cawan Kosong (gr)	Berat Sampel (gr)	Berat sebelum (gr)	Berat sesudah (gr)
Jati 20 mesh	59,33	1,00	60,30	60,30
Jati 60 mesh	59,33	1,02	60,32	60,32
Meranti 20 mesh	53,49	1,02	54,51	54,47
Meranti 60 mesh	53,49	1,05	54,54	54,50
Racuk 20 mesh	62,85	1,05	63,90	63,85
Racuk 60 mesh	62,85	1,08	63,93	63,88

Tabel L.2 Data Pengamatan Kadar Abu

Bahan Baku	Berat Kosong (gr)	Berat sampel (gr)	Berat sebelum (gr)	Berat sesudah (gr)
Jati 20 mesh	21,00	1,05	22,05	21,23
Jati 60 mesh	21,00	1,02	22,02	21,23
Meranti 20 mesh	22,26	1,03	23,29	22,48
Meranti 60 mesh	22,26	1,01	23,27	22,48
Racuk 20 mesh	21,22	1,05	22,27	21,49
Racuk 60 mesh	21,22	1,02	22,24	21,49

Tabel L.3 Data Pengamatan Rendemen Asap Cair

Bahan Baku	Tar (ml)	Kond 1 (ml)	Kond 2 (ml)	Total Cair (ml)
Jati 20 mesh	217	90	17,5	324,5
Jati 60 mesh	221	214	19,5	454,5
Meranti 20 mesh	262	158,5	30,5	451
Meranti 60 mesh	311	200	70,2	581,2
Racuk 20 mesh	190	143	34,6	367,6
Racuk 60 mesh	224	178	34,2	436,2

Tabel L.4 Data Pengamatan Konsumsi Energi

Bahan Baku	Total Cair (l)	Waktu Proses (h)	Ceramic Heater			Band Heater			Pompa		
			Tegangan (v)	Arus (A)	Daya (watt)	Tegangan (v)	Arus (A)	Daya (watt)	Tegangan (v)	Arus (A)	Daya (watt)
Jati 20 mesh	0.3245	4.92	215	2.293	493	215	3.693	794	220	0.1	22
Jati 60 mesh	0.4545	4.53	217	2.281	495	217	3.664	795	220	0.1	22
Meranti 20 mesh	0,451	5,1	215	2,288	492	215	3,688	793	220	0.1	22
Meranti 60 mesh	0,581	4,02	214	2,313	495	214	3,720	796	220	0.1	22
Racuk 20 mesh	0.3676	5.3	214	2.285	489	214	3.701	792	220	0.1	22
Racuk 60 mesh	0.4362	4.05	218	2.280	497	219	3.639	797	220	0.1	22

Tabel L.5 Data Pengamata Densitas

Bahan Baku	Kondenser	Erlenmeyer kosong (gr)	Erlenmeyer + air (gr)	Erlenmeyer + sampel (gr)
Jati 20 mesh	1	11,0898	16,7082	17,327
	2	11,0898	16,7082	17,494
Jati 60 mesh	1	11,0898	16,7082	17,419
	2	11,0898	16,7082	17,529
Meranti 20 mesh	1	11,0898	16,7082	17,335
	2	11,0898	16,7082	17,362
Meranti 60 mesh	1	11,0898	16,7082	17,319
	2	11,0898	16,7082	17,349
Racuk 20 mesh	1	11,0898	16,7082	17,363
	2	11,0898	16,7082	17,428
Racuk 60 mesh	1	11,0898	16,7082	17,362
	2	11,0898	16,7082	17,424

Tabel L.6 Data Pengamatan Kadar Asam

Bahan Baku	Vol titran (ml)	Kons titran (ek/ml)	Vol sampel (ml)	densitas (gr/ml)	Massa sampel (gr)	BM NaOH (gr/ek)
Jati 20 mesh	3,3	0,5	10	1,110	11,101	40
	3,2	0,5	10	1,140	11,399	40
Jati 60 mesh	3,3	0,5	10	1,127	11,265	40
	3,2	0,5	10	1,146	11,461	40
Meranti 20 mesh	3,9	0,5	10	1,112	11,116	40
	3,7	0,5	10	1,116	11,164	40
Meranti 60 mesh	3,7	0,5	10	1,109	11,087	40
	3,6	0,5	10	1,114	11,141	40
Racuk 20 mesh	3,0	0,5	10	1,117	11,165	40
	2,7	0,5	10	1,128	11,281	40
Racuk 60 mesh	2,4	0,5	10	1,116	11,164	40
	2,3	0,5	10	1,127	11,274	40

