

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis Guinensis*) adalah tumbuhan industri penting penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel). Perkebunannya menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan lama dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Indonesia adalah penghasil minyak kelapa sawit terbesar kedua dunia setelah Malaysia. Hal ini menunjukkan betapa tingginya keberadaan perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Akan tetapi dengan melimpahnya perkebunan kelapa sawit ini dapat menyebabkan pencemaran yang disebabkan oleh limbah apabila limbah tersebut tidak diolah. Limbah kelapa sawit dapat dimanfaatkan kembali seperti batang dan tandan sawit untuk pulp kertas, Batang kelapa sawit untuk perabot dan papan artikel dan sebagainya. Kelapa sawit sebagai tanaman penghasil minyak sawit dan inti sawit merupakan salah satu primadona tanaman perkebunan yang menjadi sumber penghasil devisa nonmigas bagi Indonesia. Ceraahnya prospek komoditi minyak kelapa sawit dalam perdagangan minyak nabati dunia telah mendorong pemerintah Indonesia untuk memacu pengembangan areal perkebunan kelapa sawit.

Pohon kelapa sawit menghasilkan buah sawit yang terkumpul di dalam satu tandan, oleh karena itu sering disebut dengan istilah TBS (Tandan Buah Segar). Sawit yang sudah berproduksi optimal dapat

menghasilkan TBS dengan berat antara 15-30 kg/tandan. Tandan-tandan inilah yang kemudian diangkut ke pabrik untuk diolah lebih lanjut menghasilkan minyak sawit. Produksi utama pabrik sawit adalah CPO dan minyak inti sawit. CPO diekstrak dari sabutnya, yaitu bagian antara kulit dengan cangkangnya. Sedangkan dari daging buahnya akan menghasilkan minyak inti sawit. Varietas sawit dengan kulit tebal banyak dicari orang, karena buah sawit seperti ini yang rendemen minyaknya tinggi. Neraca pengolahan sawit di pabrik kelapa sawit kurang lebih seperti gambar neraca massa di bawah ini. Dari setiap ton TBS yang diolah dapat menghasilkan 140 – 200 kg CPO. Selain CPO pengolahan ini juga menghasilkan limbah/produk samping, antara lain: limbah cair (POME=*Palm Oil Mill Effluent*), cangkang sawit, fiber/sabut, dan tandan kosong kelapa sawit.

B. Limbah Kelapa Sawit

Limbah kelapa sawit adalah sisa-sisa hasil dari proses budidaya tanaman kelapa sawit, industri pengolahan sawit (PKS) menjadi CPO, maupun pengolahan bagian kernel menjadi minyak inti sawit /Palm Kernel Oil (PKO). Sebagai penghasil kelapa sawit terbesar di dunia, tentunya potensi limbah sawit Indonesia juga sangat besar. Limbah industri kelapa sawit dikelompokkan menjadi 3 yaitu, Limbah Padat, Limbah Cair, Limbah Gas.

1. Limbah Padat

Limbah padat merupakan limbah yang paling banyak, yakni sekitar 35-40% dari total TBS yang diolah dalam bentuk tandan buah kosong,

serat, cangkang buah, abu bakar dan bungkil sawit. Jumlah tandan kosong yang dihasilkan setiap ton TBS yang diolah mencapai sekitar 23%, namun belum banyak dimanfaatkan dan pengelolaannya masih terbatas sebagai abu bakar dan mulsa tanaman. Sementara cangkang sawit yang memiliki bentuk seperti tempurung kelapa masih digunakan sebagai produk samping daripada sebagai substitusi energi. Jika dibandingkan dengan batu bara, cangkang sawit memiliki kelebihan sebagai bahan bakar yang ramah terhadap lingkungan karena tidak mengandung sulfur sehingga tidak menghasilkan gas pencemar. Cangkang sawit baik untuk bahan arang karena cangkang sawit memiliki kandungan zat lignoselulosa, sehingga arang yang dihasilkan memiliki kualitas tinggi. Kelebihan lain yang ditonjolkan oleh arang sawit ini ialah masalah beratnya yang dapat mencapai 1,4 gram/ml, serta pembakaran arang dapat menghasilkan energi panas yang lebih besar yakni sejumlah 20.093 kJ/Kg. Cangkang Sawit berguna sebagai bahan bakar Boiler, yakni mengubah limbah menjadi uap yang dapat menggerakkan mesin turbin. Selain itu, berfungsi pula untuk mengoperasikan segala mesin yang berbasis uap. Tekanan api yang dihasilkan juga lebih memiliki tingkat daya panas yang maksimal dan lebih besar. Cangkang sawit memiliki kelebihan sebagai bahan bakar yang ramah terhadap lingkungan karena tidak mengandung sulfur sehingga tidak menghasilkan gas pencemar. Untuk itulah maka cangkang sawit merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang dapat menghemat persediaan minyak bumi.

