

**PEMANFAATAN LIMBAH DAUN KELAPA SAWIT
SEBAGAI BRIKET BAHAN BAKAR ALTERNATIF**

*UTILIZATION OF PALM LEAF WASTE AS
AN ALTERNATIVE FUEL OF BRIQUETTE*

Muhammad Nurhidayat Ufi



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007**

**PEMANFAATAN LIMBAH DAUN KELAPA SAWIT
SEBAGAI BRIKET BAHAN BAKAR ALTERNATIF**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Pengelolaan Lingkungan Hidup

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD NURHIDAYAT UFI

kepada

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2007

TESIS

Deleted: ¶

**PEMANFAATAN LIMBAH DAUN KELAPA SAWIT
SEBAGAI BRIKET BAHAN BAKAR ALTERNATIF**

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD NURHIDAYAT UFI

Nomor Pokok P0302205002

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
Pada tanggal 16 April 2007
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasihat :

Dr. Ambo Upe, DEA.

Ketua

Dr. Ir. Prastawa Budi

Anggota

Deleted: Ketua

Ketua Program Studi
Pengelolaan Lingkungan Hidup

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin,

Dr. Ir. Didi Rukmana, MS.

Prof. Dr. dr. Abdul Razak Thaha, M.Sc.

ABSTRAK

Muhammad Nurhidayat Ufi. *Pemanfaatan Limbah Daun Kelapa Sawit Sebagai Briket Bahan Bakar Alternatif* (dibimbing oleh Ambo Upe dan Prastawa Budi).

Penelitian tentang pemanfaatan limbah daun kelapa sawit sebagai briket bahan bakar alternatif telah dilakukan. Pembuatan briket dari limbah daun kelapa sawit ini sangat dipengaruhi oleh waktu dan suhu karbonisasi. Dalam pembuatan arang briket dari daun kelapa sawit dibagi menjadi 2 proses yaitu proses karbonisasi dan proses pembriketan. Pada proses karbonisasi, bahan baku daun kelapa sawit diarangkan dengan menggunakan tanur dengan variasi suhu 200 – 400 °C untuk menjadi serbuk arang yang memiliki nilai kalor yang cukup tinggi. Pada proses pembriketan digunakan kanji sebagai bahan perekat. Arang briket dibuat dengan mencampur massa serbuk arang dan perekat dengan perbandingan 5 : 1. Tujuan penelitian adalah mencari waktu dan suhu karbonisasi optimum untuk mendapatkan briket yang berkualitas. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang digunakan untuk karbonisasi arang briket, maka diperoleh kadar air yang semakin rendah pada t = 75 menit, kadar abu semakin rendah pada t = 75 menit, kadar zat volatil semakin rendah pada t = 90 menit, kadar karbon padat semakin tinggi pada t = 90 menit, dan nilai kalori semakin tinggi pada t = 90 menit. Kondisi optimum memberikan arang briket terbaik adalah suhu 400 °C, kadar air 2,09%, kadar abu 7,44%, kadar zat volatil 34,35%, karbon padat 58,20%, dan nilai kalori 4460 kal/gram.

ABSTRACT

Muhammad Nurhidayat Ufi. Utilization Of Palm Leaf Waste as an Alternative Fuel of Briquette (supervised by **Ambo Upe** and **Prastawa Budi**).

The study is dedicated to investigating the utilization of palm leaves waste as an alternative fuel of briquette. The production of briquette is determined by the time and temperature of carbonization process. The production of charcoal from palm tree leaves is divided into two stages : carbonization process and briquette making process. In the carbonization process, palm tree leaves are charcoaled in a kiln under a temperature of 200 – 400 °C to produce charcoal powder with sufficient value of calorie. In the briquette making process, the charcoal mass powder is mixed with starch in a comparison of 5 : 1. The study is therefore aims to determine optimum time and temperature for carbonization process to produce high quality briquette. The result indicates that the more the time is used for briquette carbonization, the lower the water content of the briquette, at t = 75 minute, the ash content at t = 75 minute, the volatile element at t = 90 minute, yet, the higher the solid carbon content and the calorie value at t = 90 minute. The optimal condition provides the best charcoal briquette at T = 400 °C, with water content 2,09%, ash content 7,44%, volatile element content 34,35%, solid carbon 58,20%, and a calorie value of 4460 calorie/gr am.