Tabel L.7 Data Pengamatan Kadar Fenol

Bahan Baku	Kondensor	Fenol (ppm)	Vol Sampel (ml)	Berat sampel (gr)	Abs (761 nm)	F. Pengenceran
Jati 20 mesh	1	54,5	10	0,0562	0,13741	1
	2	71,541	10	0,0532	0,18005	1
Jati 60 mesh	1	91,102	10	0,0543	0,22928	1
	2	252,64	10	0,0544	0,63583	1
Meranti 20 mesh	1	101,32	10	0,0556	0,25499	1
	2	112,88	10	0,0521	0,2841	1
Meranti 60 mesh	1	95,225	10	0,0573	0,23966	1
	2	96,784	10	0,0569	0,24358	1
Racuk 20 mesh	1	111,36	10	0,0592	0,28025	1
	2	111,44	10	0,0512	0,28047	1
Racuk 60 mesh	1	110,51	10	0,0518	0,27813	1
	2	219,33	10	0,0508	0,55199	1

LAMPIRAN II
PERHITUNGAN

Perhitungan hasil analisa kinerja alat, kuantitatif, dan kualitatif. Produk yang diperoleh dari proses pirolisis biomassa (tempurung kelapa, serbuk kayu jati, dan serbuk kayu akasia) dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan yang berdasarkan dengan analisa yang telah dilakukan. Nilai hasil dari perhitungan dapat digunakan untuk menentukan kualitas asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis.

1. **Analisa *Pre-treatment* Bahan Baku**

Perhitungan analisa *pre-treatment* yang dilakukan dengan menghitung jumlah kandungan kadar air dan kadar abu pada bahan baku (serbuk kayu) yang digunakan.

a. % Kadar Air

$$Kadar\ air\ (\%) = \frac{(W_1 - W_2)\ gr}{Berat\ sampel\ (gr)}\ x\ 100\%$$

Keterangan : W_1 = Berat Cawan Kosong (gr)

W_2 = Berat Cawan Kosong + Sampel (gr)

(Sumber : SNI 01-2891-1992)

b. % Kadar Abu

$$Kadar\ abu\ (\%) = \frac{massa\ abu\ (gr)}{massa\ \ awal\ sampel\ (gr)}\ x\ 100\%$$

(Sumber : SNI 01-2891-1992)

2. **Analisa Kinerja Alat**

Perhitungan analisa kinerja alat yang dilakukan dengan menghitung konsumsi energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan asap cair.

a. Menghitung daya yang digunakan

P = V x I x t

Keterangan :

P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus listrik (ampere)

t = Waktu yang dibutuhkan (jam)

(Sumber: Mulyadi, 2020)

b. Menghitung *Specific Energy Consumption* (SEC)

$$SEC = \frac{Energi\ yang\ digunakan}{Produk\ yang\ dihasilkan}$$

Keterangan:

SEC = *Spesific Energy Consumption* (kWh/l)

Energi yang digunakan (kWh)

Produk yang dihasilkan (liter)

(Sumber: Lawrence, 2019)

c. Menghitung Effisiensi Kinerja Alat

$$Effisiensi = \frac{SEC\ Teoritis}{SEC\ Aktual}\ x\ 100$$

3. Analisa Rendemen Produk

Perhitungan analisa kuantitatif produk yang dilakukan dengan menghitung massa produk dan arang yang dihasilkan dari proses pirolisis.

a. Menghitung massa

m = ρ x V

Keterangan :

m = massa (gr)

ρ = massa jenis (gr/ml)

V = volume (ml)

b. Menghitung %rendemen

$$\%rendemen\ asap\ cair = \frac{Massa\ asap\ cair}{massa\ bahan\ baku}\ x\ 100$$

$$\%rendemen\ bio - char = \frac{Massa\ bio - char}{massa\ bahan\ baku}\ x\ 100$$

(Sumber: Gupta dkk, 2019)

4. Analisa Kualitas Produk

Perhitungan analisa kualitatif produk yang dilakukan dengan menghitung densitas, kadar fenol dan asam yang dihasilkan dari proses pirolisis.

a. Menghitung Densitas

$$Densitas \left(\frac{gr}{ml}\right) = \frac{(W_2 - W_1)}{(W - W_1)}$$

Keterangan :

W = bobot piknometer beserta blanko/air (gram)