2. Limbah Cair

Limbah cair ini berasal dari kondensat, stasiun klarifikasi, dan dari hidrosiklon, limbah cair kelapa sawit ini mengandung kadar bahan organik yang tinggi, tingginya kadar bahan organik ini menimbulkan beban pencemaran yang sangat besar, oleh karena itu diperlukan degradasi bahan organik yang lebih besar pula. Limbah cair pabrik kelapa sawit memiliki potensi sebagai pencemar lingkungan karena berbau, mengandung nilai COD dan BOD serta padatan tersuspensi yang tinggi. Untuk mengendalikan pencemaran maka diperlukan pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit secara biologi, kimia, atau fisik. Penanganan limbah cair secara biologi lebih disukai karena dampak akhirnya terhadap pencemaran lingkungan minimal.

3. Limbah Gas

Selain limbah cair dan padat industri pengolahan kelapa sawit juga menghasilkan limbah bahan gas, Limbah gas berasal dari gas buangan pabrik kelapa sawit pada proses produksi CPO. Selain menghasilkan gas Metana sebagai energi, saat ini POME juga dilaporkan dapat menghasilkan gas Hidrogen sebagai energi. POME menghasilkan gas hidrogen dengan menggunakan teknologi elektrokoagulasi.

C. Cangkang Kelapa Sawit

Cangkang kelapa sawit adalah bagian paling keras pada komponen yang terdapat pada kelapa sawit, dan merupakan bahan bakar padat kelas tinggi yang dapat diperbarui untuk pembakaran, baik bersama-sama dengan uap batubara atau dibakar dibiomassa pembangkit tenaga listrik,

yang biasanya dicampur dengan tingkatan lain dari biomassa, seperti potongan kayu. Setelah dikaji lebih dalam ternyata cangkang kelapa sawit termasuk bahan berlignoselulosa yang berkadar karbon tinggi dan mempunyai berat jenis yang lebih tinggi dari pada kayu yang mencapai $1,4 \text{ gr/cm}^3$, dimana semakin besar berat jenis bahan baku maka daya serap arang aktif yang dihasilkan akan semakin besar, karakteristik ini memungkinkan bahan tersebut baik untuk dijadikan arang aktif. Nilai energi panas cangkang juga tinggi sebesar 20.093 kJ/kg (Anonim, 2005).

Cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar, yaitu mencapai 60% dari produksi minyak. Cangkang kelapa sawit ini juga mempunyai kandungan yang baik untuk di manfaatkan sebagai bahan bakar dan bisa untuk dilakukan pengolahan lebih lanjut agar mempermudah penggunaannya dan lebih efektif yaitu dengan mengolahnya menjadi arang aktif sebagai bahan bakar alternatif. Arang aktif dapat dibuat dengan melalui proses karbonisasi pada suhu 550°C selama kurang lebih tiga jam. Karakteristik arang aktif yang dihasilkan melalui proses tersebut memenuhi SII, kecuali kadar abu. Tingkat keaktifan arang cukup tinggi. Hal ini terlihat dari daya serap iodnya sebesar 28,9%, (Andriati Amir, 2003).

Cangkang kelapa sawit mengandung lignin (29,4%), hemiselulosa (27,7%), selulosa (26,6%), air (8,0%), abu (0,6%) dan komponen ekstraktif (4,2%), dimana seluruh senyawa ini termasuk dalam senyawa hidrokarbon, (Prananta, 2009).

