

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengolahan Limbah Padat**

Macam-macam pengolahan limbah padat dapat didasarkan pada beberapa kriteria, yaitu didasarkan pada proses terjadinya, sifat, jenis, karakteristik dari limbah padat tersebut. Penggolongan limbah padat tersebut perlu diketahui sebagai dasar dalam penanganan serta pemanfaatan dari limbah padat tersebut.

##### **2.1.1 Proses Terjadinya**

Dari proses terjadinya limbah padat dibedakan sebagai berikut :

1. Limbah padat alami

Adalah limbah padat yang berasal dari proses alami.

2. Limbah padat non alami

Adalah limbah padat yang berasal dari segala aktivitas hidup manusia.

##### **2.1.2 Sifat Limbah Padat**

Menurut Ircham (1992) Berdasarkan sifatnya limbah padat dapat digolongkan menjadi :

1. Limbah padat organik

Limbah padat organik adalah limbah padat yang mengandung senyawa-senyawa organik, yang tersusun dari unsure karbon,

hydrogen dan oksigen. Limbah padat organik ini mudah untuk diuraikan oleh mikroba, contoh: daun-daun, kayu, sisa sayur, kardus.

## 2. Limbah padat anorganik

Limbah padat anorganik adalah limbah padat yang sukar untuk diuraikan oleh mikroba, contoh: plastik, kaleng, besi, gelas, dan logam.

### 2.1.3. Jenis Limbah Padat

Berdasarkan jenisnya limbah padat menurut (Ircham, 1992), dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Bisa tidaknya dibakar
  - a. Limbah padat mudah terbakar  
Contoh: kertas, karet, kayu, plastic.
  - b. Limbah padat sukar terbakar  
Contoh: sisa potongan besi, kaleng, pecahan kaca, logam.
2. Bisa tidaknya membusuk
  - a. Limbah padat mudah membusuk  
Contoh: sisa makanan, sisa daun-daunan, potongan daging, sisa buah-buahan serta sobek-sobekan yertas.
  - b. Limbah padat sumar membusuk  
Contoh: plastik, kaleng, pecahan kaca, karet, besi.

#### 2.1.4. Karakteristik Limbah Padat

Menurut Irham (1992), limbah padat berdasarkan karakteristiknya dapat digolongkan sebagai:

1. *Garbage*

Merupakan limbah padat yang dihasilkan dari rumah tangga, hotel dan restoran.

2. *Rubis*

Merupakan limbah padat yang dapat dibakar seperti kertas, kayu dan limbah padat yang sumbu terbakar seperti kaca, kaleng.

3. *Ashes*

Merupakan limbah padat hasil dari pembakaran industri maupun rumah tangga dalam bentuk abu.

4. *Street Sweeping*

Merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembersihan jalan, terdiri dari daun-daunan, kertas, kotoran, plastik.

5. *Deat Animal*

yaitu limbah padat yang berasal dari bangkai binatang yang mati.

6. *Abandoned vehicles*

Yaitu limbah padat yang berasal dari bangkai mobil maupun motor bekas, becak, sepeda.

7. Limbah padat industri

Merupakan limbah padat yang dihasilkan dari berbagai jenis industri diantaranya industri cat, industri gula, industri makanan.

#### 8. Limbah padat khusus

Merupakan limbah padat yang mengandung van berbahaya beracun seperti limbah padat radioaktif.

Menurut Ircham (1992), penanganan limbah padat dapat dilakukan melalui proses penanganan sebagai berikut:

##### 1. *Open Dumping* (Pembuangan Terbuka)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pembuangan pada tempat pembuangan akhir secara terbuka.

##### 2. *Reuse* (Pakai Ulang)

Merupakan penanganan limbah padat melalui penggunaan kembali seperti: penggunaan botol minuman.

##### 3. *Recycling* (Daur Ulang)

Merupakan penanganan limbah padat melalui proses pemanfaatan kembali.

##### 4. *Composting* (Pembuatan Pupuk)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pembuatan pupuk dari limbah padat tersebut.

##### 5. *Incenerator* (Bakar Teknis)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pembakaran menggunakan peralatan dan teknis khusus.

##### 6. *Blocking* (Pemadatan)

Merupakan penanganan limbah padat melalui proses pemadatan dilakukan untuk memperkecil volume limbah tersebut.

### 7. *Sanitary Landfill* (Pendam Urug Berlapis)

Merupakan penanganan limbah padat melalui pemendamam pada areal tertentu.

## 2.2 Karakteristik Pohon Kelapa

### 1. Nomenklatur.

Kelapa yang nama latin *cocos nucifera*.

### 2. Sifat tumbuhan dan penyebarannya

Tanah yang berpori dan kaya akan humus meruakan kepentingan primer bagi berhasilnya tanaman kelapa. Suatu tegakan yang rapat tidak banyak pengaruhnya. Dapat berhasil di daerah dataran rendah, di Jawa tanaman kelapa dapat tumbuh 1500-2000 kaki, tanaman kelapa mulai jarang ditemui pada ketinggian 3000 kaki dan tidak dapat tumbuh lagi.