W_1 = bobot piknometer kosong (gram)

W_2 = bobot piknometer beserta sampel (gram)

(Sumber : SNI 01-2891-1992)

b. Menghitung Total Fenol

$$Total\ fenol\ (\%) = \frac{x.V.FP}{BS} x\ 100\ \left|\frac{1\ gr}{1000\ mg}\right|\ \left|\frac{1\ L}{1000\ ml}\right|$$

Keterangan :

x = Konsentrasi (mg/L)

V = Volume larutan sampel (mL)

FP = Faktor pengenceran larutan sampel

BS = Berat sampel (gr)

(Sumber : Hapsari, 2018)

c. Menghitung Bilangan Asam

$$Bilangan\ asam\ (\%) = \frac{V\ x\ T\ x\ BM}{g}$$

Keterangan :

V = Volume NaOH yang diperlukan (ml)

T = Normalitas NaOH (ek/ml)

BM = Berat molekul NaOH (gr/ek)

g = Massa sampel (gr)

(Sumber : SNI 01-2891-1992)

5. **Menghitung Kadar Air pada Bahan Baku**

   - Serbuk Kayu Jati

     a. 60 mesh

     $$Kadar\ air\ (\%) = \frac{(60,35 - 60,32)\ gr}{1,02\ gr}\ x\ 100\% = 3\%$$

     b. 20 mesh

     $$Kadar\ air\ (\%) = \frac{(60,33 - 60,30)\ gr}{1\ gr}\ x\ 100\% = 3,21\%$$

   - Serbuk Kayu Meranti

     a. 60 mesh

     $$Kadar\ air\ (\%) = \frac{(54,54 - 54,50)\ gr}{1,05\ gr}\ x\ 100\% = 3,92\%$$

     b. 20 mesh

     $$Kadar\ air\ (\%) = \frac{(54,51 - 54,47)\ gr}{1,02\ gr}\ x\ 100\% = 4,32\%$$

   - Serbuk Kayu Racuk

     a. 60 mesh

     $$Kadar\ air\ (\%) = \frac{(63,93 - 63,88)\ gr}{1,08\ gr}\ x\ 100\% = 4,76\%$$

     b. 20 mesh

     $$Kadar\ air\ (\%) = \frac{(63,90 - 63,85)\ gr}{1,05\ gr}\ x\ 100\% = 4,85\%$$

6. **Menghitung Kadar Abu Bahan Baku**

   - Serbuk Kayu Jati

     a. 60 mesh

     $$Kadar\ abu\ (\%) = \frac{(21,23 - 21)\ gr}{1,02\ gr}\ x\ 100\% = 22,55\%$$

     b. 20 mesh

     $$Kadar\ abu\ (\%) = \frac{(21,23 - 21)\ gr}{1,05\ gr}\ x\ 100\% = 22,14\%$$

   - Serbuk Kayu Meranti

     a. 60 mesh

     $$Kadar\ abu\ (\%) = \frac{(22,48 - 22,26)\ gr}{1,01\ gr}\ x\ 100\% = 21,78\%$$

b. 20 mesh

$$Kadar\ abu\ (\%) = \frac{(22{,}48 - 22{,}26)\ gr}{1{,}03\ gr}\ x\ 100\% = 21{,}53\%$$

- Serbuk Kayu Racuk

a. 60 mesh

$$Kadar\ abu\ (\%) = \frac{(21{,}49 - 21{,}22)\ gr}{1{,}02\ gr}\ x\ 100\% = 26{,}47\%$$

b. 20 mesh

$$Kadar\ abu\ (\%) = \frac{(21{,}49 - 21{,}22)\ gr}{1{,}05\ gr}\ x\ 100\% = 26{,}12\%$$

7. **Menghitung Konsumsi Daya yang Digunakan**

- Serbuk Kayu Jati

a. 60 mesh

$$P = \frac{\big((217V\ x\ 2{,}281A) + (217V\ x\ 3{,}664A)\ + (220V\ x\ 0{,}1A)\big)\ x\ 4{,}53\ h}{1000\ W/kW}$$

$$= 5{,}94\ kWh$$

b. 20 mesh

$$P = \frac{\big((215V\ x\ 2{,}293A) + (215V\ x\ 3{,}693A)\ + (220V\ x\ 0{,}1A)\big)\ x\ 4{,}92\ h}{1000\ W/kW}$$