D. Arang Aktif

Arang aktif adalah arang yang konfigurasi atom karbonnya dibebaskan dari ikatan dengan unsur lain, serta pori dibersihkan dari senyawa lain sehingga permukaan dan pusat aktif menjadi luas akibatnya daya adsorbs terhadap cairan atau gas akan meningkat. sesuai penggunaannya, arang aktif digolongkan ke dalam produk kimia dan bukan bahan energy seperti arang atau briket arang. Teknologi pengolahan lanjutan arang menjadi arang aktif akan memberikan nilai tambahan yang besar ditinjau dari penggunaan dan nilai ekonomisnya.

Arang aktif adalah arang yang diaktifkan dengan cara perendaman dalam bahan kimia atau dengan cara mengalirkan uap panas ke dalam bahan, sehingga pori bahan menjadi lebih terbuka dengan luas permukaan berkisar antara 300 sampai 2000 m² /g. Daya serap arang aktif terjadi karena adanya pori-pori berukuran mikro yang jumlahnya banyak (Yustinah, 2011). Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25- 1000% terhadap berat arang aktif. Karena hal tersebut maka arang aktif banyak digunakan oleh kalangan industri. Hampir 60% produksi arang aktif di dunia ini dimanfaatkan oleh industri-industri gula dan pembersihan minyak dan lemak, kimia dan farmasi (Arifin, 2008).

E. Jenis-jenis Arang Aktif

Jenis arang aktif yang dibedakan menurut fungsinya :

1. Arang Aktif Penyerap Gas (*Gas adsorbent activated carbon*)

Jenis arang aktif ini digunakan untuk menyerap material dalam bentuk uap atau gas. Pori-pori yang terdapat pada arang jenis ini adalah mikropori yang menyebabkan molekul gas akan dapat melewatinya, tetapi molekul dari cairan tidak dapat melewatinya. Karbon jenis ini dapat ditemui pada karbon tempurung kelapa.

2. Arang Aktif Fasa Cair (*Liquid-phase activated carbon*)

Arang aktif jenis ini digunakan untuk menyerap kotoran/zat yang tidak diinginkan dari cairan atau larutan. Jenis pori-pori dari karbon ini adalah makropori yang memungkinkan molekul besar untuk masuk. Arang jenis ini biasanya berasal dari batubara dan selulosa.

3. Arang aktif sebagai penyerap uap

Biasanya berbentuk granular atau pellet yang sangat keras, tipe pori lebih halus, digunakan dalam fase gas, berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan dan pemurnian gas. Diperoleh dari tempurung kelapa, tulang, batu bata atau bahan baku yang mempunyai struktur keras.

F. Kegunaan Arang Aktif

Arang aktif dapat digunakan dalam berbagai bidang, antara lain industri, kesehatan, lingkungan dan pertanian:

1. Industri

Produk arang aktif lebih dari 70% digunakan di sektor industri. Penggunaan utama dari arang aktif adalah untuk pemurnian larutan, seperti industri gula, sirup, air minum, sayuran, lemak, minyak, minuman alkohol, bahan kimia dan farmasi; penyerap gas beracun

pada masker; penghilang bau pada sistem alat pendingin; penyerap emisi uap bahan bakar pada otomotif serta sebagai filter rokok. Arang aktif juga telah digunakan sebagai bahan tambahan dalam produk untuk pemeliharaan kebersihan dan kehalusan kulit dan rambut, antara lain sabun, lulur dan sampo.

2. Kesehatan

Di dalam bidang kesehatan, arang aktif digunakan dalam penanganan keracunan eksternal dan terapi diare sekretorik. Pada keracunan secara oral, untuk menghindari penyerapan sejumlah racun yang masih ada dalam saluran cerna dapat dilakukan dengan pemberian adsorben. Adsorben yang paling berkasiat dan kurang berbahaya sehingga paling banyak digunakan adalah arang aktif. Toksin Kolera, Salmonella dan Shigella serta galur Coli patogen menyebabkan meningkatnya sekresi elektrolit dan air ke dalam lumen usus (diare sekretorik). Terapi diare sekretorik dapat dilakukan dengan penggunaan adsorben (misalnya arang aktif), zat pengembang misalnya pektin) atau astrigen (preparat yang mengandung tanin).