### 3. Sifat morfologis

Van Steenis mengklasifikasikan tanaman kelapa sebagai tanaman berkaping satu, Family *palmae*, genus *kokos*, dengan nama spesies *cocos nuciferal*. Pohon kelapa merupakan yang berbatang lurus dengan tinggi yang bisa mencapai 30 meter. Kelapa merupakan tanaman yang serbaguna dan mudah dikenal. Bagian tanaman ini yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah buanya (Heyne, 1987).

### 4. Sifat kayu

Sifat kayu kelapa yang berupa yang berupa sifat fisik adalah berat jenis pada bagian inti (*core zone*) 0.260 sub dermal zone (*mixed zone*) 0.42

dan dermal zone 0,590. Beberapa sifat kimia kayu kelapa adalah sebagai berikut kadar holoselulosa sekam 44%, batang 66,7%; kadar lignin sekam 29,3%; debu sekam 39,2%; batang 25%; kadar abu sekam 3,3%; debu sekam 4,9%; batang 2,8%; kadar silika sekam 0,35% dan batang 0,18 % (Van Steenis). Nilai kalor kelapa menurut Atje dkk (1963) adalah sebesar 3195 kal/gram dengan jumlah sampel uji 22 buah pada kadar air rata-rata 33%.

#### 5. kegunaan

Kayu kelapa ini bisa dipakai untuk membuat tongkat “ pelancong dan barang” kecil. Penggunaan batang kelapa sebagai bahan konstruksi bahan bangunan pada beberapa tahun terakhir ini sangat meningkat. Akibatnya banyak pengrajin tradisional mengolah batang kelapa menjadi beberapa *sortime* yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan.

### 2.3. Karakteristik Kayu Sonokeling

#### 1. Nomenklaktur.

Nama Botanis kayu sonokeling adalah *Dalbergia lotifolia Roxb*, Famili *Papilionaceae*.

#### 2. Sifat tumbuhan dan penyebarannya

Kayu sonokeling tumbuh di daerah dengan musim kemarau (paling tinggi 30 hari hujan dan 4 bulan terkering). Jenis ini masih bisa tumbuh dalam kondisi tanah jelek dan berbatu, pada ketinggian 0-600 meter dari permukaan laut.

## 2. Sifat morfologis

Kayu berbentuk bulat dan berdaun jarang, tinggi pohon sampai 43 meter, panjang batang 3-5 meter, diameter dapat mencapai 150 senti meter. Batang pada umumnya tidak lurus, kebanyakan berlekuk. Kulit luar luar berwarna putih.

## 4. Sifat kayu

Beberapa sifat kimia kayu sonokeling adalah sebagai berikut kadar selulosa 53,8%; Kadar lignin 27,3%; Kadar pentosan 10,1 %; Kadar abu 1,0%; Kadar silica 0,6%. Dan kelarutan Alkohol *benzena* 4,5%; Air dingin 1,8%; air panas 5,2%; NaOH 15,6%. Dan nilai kalor adalah 4567 cal/gram.

## 5. Kegunaan

Karena warna dan gambar yang indah, kayu sonokeling sangat disukai untuk pembuatan mebel seperti meja, kursi, almari dan lain-lain.

## 6. Ciri umum

Warna kayu berwarna coklat ungu tua dengan garis-garis berwarna lebih tua sampai hitam. Tekstur kayu hampir halus. Arah serat berpadu. Kesan raba adalah permukaan kayu kecil. Permukaan kayu mengkilap. Dan pada bidang radial nampak gambar indah berupa pita yang dihasilkan oleh arah serat yang berpadu dan dipertegas oleh garis warna-warna gelap.

## **2.4. Penanganan Limbah Padat Industri Pengolahan Kayu**

Menurut Gustan Pari (2005), Tindakan penanganan terhadap limbah padat sisa proses produksi industri pengolahan kayu merupakan upaya untuk mengendalikan dan mengurangi beban pencemaran yang dapat ditimbulkan akibat dari pencemaran limbah padat sisa proses produksi pengolahan kayu terhadap lingkungan. Metode penanganan terhadap limbah padat sisa proses produksi pengolahan kayu dapat dilakukan melalui cara sebagai berikut:

### **2.4.1. Arang Serbuk dan Arang bongkah**

Khusus untuk pembuatan arang dari serbuk gergajian kayu, teknologi yang digunakan berbeda dengan cara pembuatan arang sistem timbun dan kiln bata. Teknologi yang digunakan dalam proses pembuatan arang dari serbuk gergaji kayu ini adalah dengan menggunakan drum yang dimodifikasi dan dilengkapi dengan lubang udara di sekeliling badan drum dan cerobong asap dibagian tengah badan drum. Rendemen arang serbuk gergaji yang dihasilkan dengan cara ini sebesar 15 – 20 %. Kadar karbon terikat sebesar 50 – 72 kal/gram dan nilai kalor arang antara 5800 – 6300 kal/gram. Mengingat cara ini kurang efektif bila ditinjau dari lamanya proses pembuatan arang serbuk yang memerlukan waktu lebih dari 10 jam dengan hasil yang tidak terlalu banyak, maka dibuat teknologi baru untuk mengatasi kekurangan cara drum tersebut. Teknologi ini dirancang dengan konstruksi yang terbuat dari plat besi siku yang dapat dibongkar pasang (sistem baut) dan ditutup dengan lembaran seng yang juga menggunakan sistem baut. Dalam satu hari (9 jam) dapat mengarangkan