$$= 6{,}44\ kWh$$

- Serbuk Kayu Meranti

a. 60 mesh

$$P = \frac{\big((214V\ x\ 2{,}313A) + (214V\ x\ 3{,}720A)\ + (220V\ x\ 0{,}1A)\big)\ x\ 4{,}02\ h}{1000\ W/kW}$$

$$= 5{,}28\ kWh$$

b. 20 mesh

$$P = \frac{\big((215V\ x\ 2{,}288A) + (215V\ x\ 3{,}688A)\ + (220V\ x\ 0{,}1A)\big)\ x\ 5{,}1\ h}{1000\ W/kW}$$

$$= 6{,}67\ kWh$$

- Serbuk Kayu Racuk

a. 60 mesh

$$P = \frac{\big((218V\ x\ 2{,}280A) + (218V\ x\ 3{,}656A)\ + (220V\ x\ 0{,}1A)\big)\ x\ 4{,}05\ h}{1000\ W/kW}$$

$$= 5{,}33\ kWh$$

b. 20 mesh

$$P = \frac{\left((214V \times 2{,}285A) + (214V \times 3{,}701A) + (220V \times 0{,}1A)\right) \times 5{,}3\ h}{1000\ W/kW}$$

$$= 6{,}91\ kWh$$

8. **Menghitung** *Specific Energy Consumption* **(SEC)**

- Serbuk Kayu Jati

    a. 60 mesh

    $$SEC = \frac{5{,}94\ kWh}{0{,}455\ liter} = 13{,}08\ kWh$$

    b. 20 mesh

    $$SEC = \frac{6{,}44\ kWh}{0{,}325\ liter} = 19{,}85\ kWh$$

- Serbuk Kayu Meranti

    a. 60 mesh

    $$SEC = \frac{5{,}28\ kWh}{0{,}581\ liter} = 9{,}08\ kWh$$

    b. 20 mesh

    $$SEC = \frac{6{,}67\ kWh}{0{,}451\ liter} = 14{,}78\ kWh$$

- Serbuk Kayu Racuk

    a. 60 mesh

    $$SEC = \frac{5{,}33\ kWh}{0{,}436\ liter} = 12{,}22\ kWh$$

    b. 20 mesh

    $$SEC = \frac{6{,}91\ kWh}{0{,}368\ liter} = 18{,}79\ kWh$$

9. **Menghitung Massa Produk**

- Serbuk Kayu Jati 60 mesh

    a. Kondenser 1

    $$m = 1{,}126\ ^{gr}/_{ml} \times 214\ ml = 240{,}96\ gr$$

    b. Kondenser 2

    $$m = 1{,}146\ ^{gr}/_{ml} \times 19{,}5\ ml = 22{,}35\ gr$$

- Serbuk Kayu Jati 20 mesh

  a. Kondenser 1

  $\text{m} = 1{,}11 \, {}^{gr}/_{ml} \, x \, 90 \, ml = 99{,}90 \, gr$

  b. Kondenser 2

  $\text{m} = 1{,}14 \, {}^{gr}/_{ml} \, x \, 17{,}5 \, ml = 19{,}95 \, gr$

- Serbuk Kayu Meranti 60 mesh

  a. Kondenser 1

  $\text{m} = 1{,}109 \, {}^{gr}/_{ml} \, x \, 200 \, ml = 221{,}80 \, gr$

  b. Kondenser 2

  $\text{m} = 1{,}114 \, {}^{gr}/_{ml} \, x \, 70{,}2 \, ml = 78{,}20 \, gr$

- Serbuk Kayu Meranti 20 mesh

  a. Kondenser 1

  $\text{m} = 1{,}112 \, {}^{gr}/_{ml} \, x \, 158{,}5 \, ml = 176{,}25 \, gr$

  b. Kondenser 2

  $\text{m} = 1{,}116 \, {}^{gr}/_{ml} \, x \, 30{,}5 \, ml = 34{,}04 \, gr$

- Serbuk Kayu Racuk 60 mesh

  a. Kondenser 1

  $\text{m} = 1{,}116 \, {}^{gr}/_{ml} \, x \, 178 \, ml = 198{,}65 \, gr$

  b. Kondenser 2

  $\text{m} = 1{,}127 \, {}^{gr}/_{ml} \, x \, 34{,}3 \, ml = 38{,}54 \, gr$

- Serbuk Kayu Racuk 20 mesh

  a. Kondenser 1

  $\text{m} = 1{,}117 \, {}^{gr}/_{ml} \, x \, 143 \, ml = 159{,}73 \, gr$