3. Lingkungan

Kadirvelu et al. (2001) telah membuktikan kemampuan arang aktif sebagai adsorben terhadap logam Hg, Pb, Cd, Ni, Cu dalam limbah cair industri radiator, pelapisan nikel dan pelapisan tembaga. Kemampuan arang aktif sebagai penghilang logam tersebut dipengaruhi oleh pH dan konsentrasi karbon. Kenaikan kadar karbon menaikkan persen adsorpsi arang aktif terhadap ion

logam. Penggunaan arang aktif sangat penting dalam proses penjernihan air dan udara. Dalam proses penjernihan air, arang aktif selain mengadsorpsi logam-logam seperti besi, tembaga, nikel, juga dapat menghilangkan bau, warna dan rasa yang terdapat dalam larutan atau buangan air. Di beberapa negara arang aktif dilaporkan telah digunakan sebagai penyerap residu pestisida pada proses penjernihan air untuk mendapatkan air minum yang bebas pestisida. Arang aktif dapat mendeaktivasi kontaminan pestisida yang terdapat di dalam tanah dengan dosis antara 100-400 kg/ha. Arang aktif dalam tanah dapat meningkatkan total organik karbon dan mengurangi biomassa mikroba, respirasi, dan agregasi serta pengaruh pembekuan cahaya pada tanah, karena arang aktif dapat menyerap dan menyimpan panas.

4. Pertanian

Walaupun penelitian penggunaan arang aktif untuk pertanian telah banyak dilaporkan, namun sampai saat ini praktik penggunaan arang aktif pada bidang tersebut belum banyak dilakukan. Penambahan arang aktif bambu pada media tumbuh dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi anakan *Eucalyptus urophylla* lebih baik dibandingkan kontrol, namun pertumbuhannya akan lebih baik bila pada waktu penanaman arang aktif dicampur dengan kompos. Media tumbuh semai melina (*Gmelina arborea Roxb*) yang ditambahkan arang aktif dengan kadar 15% dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi 8,20%, diameter batang 45,95% dan bobot biomassa 58,82%

(Lempang dan Tiku padang,2013). Penggunaan arang aktif juga menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan akar dan bobot biomassa tanaman pulelandak, serta pengembangan stek tanaman *Capsicum omnium*, juga mencegah pembusukan akar padatanaman melon.

G. Proses Pembuatan Arang Aktif

Proses pembuatan arang aktif dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah proses karbonisasi bahan baku dalam tanur untuk menghasilkan arang. Tahap kedua adalah proses aktivasi arang. Pada kedua proses tersebut terjadi tahap-tahap sebagai berikut:

1. Karbonisasi yaitu proses pembakaran material organik yang terdapat dalam bahan baku dan mengeluarkan pengotor, terjadi proses penguraian selulosa secara intensif menjadi larutan pirilignit dan sedikit tar. Proses ini mengubah selulosa dan hemiselulosa menjadi arang dan membentuk karbon dan juga pengurangan unsur non karbon, pelepasan unsur yang volatil ini akan membuat struktur pori mulai terbentuk. Karbonisasi ini dihentikan jika bahan bakar tidak mengeluarkan asap lagi (Kurniati, Elly, 2008).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonasi :

a. Waktu karbonisasi

Bila waktu karbonisasi diperpanjang maka reaksi pirolisis semakin sempurna sehingga hasil arang semakin turun tetapi cairan dan gas makin meningkat. Waktu karbonisasi berbedabeda tergantung pada jenis-jenis dan jumlah bahan yang diolah.

Misalnya : tempurung kelapa memerlukan waktu 3 jam sekam padi kira-kira 2 jam dan tempurung kemiri 1 jam.

b. Suhu karbonisasi

Suhu karbonisasi yang berpengaruh terhadap hasil arang karena semakin tinggi suhu, arang yang diperoleh makin berkurang tapi hasil cairan dan gas semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh makin banyaknya zat-zat terurai dan yang teruapkan. Untuk tempurung kemiri suhu karbonisasi 400°C dan tempurung kelapa suhu karbonisasi 600°C .