serbuk sebanyak 150 – 200 kg yang menghasilkan rendemen arang antara 20 – 24 %. Kadar air 3,49 %, kadar abu 5,19 %, kadar zat terbang 28,93 % dan kadar karbon sebesar 65,88 %. Arang serbuk gergaji yang dihasilkan dapat dibuat atau diolah lebih lanjut menjadi briket arang, arang aktif, dan sebagai media semai tanaman. Biaya untuk membuat kiln semi kontinyu ini adalah sebesar Rp. 2000.000,00.

Untuk limbah sabetan dan potongan ujung dapat dibuat arang dengan menggunakan tungku kubah yang terbuat dari batu bata yang dipelester dengan tanah liat dan dilengkapi dengan alat penampung atau mendinginkan asap yang keluar dari cerobong sehingga didapatkan cairan ter dan destilat yang dapat diaplikasikan lebih lanjut. Di Thailand cairan wood vinegar ini merupakan produk utama dalam hal pembuatan arang yang sebelumnya merupakan produk samping karena harga jualnya tinggi yaitu sebesar 50 Bath/L sedangkan untuk arangnya hanya berharga 4 Bath/kg. Dari kapasitas tungku sebesar 4,5 ton dihasilkan cairan destilat sebanyak 150 liter dan arang sebanyak 800 kg (Sujarwo, 2000). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati (2000) menunjukkan bahwa tungku dengan kapasitas 445 kg menghasilkan arang sebanyak 60,6 kg dan cairan destilat 75,5 kg. Adapun biaya pembuatan tungku bata yang dipelester dengan tanah liat yang dilengkapi dengan alat proses pendinginan sebesar Rp. 4000.000 (Nurhayati, 2000).

#### 2.4.2. Arang aktif

Arang aktif adalah arang yang diolah lebih lanjut pada suhu tinggi sehingga pori-porinya terbuka dan dapat digunakan sebagai bahan adsorben. Proses yang digunakan sebagian besar menggunakan cara kimia di mana bahan baku direndam dalam larutan,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$  selanjutnya dipanaskan dengan jalan dibakar pada suhu  $500^\circ\text{C}$ . Hasilnya menunjukkan bahwa kualitas arang aktif dalam hal ini besarnya daya serap terhadap yodium memenuhi standar SII karena daya serapnya lebih dari 20 %. Sesuai dengan perkembangan teknologi dan persyaratan standar yang makin ketat serta isu lingkungan, teknologi ini sudah tidak memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut terutama untuk pemakaian bahan pengaktif  $\text{ZnCl}_2$  yang dapat mengeluarkan gas klor pada saat aktivasi.

Mensikapi kasus tersebut di atas, telah dilakukan perbaikan teknologi pembuatan arang aktif dengan cara oksidasi gas pada suhu tinggi dan kombinasi antara cara kimia dengan menggunakan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  sebagai bahan pengaktif dan oksidasi gas. Hasil penelitian Pari (1996) menyimpulkan bahwa arang aktif dari serbuk gergajian sengon yang dibuat secara kimia dapat digunakan untuk menarik logam Zn, Fe, Mn, Cl,  $\text{PO}_4$  dan  $\text{SO}_4$  yang terdapat dalam air sumur yang terkontaminasi dan juga dapat digunakan untuk menjernihkan air limbah industri pulp kertas (Pari, 1996). Arang aktif yang diaktivasi dengan bahan pengaktif  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  menghasilkan arang aktif yang memenuhi Standar Jepang dengan daya serap yodium lebih dari 1050 mg/g dan rendemen arang aktifnya sebesar 38,5 % (Pari, 1999).

Pada tahun 1986 berdiri sebuah pabrik arang aktif di Kalimantan yang membuat arang aktif dari limbah serbuk gergajian kayu dengan kapasitas produksi 3000 ton/th. Sampai sekarang terdapat dua buah pabrik pengolahan arang aktif yang menggunakan serbuk gergajian kayu sebagai bahan baku utamanya. Kualitas arang aktif yang dihasilkan memenuhi SNI karena daya serap yodiumnya lebih dari 750 mg/g, tetapi belum memenuhi standar Jepang. Harga jual arang aktif bervariasi antara Rp 6.500 – Rp 15.000/kg tergantung pada kualitas yang diinginkan. Untuk arang aktif buatan Jerman harganya mencapai Rp 65.000/0,5 kg.