  b. Kondenser 2

  $\text{m} = 1{,}128 \, {}^{gr}/_{ml} \, x \, 34{,}6 \, ml = 39{,}03 \, gr$

10. Menghitung Rendemen Produk

- Serbuk Kayu Jati 60 mesh

  a. Kondenser 1

  $$Rendemen\ asap\ cair = \frac{240{,}96\ gr}{1500\ gr}\ x\ 100 = 16\%$$

  b. Kondenser 2

  $$Rendemen\ asap\ cair = \frac{22{,}35\ gr}{1500\ gr}\ x\ 100 = 1\%$$

- Serbuk Kayu Jati 20 mesh

  a. Kondenser 1

  $$Rendemen\ asap\ cair = \frac{99{,}90\ gr}{1500\ gr}\ x\ 100 = 7\%$$

  b. Kondenser 2

  $$Rendemen\ asap\ cair = \frac{19{,}95\ gr}{1500\ gr}\ x\ 100 = 1\%$$

- Serbuk Kayu Meranti 60 mesh

  a. Kondenser 1

  $$Rendemen\ asap\ cair = \frac{221{,}80\ gr}{1500\ gr}\ x\ 100 = 15\%$$

  b. Kondenser 2

  $$Rendemen\ asap\ cair = \frac{78{,}20\ gr}{1500\ gr}\ x\ 100 = 5\%$$

- Serbuk Kayu Meranti 20 mesh

  a. Kondenser 1

  $$Rendemen\ asap\ cair = \frac{176{,}25\ gr}{1500\ gr}\ x\ 100 = 12\%$$

  b. Kondenser 2

  $$Rendemen\ asap\ cair = \frac{34{,}04\ gr}{1500\ gr}\ x\ 100 = 2\%$$

- Serbuk Kayu Racuk 60 mesh

  a. Kondenser 1

  $$Rendemen\ asap\ cair = \frac{198{,}65\ gr}{1500\ gr}\ x\ 100 = 13\%$$

  b. Kondenser 2

  $$Rendemen\ asap\ cair = \frac{38{,}54\ gr}{1500\ gr}\ x\ 100 = 3\%$$

- Serbuk Kayu Racuk 20 mesh

  a. Kondenser 1

  $$Rendemen\ asap\ cair = \frac{159,73\ gr}{1500\ gr}\ x\ 100 = 11\%$$

  b. Kondenser 2

  $$Rendemen\ asap\ cair = \frac{39,03\ gr}{1500\ gr}\ x\ 100 = 3\%$$

11. Menghitung Densitas Asap Cair

- Serbuk Kayu Jati 60 mesh

  a. Kondenser 1

  $$\rho = \frac{(17,419gr - 11,0898\ gr)}{(16,7082\ gr - 11,0898\ gr)} = 1,127\ gr/ml$$

  b. Kondenser 2

  $$\rho = \frac{(17,529\ gr - 11,0898\ gr)}{(16,7082\ gr - 11,0898\ gr)} = 1,146\ gr/ml$$

- Serbuk Kayu Jati 20 mesh

  a. Kondenser 1

  $$\rho = \frac{(17,327\ gr - 11,0898\ gr)}{(16,7082\ gr - 11,0898\ gr)} = 1,110\ gr/ml$$

  b. Kondenser 2

  $$\rho = \frac{(17,494\ gr - 11,0898\ gr)}{(16,7082\ gr - 11,0898\ gr)} = 1,134\ gr/ml$$

- Serbuk Kayu Meranti 60 mesh

  a. Kondenser 1

  $$\rho = \frac{(17,319gr - 11,0898\ gr)}{(16,7082\ gr - 11,0898\ gr)} = 1,109\ gr/ml$$

  b. Kondenser 2

  $$\rho = \frac{(17,349\ gr - 11,0898\ gr)}{(16,7082\ gr - 11,0898\ gr)} = 1,114\ gr/ml$$

- Serbuk Kayu Meranti 20 mesh

  a. Kondenser 1

  $$\rho = \frac{(17,335\ gr - 11,0898\ gr)}{(16,7082\ gr - 11,0898\ gr)} = 1,112\ gr/ml$$

b. Kondenser 2

$$\rho = \frac{(17,362\ gr - 11,0898\ gr)}{(16,7082\ gr - 11,0898\ gr)} = 1,116\ gr/ml$$