2. Aktivasi adalah perubahan secara fisik dimana luas permukaan dari karbon meningkat dengan tajam dikarenakan terjadinya penghilangan senyawa tar dan senyawa sisa-sisa pengarangan. Daya serap karbon aktif semakin kuat bersamaan dengan meningkatnya konsentrasi dari aktivator yang ditambahkan. Hal ini memberikan pengaruh yang kuat untuk mengikat senyawa-senyawa tar keluar melewati mikro pori-pori dari karbon aktif sehingga permukaan dari karbon aktif tersebut semakin lebar atau luas yang mengakibatkan semakin besar pula daya serap karbon aktif tersebut.

Metode aktivasi yang dapat digunakan adalah :

a. Aktivasi kimia

Pada cara ini, proses aktivasi dilakukan dengan mempergunakan bahan kimia sebagai activating agent. Aktivasi arang ini dilakukan dengan merendam arang ke dalam larutan kimia, misalnya ZnCl_2 , HNO_3 , KCl dll. Sehingga bahan kimia akan

meresap dan membuka permukaan arang yang semula tertutup oleh deposit tar. Aktivasi dengan suhu tinggi Pada cara ini karbon atau arang dipanaskan dengan suhu tinggi didalam system tertutup tanp udara sambil dialiri gas inert. Saat ini terjadi reaksi lanjutan pemecahan atau peruraian sisa deposit tar dan senyawa hidrokarbon sisa karbonisasi keluar dari permukaan karbon sebagai akibat gas suhu tinggi dan adanya aliran gas inert, sehingga akan dihasilkan karbon dengan luas permukaan yang cukup luas atau disebut karbon aktif.

b. Aktivasi Fisika

Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO₂. Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas karbon dioksida, oksigen, dan nitrogen. Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi tar atau hidrokarbon-hidrokarbon pengotor pada karbon (Sembiring, 2003). Aktivasi fisika, biasanya arang dipanaskan didalam furnace pada temperatur 800-900°C. Oksidasi dengan udara pada temperatur rendah, merupakan reaksi eksoterm sehingga sulit untuk mengontrolnya, sedangkan pemanasan dengan uap atau CO₂ pada temperatur tinggi merupakan reaksi

endoterm, sehingga lebih mudah 18 dikontrol dan paling umum digunakan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses aktivasi:

1) Waktu perendaman

Perendaman dengan bahan aktivasi ini dimaksudkan untuk menghilangkan atau membatasi pembentukan lignin, karena adanya lignin dapat membentuk senyawa tar. Waktu perendaman untuk bermacam-macam zat tidak sama. Misalnya sekam padi dengan activator NaCl direndam selama 24 jam dan tempurung kelapa dengan aktifator $ZnCl_2$ direndam selama 20 jam. H_3PO_4 lamanya perendaman sekitar 12-24 jam.

2) Konsentrasi aktivator

Semakin tinggi konsentrasi larutan kimia aktifasi maka semakin kuat pengaruh larutan tersebut mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonisasi untuk keluar melewati mikro pori-pori dari karbon sehingga permukaan karbon semakin porous yang mengakibatkan semakin besar daya adsorpsi karbon aktif tersebut.

H. Uji Kualitas Arang Aktif

Tahap pengujian briket adalah tahap melakukan uji karakteristik briket untuk mengidentifikasi apakah briket yang dihasilkan berkualitas bagus yang sesuai dengan SNI, langkah-langkah pengujian yang dilakukan meliputi kadar abu, kadar air, nilai kalor.

1. Kadar Air

Penetapan kadar air merupakan suatu cara untuk mengukur banyaknya air yang terdapat di dalam suatu bahan. Kadar air sampel ditentukan dengan metode oven caranya adalah bahan ditimbang dengan timbangan analisis dengan berat bahan dalam cawan alumunium yang telah diukur bobot keringnya secara teliti, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai beratnya konstan. Bahan didinginkan dalam desikator dan timbang kembali.