#### **2.4.3. Briket arang**

Briket arang adalah arang yang diolah lebih lanjut menjadi bentuk briket (penampilan dan kemasan yang lebih menarik) yang dapat digunakan untuk keperluan energi sehari-hari. Pembuatan briket arang dari limbah industri pengolahan kayu dilakukan dengan cara penambahan perekat tapioka, di mana bahan baku diarangkan terlebih dahulu kemudian ditumbuk, dicampur perekat, dicetak (kempa dingin) dengan sistem hidroulik manual selanjutnya dikeringkan. Hasil penelitian Hartoyo, Ando dan Roliadi (1978) menyimpulkan bahwa kualitas briket arang yang dihasilkan setaraf dengan briket arang buatan Inggris dan memenuhi persyaratan yang berlaku di Jepang karena menghasilkan kadar abu dan zat mudah menguap yang rendah serta tingginya kadar karbon terikat dan nilai kalor. Selain itu hasil penelitian Sudrajat (1983) yang membuat briket arang dari 8 jenis kayu dengan perekat campuran pati dan molase menyimpulkan bahwa

makin tinggi berat jenis kayu, karapatan briket arangnya makin tinggi pula. Kerapatan yang dihasilkan antara  $0,45 - 1,03 \text{ g/cm}^3$  dan nilai kalor antara  $7290 - 7456 \text{ kal/g}$ .

Pembuatan briket arang yang dilakukan sekarang adalah bahan baku yang digunakan adalah sudah langsung dalam bentuk arang serbuk sehingga proses penggilingan dan pengayakan bahan baku yang dilakukan sebelumnya dapat dihilangkan. Proses selanjutnya adalah penambahan perekat tapioka dan pengepresan seperti pembuatan briket arang sebelumnya. Untuk membuat alat cetak briket sistem manual hidroulik dengan jumlah lubang 24 buah diperlukan biaya Rp 18.000.000,-

Pada tahun 1990 berdiri pabrik briket arang tanpa perekat di Jawa Barat dan Jawa Timur yang menggunakan serbuk gergajian kayu sebagai bahan baku utamanya. Proses pembuatan briket arangnya berbeda dengan cara yang disebutkan di atas. Bahan baku serbuk gergajian kayu dikeringkan selanjutnya dibuat briket kayu dengan sistem ulir berputar dan berjalan sambil dipanaskan kemudian diarangkan dalam kiln bata.

Apabila briket arang dari serbuk gergajian ini dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif baik sebagai pengganti minyak tanah maupun kayu bakar maka akan dapat terselamatkan  $\text{CO}_2$  sebanyak 3,5 juta ton untuk Indonesia, sedangkan untuk dunia karena kebutuhan kayu bakar dan arang untuk tahun 2000 diperkirakan sebanyak  $1,70 \times 10^9 \text{ m}^3$  (Moreira (1997) maka jumlah  $\text{CO}_2$  yang dapat dicegah pelepasannya sebanyak  $6,07 \times 10^9 \text{ ton CO}_2/\text{th}$ .

#### 2.4.4. Energi.

Jenis limbah yang digunakan sebagai sumber energi dapat berupa potongan ujung, sisa pemotongan kupasan, serutan dan seruk gergajian kayu yang kesemuanya digunakan untuk memanaskan ketel uap. Pada industri kayu lapis keperluan pemakaian bahan bakar untuk ketel uap sebesar 19,7 % atau 40 % dari total limbah yang dihasilkan.

Untuk industri pengeringan papan skala industri kecil proses pengeringannya dilakukan secara langsung dengan membakar limbah sebetan atau potongan ujung, panas yang dihasilkan dengan bantuan blower dialirkan ke dalam suatu ruangan yang berisi papan yang akan dikeringkan. Hasil penelitian Nurhayati (1991) menyimpulkan bahwa untuk mengeringkan papan sengon sebanyak 10260 kg berat basah pada kadar air 161,04 % menjadi 5220 kg papan pada kadar air 6,58 % selama 6 hari menghabiskan limbah sebanyak 3433 kg. Teknologi lainnya adalah proses konversi kayu menjadi bahan bakar melalui proses gasifikasi. Hasil penelitian Nurhayati dan Hartoyo (1992) menyimpulkan bahwa limbah kayu kamper dapat dikonversi menjadi bahan bakar dengan sistem gasifikasi fluidized bed yang menghasilkan nilai kalor gas sebesar  $7,106 \text{ MJ/m}^3$  dengan komposisi gas  $\text{H}_2 = 5,6 \%$ ;  $\text{CO} = 11,77 \%$ ,  $\text{CH}_4 = 3,99 \%$ ;  $\text{C}_2\text{H}_4 = 4,34 \%$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6 = 0,21 \%$ ,  $\text{N}_2 = 57,69 \%$   $\text{O}_2 = 0,40 \%$  dan  $\text{CO}_2 = 15,71 \%$ .