- Serbuk Kayu Racuk 60 mesh

  a. Kondenser 1

  $$\rho = \frac{(17,362\ gr - 11,0898\ gr)}{(16,7082\ gr - 11,0898\ gr)} = 1,116\ gr/ml$$

  b. Kondenser 2

  $$\rho = \frac{(17,424\ gr - 11,0898\ gr)}{(16,7082\ gr - 11,0898\ gr)} = 1,127\ gr/ml$$

- Serbuk Kayu Racuk 20 mesh

  a. Kondenser 1

  $$\rho = \frac{(17,363\ gr - 11,0898\ gr)}{(16,7082\ gr - 11,0898\ gr)} = 1,117\ gr/ml$$

  b. Kondenser 2

  $$\rho = \frac{(17,428\ gr - 11,0898\ gr)}{(16,7082\ gr - 11,0898\ gr)} = 1,128\ gr/ml$$

12. Menghitung Total Fenol Asap Cair

- Serbuk Kayu Jati 60 mesh

  a. Kondenser 1

  $$Total\ fenol\ (\%) = \frac{91,102\ mg/L\ x\ 10\ ml\ x\ 1}{0,0500\ gr} x100\ \left|\frac{1\ gr}{1000\ mg}\right| \left|\frac{1\ L}{1000\ ml}\right|$$

  $$= 1,82\%$$

  b. Kondenser 2

  $$Total\ fenol\ (\%) = \frac{252,64\ mg/L\ x\ 10\ ml\ x\ 1}{0,0590\ gr} x100\ \left|\frac{1\ gr}{1000\ mg}\right| \left|\frac{1\ L}{1000\ ml}\right|$$

  $$= 4,28\%$$

- Serbuk Kayu Jati 20 mesh

  a. Kondenser 1

  $$Total\ fenol\ (\%) = \frac{54,6\ mg/L\ x\ 10\ ml\ x\ 1}{0,0532\ gr} x100\ \left|\frac{1\ gr}{1000\ mg}\right| \left|\frac{1\ L}{1000\ ml}\right|$$

  $$= 1,09\%$$

    b. Kondenser 2

$$Total\ fenol\ (\%) = \frac{71,541\ mg/L\ x\ 10\ ml\ x\ 1}{0,0532\ gr} x100 \left|\frac{1\ gr}{1000\ mg}\right| \left|\frac{1\ L}{1000\ ml}\right|$$

$$= 1,34\%$$

- Serbuk Kayu Meranti 60 mesh

    a. Kondenser 1

$$Total\ fenol\ (\%) = \frac{95,225\ mg/L\ x\ 10\ ml\ x\ 1}{0,0573\ gr} x100 \left|\frac{1\ gr}{1000\ mg}\right| \left|\frac{1\ L}{1000\ ml}\right|$$

$$= 1,66\%$$

    b. Kondenser 2

$$Total\ fenol\ (\%) = \frac{96,784\ mg/L\ x\ 10\ ml\ x\ 1}{0,0569\ gr} x100 \left|\frac{1\ gr}{1000\ mg}\right| \left|\frac{1\ L}{1000\ ml}\right|$$

$$= 1,70\%$$

- Serbuk Kayu Meranti 20 mesh

    a. Kondenser 1

$$Total\ fenol\ (\%) = \frac{101,32\ mg/L\ x\ 10\ ml\ x\ 1}{0,0556\ gr} x100 \left|\frac{1\ gr}{1000\ mg}\right| \left|\frac{1\ L}{1000\ ml}\right|$$

$$= 1,82\%$$

    b. Kondenser 2

$$Total\ fenol\ (\%) = \frac{112,88\ mg/L\ x\ 10\ ml\ x\ 1}{0,0521\ gr} x100 \left|\frac{1\ gr}{1000\ mg}\right| \left|\frac{1\ L}{1000\ ml}\right|$$

$$= 2,17\%$$

- Serbuk Kayu Racuk 60 mesh

    a. Kondenser 1

$$Total\ fenol\ (\%) = \frac{110,51\ mg/L\ x\ 10\ ml\ x\ 1}{0,0518\ gr} x100 \left|\frac{1\ gr}{1000\ mg}\right| \left|\frac{1\ L}{1000\ ml}\right|$$

$$= 2,13\%$$

    b. Kondenser 2

$$Total\ fenol\ (\%) = \frac{219,33\ mg/L\ x\ 10\ ml\ x\ 1}{0,0508\ gr} x100 \left|\frac{1\ gr}{1000\ mg}\right| \left|\frac{1\ L}{1000\ ml}\right|$$