Kadar air bahan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\% \text{ kadarair} = \frac{b-c}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

b = berat cawan + sampel sebelum dioven (g)

c = berat cawan + sampel setelah dioven (g)

2. Kadar Abu

Pengukuran kadar abu merupakan residu anorganik yang terdapat dalam bahan. Abu dalam bahan ditetapkan dengan menimbang sisa mineral sebagai hasil pembakaran (abu sisa pembakaran) bahan organik pada suhu 550°C. Prinsip kerja metode ini dengan cara sebagai berikut :

- a. Sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan porselen.
- b. Sampel dipanaskan sampai menjadi arang dan tidak mengeluarkan asap.

- c. Kemudian diabukan di dalam tanur pada suhu 600°C hingga menjadi abu.
- d. Sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan timbang segera setelah mencapai suhu ruang.

Perhitungan :

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{\mathbf{B - A}}{\mathbf{Berat contoh (g)}} \times 100 \%$$

Dimana :

- A** : Berat cawan porselin, dinyatakan dalam g
- B** : Berat cawan dengan abu, dinyatakan dalam g

3. Nilai Kalor

Kalor merupakan suatu kuantitas atau jumlah panas baik yang diserap maupun dilepaskan oleh suatu benda. Nilai kalor diperoleh dari briket dengan data laboratorium.

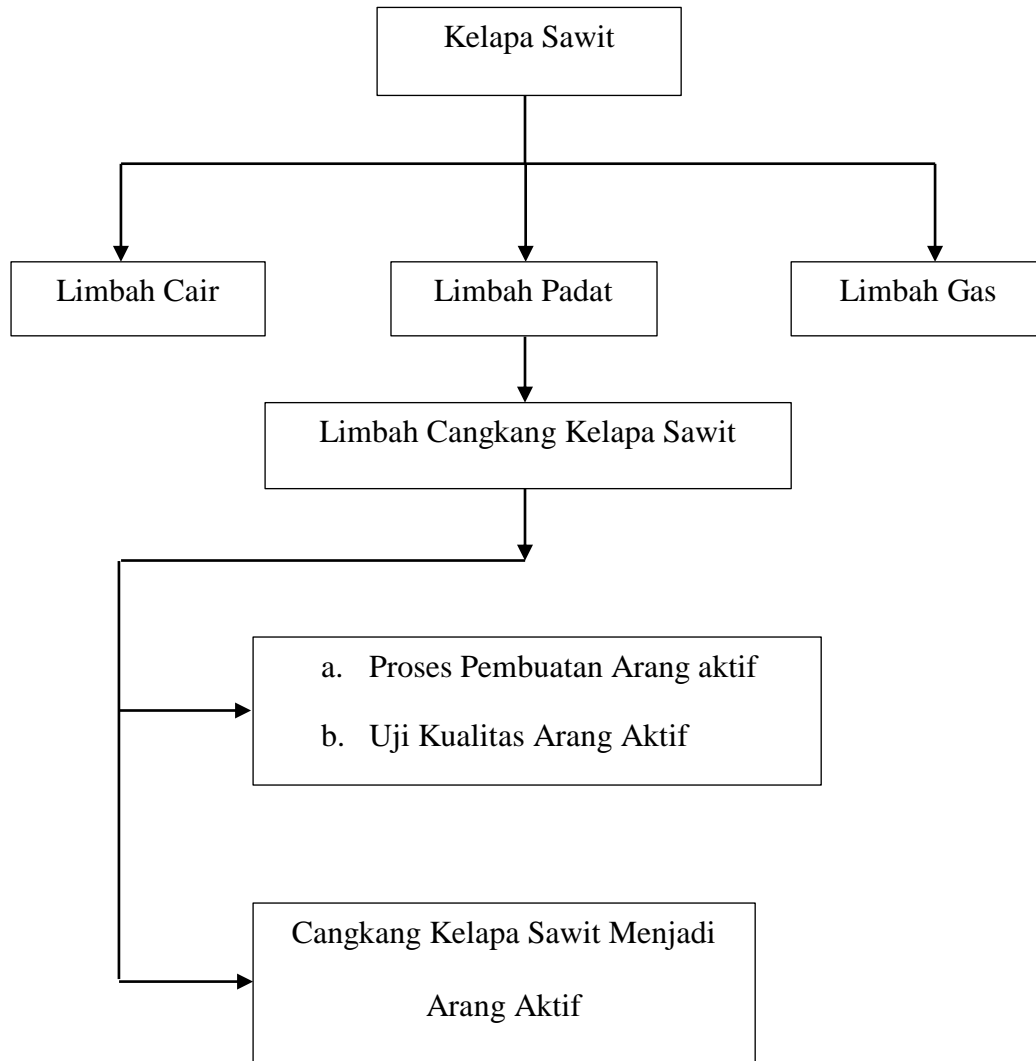
Prosedur kerja untuk menentukan nilai kalori yaitu :