#### 2.4.5. Soil conditioning

Penggunaan arang baik yang berasal dari limbah eksploitasi maupun yang berasal dari industri pengolahan kayu untuk soil conditioning, merupakan salah

satu alternatif pemanfaatan arang selain sebagai sumber energi. Secara morfologis arang memiliki pori yang efektif untuk mengikat dan menyimpan hara tanah. Oleh sebab itu aplikasi arang pada lahan-lahan terutama lahan miskin hara dapat membangun dan meningkatkan kesuburan tanah, karena dapat meningkatkan beberapa fungsi antara lain: sirkulasi udara dan air tanah, Ph tanah, merangsang pembentukan spora endo dan ektomikoriza, dan menyerap kelebihan CO<sub>2</sub> tanah. Sehingga dapat meningkatkan produktifitas lahan dan hutan tanaman.

Hasil penelitian pendahuluan Gusmailina *et. Al.* (1999), menunjukkan bahwa pemberian arang dan arang aktif bambu sebagai campuran media tanam dapat meningkatkan persentase pertumbuhan baik pada tingkat semai maupun anakan (seedling) dari *Eucalyptus urophylla*. Pemberian arang serbuk gergaji dan arang sarasah dapat meningkatkan pertumbuhan anakan *Acacia mangium* dan *Eucalyptus citriodora* lebih dari 30 % dibanding tanpa pemberian arang, begitu juga pemberian arang di lapangan dapat meningkatkan diameter batang tanaman *E. Urophylla*. Sedangkan untuk tanaman pertanian seperti cabe (*Capsicum annum*) penambahan arang bambu sebanyak 5 % dan arang sekam sebanyak 10 % dapat meningkatkan persentasi pertumbuhan tinggi tanaman menjadi 11 %. Namun demikian akan lebih baik bila pada waktu penanaman, arang yang ditambahkan dicampur dengan kompos. Hasil sementara menunjukkan dengan penambahan arang serbuk gergajian kayu dan kompos serbuk menghasilkan diameter pohon yang lebih besar (7,9 cm) dibanding tanpa pemberian kompos.

#### 2.4.6. Kompos dan Arang Kompos

Serbuk gergaji merupakan salah satu jenis limbah industri pengolahan kayu gergajian. Alternatif pemanfaatan dapat dijadikan kompos untuk pupuk tanaman. Hasil penelitian Komarayati (1996) menunjukkan bahwa pembuatan kompos serbuk gergaji kayu tusam (*Pinus merkusii*) dan serbuk gergaji kayu karet (*Hevea braziliensis*) dengan menggunakan activator EM4 dan pupuk kandang menghasilkan kompos dengan nisbah C/N 19,94 dan rendemen 85 % dalam waktu 4 bulan. Selain itu Pasaribu (1987) juga memanfaatkan serbuk gergaji sengon (*Paraserianthes falcataria*) sebagai bahan baku untuk kompos. Kompos yang dihasilkan mempunyai nisbah C/N 46,91 dengan rendemen 90 % dalam waktu 35 hari. Hasil penelitian pemberian kompos serbuk dan sarasah pohon karet dapat meningkatkan pertumbuhan *Eucalyptus urophylla* 40-50 % dalam waktu 5 bulan dibanding tanpa pemberian kompos.

Penelitian dengan menggunakan residu fermentasi padat anaerobik dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter anakan *Eucalyptus urophylla* sampai 11,65 cm dan 1,24 cm (Gusmailina *et al*, 1990) sedangkan untuk anakan *Paraserianthes falcataria* sebesar 9,33 cm dan 0,11 cm (Komarayati *et al*, 1992 dan Komarayati, 1993).

## 2.5. Arang

### 2.5.1. Kayu Sebagai Bahan Baku Arang.

Untuk produksi arang diperlukan kayu yang memenuhi kualitas tertentu. Jenis kayu yang mempunyai daun lebar mempunyai berat jenis, kepadatan dan kerapatan yang tinggi, lebih disukai karena dapat menghasilkan arang yang bagus.

Kayu keras lebih baik dari pada kayu yang lunak, bagian batang lebih baik dari pada bagian cabang, karena pada sebagian susunannya radium dan kayu global. Kayu kering lebih di sukai dari pada kayu basah karena kayu basah memerlukan bahan baku yang lebih banyak dan waktu pengolahan lebih lama.

Kayu yang sering digunakan untuk pembuatan arang pada umumnya mempunyai berat jenis kering udara 0,6-0,7 dengan kadar air 30-40 dan diameter 10-20cm. Kayu yang mempunyai berat jenis yang lebih besar dari 0,6 memerlukan waktu pengolahan yang lebih lama di bandingkan dengan berat jenis kayu yang lebih rendah (Kuriyana, 1974).

Arang kayu adalah residu yang sebagian besar komponennya adalah karbon. Dan terjadi akibat penguraian kayu akibat perlakuan panas. Peristiwa ini terjadi pada pemanasan kayu langsung dan tak langsung klin, retor, tanur tanpa atau dengan udara terbatas. Pada proses peruraian kayu ini selain arang dapat di hasilkan yaitu solestiat dan gas. Produk yang memunyai kayu komersil terutama adalah arang disamping ter kayu, kreosol, methol dan asam-asam kayu. Ditinjau dari proses pemurnian kayu hasil yang di peroleh dapat dibedakan beberapa istilah karbonisasi, destilasi kering, destilasi destriktif, peruraian panas dan pirolisa.(Hartoyo dan Nurhayati, 1976)

### 2.5.2 Kualitas Arang.

Faktor yang mempengaruhi kualitas arang antara lain adalah jenis kayu, cara dan proses pengolahan. Kualitas tersebut umumnya ditentukan berdasarkan komposisi kimia, sifat fisik dan dibedakan menurut kegunaannya.