$$= 4,32\%$$

- Serbuk Kayu Racuk 20 mesh

  a. Kondenser 1

$$Total\ fenol\ (\%) = \frac{111{,}36\ mg/L\ x\ 10\ ml\ x\ 1}{0{,}0592\ gr} x100 \left|\frac{1\ gr}{1000\ mg}\right| \left|\frac{1\ L}{1000\ ml}\right|$$

$$= 1{,}88\%$$

  b. Kondenser 2

$$Total\ fenol\ (\%) = \frac{111{,}44\ mg/L\ x\ 10\ ml\ x\ 1}{0{,}0512\ gr} x100 \left|\frac{1\ gr}{1000\ mg}\right| \left|\frac{1\ L}{1000\ ml}\right|$$

$$= 2{,}18\%$$

13. Menghitung Bilangan Asam Asap Cair

- Serbuk Kayu Jati 60 mesh

  a. Kondenser 1

$$Bilangan\ Asam\ (\%) = \frac{3{,}3\ ml\ x\ 0{,}5\frac{ek}{ml} x40\frac{gr}{ek}}{11{,}265\ gr}\ x\ 100 = 5{,}86\%$$

  b. Kondenser 2

$$Bilangan\ Asam\ (\%) = \frac{3{,}2\ ml\ x\ 0{,}5\frac{ek}{ml} x40\frac{gr}{ek}}{11{,}146\ gr}\ x\ 100 = 5{,}58\%$$

- Serbuk Kayu Jati 20 mesh

  a. Kondenser 1

$$Bilangan\ Asam\ (\%) = \frac{3{,}3\ ml\ x\ 0{,}5\frac{ek}{ml} x40\frac{gr}{ek}}{11{,}101\ gr}\ x\ 100 = 5{,}95\%$$

  b. Kondenser 2

$$Bilangan\ Asam\ (\%) = \frac{3{,}2\ ml\ x\ 0{,}5\frac{ek}{ml} x40\frac{gr}{ek}}{11{,}399\ gr}\ x\ 100 = 5{,}61\%$$

- Serbuk Kayu Meranti 60 mesh

  a. Kondenser 1

$$Bilangan\ Asam\ (\%) = \frac{3{,}7\ ml\ x\ 0{,}5\frac{ek}{ml} x40\frac{gr}{ek}}{11{,}087\ gr}\ x\ 100 = 6{,}67\%$$

  b. Kondenser 2

$$Bilangan\ Asam\ (\%) = \frac{3{,}6\ ml\ x\ 0{,}5\frac{ek}{ml} x40\frac{gr}{ek}}{11{,}141\ gr}\ x\ 100 = 6{,}46\%$$

- Serbuk Kayu Meranti 20 mesh

  a. Kondenser 1

  $$Bilangan\ Asam\ (\%) = \frac{3,9\ ml\ x\ 0,5\frac{ek}{ml}\ x40\frac{gr}{ek}}{11,116\ gr}\ x\ 100 = 7,02\%$$

  b. Kondenser 2

  $$Bilangan\ Asam\ (\%) = \frac{3,7\ ml\ x\ 0,5\frac{ek}{ml}\ x40\frac{gr}{ek}}{11,164\ gr}\ x\ 100 = 6,63\%$$

- Serbuk Kayu Racuk 60 mesh

  a. Kondenser 1

  $$Bilangan\ Asam\ (\%) = \frac{2,4\ ml\ x\ 0,5\frac{ek}{ml}\ x40\frac{gr}{ek}}{11,164\ gr}\ x\ 100 = 4,30\%$$

  b. Kondenser 2

  $$Bilangan\ Asam\ (\%) = \frac{2,3\ ml\ x\ 0,5\frac{ek}{ml}\ x40\frac{gr}{ek}}{11,274\ gr}\ x\ 100 = 4,08\%$$

- Serbuk Kayu Racuk 20 mesh

  a. Kondenser 1

  $$Bilangan\ Asam\ (\%) = \frac{3\ ml\ x\ 0,5\frac{ek}{ml}\ x40\frac{gr}{ek}}{11,165\ gr}\ x\ 100 = 5,37\%$$

  b. Kondenser 2

  $$Bilangan\ Asam\ (\%) = \frac{2,7\ ml\ x\ 0,5\frac{ek}{ml}\ x40\frac{gr}{ek}}{11,281\ gr}\ x\ 100 = 4,79\%$$