- a. Sampel ditimbang dan kemudian bahan tersebut dimasukkan kedalam cawan pembakar tepat di bawah lengkungan kawat sumbu yang kedua ujungnya telah diikatkan pada kedua elektroda.
- b. Rangkaian tersebut kemudian dimasukkan ke dalam bomb yang sebelumnya telah diisi akuades sebanyak 1 ml ke dalam bomb, selanjutnya ditutup rapat dan dialiri gas oksigen melalui katup kurang lebih 35 atm. Bomb dimasukkan kedalam kalorimeter

yang telah diisi air sebanyak 2 liter, dan dihubungkan dengan unit pembakar.

- c. Kalorimeter ditutup dan termometer dipasang pada tutup kalorimeter, sehingga skala bagian bawah tepat pada angka 19 °C. Temperatur konstan pengaduk listrik dihidupkan dan dibiarkan selama 5 menit, kemudian sumber tegangan arus 23 volt dihidupkan untuk membakar kawat sumbu dan cuplikan. Pada saat ini temperatur diamati maka temperatur akan naik dengan cepat, setelah itu konstan dan akhirnya sedikit demi sedikit akan turun, kemudian sumber tegangan pembakar dan pengaduk dimatikan. Nilai kalor dapat dilihat langsung pada thermometer yang dipasangkan pada tutup kalorimeter dan pengambilan nilai kalor dilihat pada saat suhu panas yang terjadi sudah konstan atau stabil.