Menurut Wardi ( 1969) dalam Hartoyo (1978) arang kayu yang baik untuk bahan bakar mempunyai sifat sebagai berikut:

1. Warna hitam dengan nyala kebiru-biruan.
2. Mengkilap pada pecahan.
3. Tidak mengotori pada tangan.
4. Terbakar tanpa asap.
5. Dapat menyala terus tanpa dikipas.
6. Tidak terlalu cepat terbakar.
7. Berdenting seperti logam.

### 2.5.3. Penggunaan arang

Arang kayu dapat digunakan sebagai bahan baku atau bahan penolong dalam industri kayu misalnya industri makanan kimia, logam, testil dan lain-lain.

Beglinger (1970) dalam Hartoyo dan Nurhayati (1976) mengelompokan arang kayu berdasarkan kegunaanya sebagai berikut :

1. Keperluan rumah tangga dan bahan bakar khususnya binatu, tunggku, peleburan timah dan timbel.

2. Keperluan metalurgi, seperti industri aluminium, pelat baja, penyepuhan, kobalt, tembaga, nikel, besi kasar, serbuk besi dan lain-lain.
3. Dalam industri seperti karbon aktif, karbon monoksida, elektroda glass, dan campuran resin.

Akiroito (1970) dalam Hartoyo dan Nurhayati (1976) membedakan tiga jenis arang. Arang hitam dalah suhu biji karbonisasi 400-700°C, arang putih suhu karbon diatas 700°C dan serbuk arang. Arang hitam digunakan dalam mengolah besi, silikon, titanium, magnesium, karbon aktif dan serbuk hitam. Arang putih digunakan dalam pembuatan karbon bisulfida, natrium sulfida. Serbuk arang digunakan dalam pembuatan briket dan karbon aktif.

## **2.6. Briket**

Briket arang adalah arang kayu yang diubah bentuk dan ukurannya dengan cara mengepres campuran serbuk arang dan bahan perekat.

Pembuatan Briket arang dapat memberikan keuntungan , antara lain arang dapat ditingkatkan sehingga menjadi volume, bentuk dan ukuran dapat di sesuaikan dengan keperluan, tidak kotor, mudah diangkat dan praktis untuk digunakan sebagai bahan bakar dalam rumah tangga.

Ada 4 cara pembuatan briket, yaitu sebagai berikut:

1. Pengempaan grajen menjadi briket, disusul karbonisasi pada tekanan sedang.
2. Pengempaan dan karbonisasi dilakukan secara serentak.

3. Pengempaan campuran arang, grajen dan perekat menjadi briket, disusul dengan karbonisasi.
4. Pengempaan campuran arang dan bahan perekat menjadi briket, disusul dengan pengeringan, kadang-kadang dikarbonisasi kembali.

Hartoyo(1978) Pembuatan briket dapat memberikan beberapa keuntungan, antara:

1. Dapat ditingkatkan kerapatannya sehingga tidak memakan ruang dalam pemanfaatannya.
2. Bentuk dan ukuran dapat disesuaikan dengan keperluan.
3. Tidak kotor.
4. Mudah diangkat dan praktis sebagai bahan bakar rumah tangga.

Menurut Anthony (1989) Dari segi lingkungan, keuntungan yang dipetik dari penanganan limbah padat dengan pembuatan briket adalah:

1. Dapat membantu pengendalian pencemaran akibat pembuangan limbah padat dari industri penggergajian atau industri lain secara langsung ke lingkungan.
2. Nilai kalor yang dihasilkan briket cukup tinggi.
3. Merupakan penerapan teknologi biaya dan teknologi peduli lingkungan.

### **2.6.1. Sifat Fisik Dan Kimia Briket**

#### **1. Kadar Air**

Kadar air didefinisikan sebagai berat air yang dinyatakan dalam % berat kayu.

Informasi tentang kadar air dalam kayu dan arang sangat penting diketahui,

karena hal ini akan berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai kalor yang dihasilkan.

## 2. Berat jenis

Kerapatan didefinisikan sebagai massa atau besar per satuan volume, sedangkan berat jenis didefinisikan sebagai perbandingan antara kerapatan kayu atas dasar berat kering tanur dan volume pada kandungan air yang telah ditentukan dengan kerapatan air pada 40% (haygreen dan Bowyer 1996) perhitungan berat jenis banyak disederhanakan  $1\text{cm}^3$  beratnya 19 berat jenis dapat dihitung secara langsung dengan membagi berat dalam gram dan volume dalam cm. Berat jenis kayu sangat berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, zat mudah terbang, karbon terikat dan nilai kalor briket arang. Dalam kesimpulannya dikemukakan bahwa arang dari kayu yang berkerapatan tinggi menunjukkan nilai kerapatan, ketegahan tekan, kadar abu, kadar terikat dan nilai kalor yang lebih tinggi dibanding dengan briket yang berkerapatan rendah. (Sudrajat, 1983)

## 3. Nilai Kalor

Syachri (1983) mendefinisikan nilai kalor sebagai jumlah satuan panas yang dihasilkan persatuan bobot dari proses pembakaran cukup oksigen dari suatu bahan yang mudah terbakar. Nilai kalor biasanya berhubungan dengan benda sebagai penghantar panas dinyatakan sebagai satuan *Britis Thermal Unit (BTU)* atau kalori. Nilai Kalor yang dihasilkan oleh kayu akan memberikan nilai yang berbeda untuk masing-masing jenis kayu.