LAMPIRAN III
DOKUMENTASI

A.   Persiapan Bahan Baku

Gambar L3.1 Limbah Biomassa Serbuk Kayu

Gambar L3.2 Proses Pengumpulan Limbah Biomassa Serbuk Kayu

Gambar L3.3 Penjemuran Limbah Biomassa (Serbuk Kayu)

Gambar L3.4 Proses Pengecekan Kadar Air

Gambar L3.5 Proses Pengecekan Kadar Abu

Gambar L3.6 Proses Pengecilan Ukuran

B. **Proses Pirolisis Asap Cair**

Gambar L3.7 Proses Membuka Reaktor, Memasukkan Bahan, Dan Menutup

Reaktor

Gambar L3.8

Proses Pemasukan Bahan Baku

Gambar L3.9 Seperangkat Alat Pirolisis

Asap Cair kedalam Reaktor

Gambar L3.10 Tempat Penampungan Asap Cair Pada Kondensor 1 dan

Kondensor 2

Gambar L3.11 Alat Ukur Suhu pada Reaktor, Tar, Kondensor 1, Dan Kondensor 2

Gambar L3.12 Proses Penyaringan Asap Cair Dari Tar

Gambar L3.13 Asap Cair
Kayu Jati 20 Mesh

Gambar L3.14 Asap Cair
Kayu Jati 60 Mesh

Gambar L3.15 Asap Cair
Kayu Meranti 20 Mesh

Gambar L3.16 Asap Cair
Kayu Meranti 60 Mesh

Gambar L3.17 Asap Cair
Kayu Racuk 20 Mesh

Gambar L3.18 Asap Cair
Kayu Racuk 60 Mesh

C.   **Analisa Asap Cair**

- **pH**

Gambar L3.19 Analisa pH dengan pHmeter

- **Fenol**

Gambar L3.20 Pembuatan
Larutan Asam Galat

Gambar L3.21 Proses Homogenisasi

Gambar L3.22 Persiapan Analisa

Gambar L3.23 Analisa Fenol

- **%Asam**

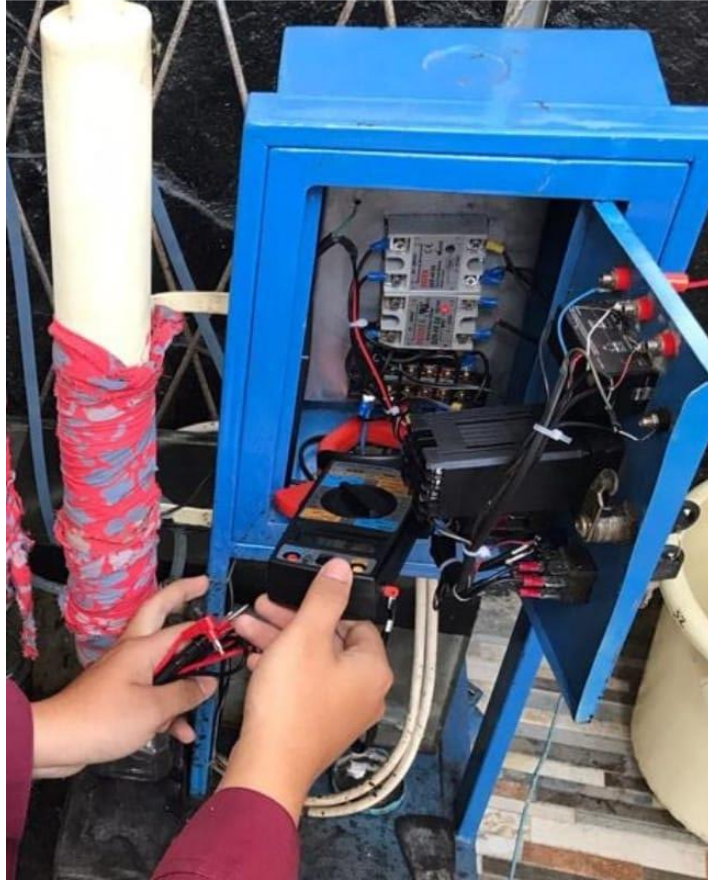

Gambar L3.24 Proses
Homogenisasi Larutan

Gambar L3.25 Persiapan Titrasi Asam

Gambar L3.26 Proses Titrasi Asam

D. **Pengukuran SEC**

Gambar L3.27 Pengukuran Daya dan Tegangan