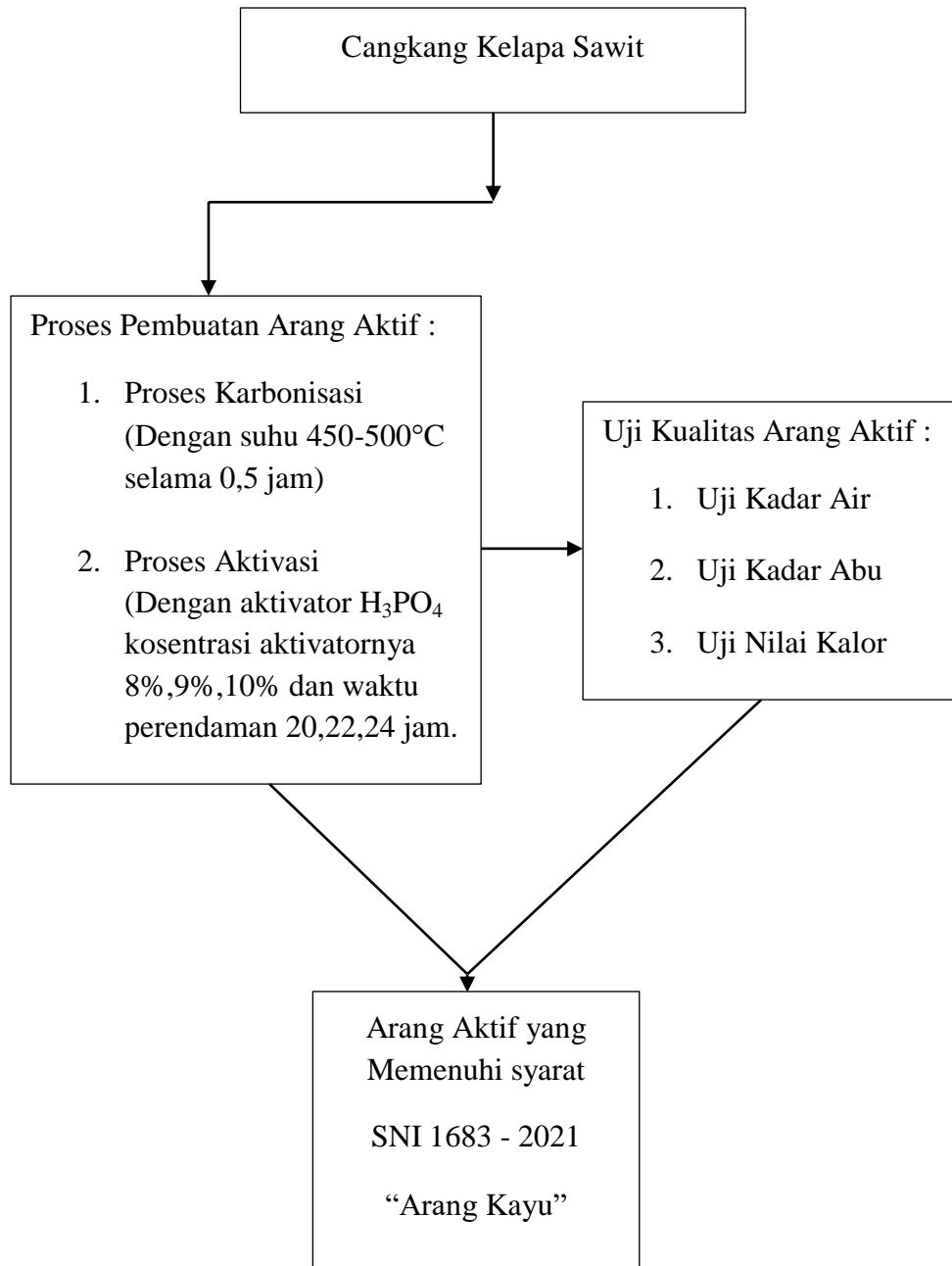
I. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

Sumber : Rindayatno, 2021 “Buku Pegangan Pembuatan Arang”

J. Kerangka Konsep



Gambar 2.2 Kerangka Konsep

Sumber : R. Sudrajat dan Gustan Pari, 2011 "Buku Arang Aktif"

SNI 1683 – 2021 "Arang Kayu"

K. Definisi Operasional

Tabel 2.1 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1.	Proses Karbonisasi	Cangkang Kelapa Sawit menjadi arang aktif dilakukan dengan proses karbonisasi dengan suhu 400°C selama 0,5 jam.	Pengukuran dan perhitungan	Thermometer dan Stopwatch	°Celcius dan Jam	Rasio
2.	Proses Aktivasi	Cangkang Kelapa Sawit menjadi arang aktif dilakukan dengan proses aktivasi dengan aktivator H ₃ PO ₄ konsentrasi 8%,9%,10% dan waktu perendaman 20,22,24 jam.	Pengukuran dan Perhitungan	Timbangan dan Stopwatch	Persen % dan Jam	Raio

3.	Kadar Air	Jumlah kandungan air dalam arang aktif yang dihitung berdasarkan presentasi terhadap bahan kering.	Observasi	Timbangan atau Moisture Meter	Persen %	Interval
4.	Kadar Abu	Semua arang aktif mempunyai kandungan zat anorganik yang dapat ditentukan jumlahnya sebagai berat yang ditinggal apabila arang dibakar secara sempurna. Zat yang tinggal ini disebut abu.	Observasi	Thermogravimetri	Persen %	Interval
5.	Nilai Kalor	Nilai kalor dilihat dari suatu kuantitas atau jumlah panas baik yang diserap maupun dilepaskan oleh suatu benda.	Observasi	Kalorimeter	Kal/g	Rasio

		Nilai kalor diperoleh dari arang dengan data laboratorium. Uji kualitas nilai kalorarang aktif ini diuji di Laboratorium Politeknik Negeri Lampung.				
--	--	---	--	--	--	--