Tabel 2.1. Perbandingan nilai kalor briket

No	Bahan Briket	Kandungan energi
1	blotong	3523*
3	Jati	6975*
4	Glugu	5428*
5	Sukun	6234*
6	Fases sapi	4500*
7	Serpihan Kertas	6670**

\*Sumber : majalah Energi edisi November 2000.

\*\*Sumber : Muhammad Khanafi, (2004).

#### 4. Kadar Abu

Salah satu bagian kayu yang ada dalam sisa pembakaran adalah abu yang merupakan mineral . Abu biasanya terdiri dari unsur Ca, K dan Mg yang terdapat dalam bentuk karbonat (Afianto 1994). Abu terdiri dari bahan mineral seperti lempung, *silika*, *kalsium* serta *magnesium oksida*. (Anonimus, 1985)

#### 5. Kadar Zat Mudah Menguap

Kadar zat mudah menguap dalam arang merupakan salah satu petunjuk untuk menentukan kualitas arang. Zat mudah menguap briket arang bukan merupakan komponen penyusun arang tetapi merupakan hasil dekomposisi zat-zat penyusun arang akibat proses pemanasan (Perry dan Chilton, 1973)

Berdasarkan zat mudah menguap dalam arang berbanding terbalik dengan kadar *karbon* terikatnya, di mana kadar zat mudah menguap yang tinggi akan mengakibatkan kadar karbon terikatnya menjadi semakin rendah. Kadar zat mudah menguap dalam arang dapat dihitung dengan menguapkan semua zat-zat menguap dalam arang selain air.

## 6. Karbon Terikat

Djarmiko dkk (1981) mendefinisikan karbon terikat sebagai fraksi karbon dalam arang selain fraksi abu, air dan zat mudah menguap. Karbon terikat dalam suatu arang mempunyai peranan yang cukup penting untuk menentukan kualitas arang karena karbon terikat dalam arang akan mempengaruhi besarnya nilai kalor yang dihasilkan, semakin tinggi karbon terikat dalam suatu arang maka semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan karena pada proses pembakaran setiap ada reaksi oksidasi akan menghasilkan panas. Besarnya kadar karbon terikat dalam arang mempunyai hubungan terbalik dengan besarnya kadar zat mudah menguap, semakin besar kadar zat mudah menguap maka kadar karbon terikat menjadi semakin rendah. Djarmiko dkk (1981) menyebutkan bahwa arang yang bermutu baik adalah arang yang mempunyai nilai kalor dan kadar karbon terikat tinggi tetapi mempunyai kadar abu yang rendah.

### 2.6.2. Standar Kualitas Briket Arang

Negara-negara tujuan ekspor utama arang Indonesia adalah Jepang, Korea Selatan, Taiwan, Malaysia, Norwegia, Inggris, Prancis, Jerman, RRC, Unit Emirat Arab dan Srilangka. Pada tahun 2000, volume ekspor ke Jepang mencapai 16,5 ton dengan nilai 2.73 juta dolar. Sedangkan volume ekspor ke Inggris mencapai 136.9 ton dengan nilai 74 ribu juta dolar. Menurut Data mengenai negara-negara tujuan ekspor utama arang dimana dua diantaranya adalah Jepang dan Inggris, maka berikut ini diberikan standar kualitas briket arang menurut standar Jepang dan Inggris :

Tabel 2.2. Standar Kualitas Briket Arang

Parameter Kualitas	Standar Jepang	Standar Inggris
Nilai Kalor (kal/gr)	6000-7000	7289
Kadar Air (%)	6	3.39
Kadar Abu (%)	3-6	8.26
Berat Jenis	1-1.2	-
Kadar Karbon Terikat (%)	60-80	75,33
Kadar Zat Mudah menguap	15-30	16,41

Sumber : Hartoyo, dkk (1978)

### 2.7. Perekat Pati.

Perekat pati dapat di kelompokkan sebagai perekat alam dengan perekat dasar *karbohidrat* susunan pati ini dapat ditelusuri pada komponen yang berbeda dan polimer glukosa yang pertama yang disebut amilosa.(Prayitno, 1995)

Penggunaan perekat pati ini memiliki beberapa keuntungan antara lain: harga murah, mudah pemakaiannya, dapat menghasilkan kekuatan rekat yang tinggi. Selain itu perekat ini juga mempunyai kelemahan seperti: ketahanan terhadap air yang rendah untuk perekat awal sehingga bersifat sementara (dalam kayu lapis) mudah diserang jamur, bakteri dan binatang pemakan pati.(Prayitno, 1995).

### 2.8 Dampak Terhadap Lingkungan

Dampak yang dapat timbul dari pembuangan limbah padat industri pengolahan kayu secara langsung ke dalam lingkungan adalah pencemaran terhadap tanah, air dan udara. Dengan adanya pencemaran terhadap air, tanah dan udara menyebabkan turunnya kualitas lingkungan. Sehingga diperlukan penanganan

yang tepat untuk dapat mengendalikan pencemaran yang disebabkan oleh limbah padat industri pengolahan kayu adalah sebagai berikut :

### **2.8.1 Pencemaran Terhadap Tanah**

Pembuangan limbah padat sisa produksi pengolahan kayu langsung ke lahan yang terbuka akan menyebabkan menumpuknya limbah padat industri pengolahan kayu dan menimbulkan panas dan pada akhirnya dapat mengakibatkan kerusakan permukaan tanah serta tekstur tanah. Hal ini dapat menyebabkan tanah tidak dapat memberikan manfaat yang sesuai dengan peruntukannya

### **2.8.2. Pencemaran Terhadap Air**

Dampak pembuangan limbah padat sisa produksi pengolahan kayu dibuang langsung ke perairan akan menimbulkan endapan yang menumpuk pada perairan serta menyebabkan perubahan warna pada perairan dan timbulnya bau yang cukup menyengat. Perubahan warna dan bau disebabkan adanya proses pembusukan limbah padat industri pengolahan kayu dalam perairan. Sebagai akibat dari perubahan warna perairan akan mengganggu kelangsungan proses fotosintesis tanaman dalam perairan, hal ini disebabkan terhalangnya sinar matahari untuk menembus perairan. Dampak lain adalah timbulnya endapan terlarut maupun tidak larut dapat menyebabkan pendangkalan pada perairan sehingga dapat menyebabkan terjadi banjir pada musim penghujan, adanya

perubahan warna dan bau pada perairan dapat dipergunakan sebagai indikator pencemaran yang terjadi pada perairan tersebut.

### **2.8.3. Pencemaran Terhadap Udara**

Dampak pembuangan limbah padat sisi proses produksi industri pengolahan kayu yang langsung di bakar di areal terbuka akan menambah emisi karbon di atmosfer.

### **2.9. Prinsip-Prinsip Penting**

1. Limbah padat yang dihasilkan oleh industri pengolahan kayu berupa serbuk gergaji kayu dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan.
2. Limbah padat industri pengolahan kayu dapat didaur ulang untuk dijadikan briket yang dapat menghasilkan sumber energi kalor melalui pembakaran briket.
3. Nilai kalor yang dihasilkan dari pembakaran briket hasil daur ulang limbah padat industri pengolahan kayu tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai sumber energi kalor alternatif

### **2.10. Hukum-hukum dan rumus yang terkait**

Nilai kalor atau panas yang dihasilkan briket dari serbuk gergaji kayu sonokeling dan tempurung kelapa memiliki keterkaitan dengan hukum-hukum sebagai berikut :

### 2.10.1. Asas Black

Jika dua macam zat yang suhunya berbeda dicampurkan atau disatukan maka zat yang suhunya lebih tinggi akan melepaskan panas yang sama banyaknya dengan panas yang diserap oleh zat yang suhunya lebih rendah.

Rumusnya :  $Q_p = Q_s \dots\dots\dots(1)$

dimana :  $Q_p =$  panas yang dilepaskan (kalori)

$Q_s =$  panas yang diserap (kalori)

### 2.10.2. Hukum Thermodinamika I

Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan namun dapat diubah dari bentuk yang satu ke bentuk yang lain.

### 2.10.3 Hukum Thermodinamika II

Tidak mungkin membuat mesin yang bekerja secara kontinyu mengubah seluruh kalor yang diserap menjadi mekanis tanpa ada kalor yang di buang.

Bunyiya :

**“Tidak ada perubahan energi yang betul-betul memiliki efisiensi 100% (Soemarwoto, 1994)”.**

#### 2.10.4 Rumus standarisasi Reaktor Vessel Bomb Kalorimeter

Dengan benzoat yang memiliki nilai kalor 6318 kalori / gram adalah :

$$W = \frac{H \cdot g}{\Delta T} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

W = energi ekivalent kalorimeter (kal/<sup>0</sup>C)

H = panas standart (kal/gram)

g = massa benzoat (gram)

ΔT = kenaikan temperatur (<sup>0</sup>C)

#### 2.10.5. Rumus perhitungan nilai kalor sampel briket :

$$Hg = \frac{(\Delta T \times W)}{G} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

Hg = nilai kalor pembakaran sampel briket (kal/gram)

ΔT = kenaikan temperature pembakaran (<sup>0</sup>C)

W = energi ekivalent (kal/<sup>0</sup>C)

G = massa sampel briket (gram)