Deleted: both carbonization

Deleted: making of charcoal briquette of palm leaf , the process was divided in two steps, are carbonization briquette process. At carbonization process, raw material of palm leaf charcoaled by using a kiln with temperature of 200 - 400 °C to yield the charcoal powders with high value of calorie. At briquetting process used the starch a glue. Charcoal briquette was made by mixing both mass of charcoal powders and glue with comparison of 5 : 1. The aim of this research is to gain optimum time and temperature of carbonization to yield the briquette with good quality. The result show that carbonization of charcoal briquette, will obtain water content is lower

Deleted: is lower

Deleted: longer time

Deleted: was used to volatile element content lower

Deleted: is higher

Deleted:

Deleted: , and calorie value is higher at t = 90 minute.

Deleted: Optimum

Deleted: r

Deleted: value of

Deleted: is

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah, SWT atas segala limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulisan tesis ini dapat diselesaikan.

Penyusunan tesis ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar magister pada Konsentrasi Teknik Lingkungan Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar. Disusun berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dilaboratorium serta tinjauan pustaka yang berkaitan dengan masalah tersebut.

Selama studi dan penelitian maupun penyusunan tesis ini, penulis dapat selesaikan berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga dengan penuh suka cita serta keikhlasan hati yang dalam, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. H. Ambo Upe, T. DEA dan Dr. Ir. Prastawa Budi selaku dosen pembimbing atas segala curahan ilmu, bimbingan, saran, dorongan semangat, tenaga dan petunjuk sejak pelaksanaan penelitian sampai selesainya penyusunan tesis ini.
2. Bapak Dr. Ir. Didi Rukmana, MS., selaku ketua Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin atas segala arahan dan bimbingan selama penulis menempuh pendidikan pada Program Pascasarjana.

3. Bapak Prof. Dr. Abd Razak Thaha, selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin dan seluruh staf pengajar, atas segala limpahan ilmu, dan bimbingan selama penulis menempuh pendidikan pada Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Muh. Ilyas Abibu, SE, MDM., selaku Kepala Dinas Koperasi, UKM dan Perindag Kabupaten Buton yang selama ini memberi arahan dan dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Unhas.
5. Bapak Zakir Sabara, HW, ST, MT., selaku Kepala Laboratorium Operasi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia Makassar.
6. Secara khusus kepada ayahanda H. Arsyad La Appe dan ibunda Aryba, mertua saya H. Muh. Sjadir Hatma dan Hj. Nurhiyah serta istriku yang tercinta Milda Fajarwati, SE. yang sedang mengandung anak pertamaku, kakak-kakakku : Gani, Hakim, Haris, Lina, Arie dan Mina yang telah memberikan dukungan doa, dorongan semangat, bantuan moral maupun material sampai selesainya penulisan ini.
7. Rekan-rekan Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup 2005, Hamka Hidayat, Yamran Sampeali, Chaconk, Topix, Bang Jack, Tutty, Yudin, Rinjo, Toto, Paichenk, Syawal Jidat, Ongen, Nono, Deni, Zul, Omank, Syukri, Felix, Nurdin, serta pnakanku yang

tersayang Andini, Hendra, Idham, Neneng, Rian, Ayu, Ari, Naya, dan Alicia atas segala bantuannya selama penulis menempuh pendidikan serta semua pihak yang telah membantu penulis sejak penelitian sampai penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini jauh dari kesempurnaan, karena itu kritikan dan saran yang membangun sangat penulis harapkan

Makassar

Muhammad Nurhidayat Ufi

DAFTAR ISI

	Halaman
Judul.....	i
<u>Lembaran Pengajuan</u>	<u>ii</u>
Halaman Pengesahan.....	ii
Abstrak.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Lampiran.....	xii
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Kelapa Sawit.....	9
B. Bagian-Bagian Kelapa Sawit	9
1. Bagian Vegetatif	9
2. Batang	10
3. Daun	13

Deleted: iii

C. Karbonisasi	21
1. Pengertian	21
2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hasil Karbonisasi	22
3. Cara Pembuatan Arang	23
D. Pembriketan	23
1. Hal-hal yang Perlu diperhatikan dalam Pembriketan	24
2. Alat Densifikasi	30
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN.....	38
A. Tempat dan Waktu	38
B. Alat dan Bahan	38
C. Prosedur Pengolahan	40
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
A. Suhu Karbonisasi	47
B. Kadar Air	49
C. Kadar Abu	51
D. Kadar Zat Volatil	53
E. Karbon Padat	55
F. Nilai Kalori	57

BAB V : PENUTUP.....	60
A. Kesimpulan.....	60
B. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Luas Daun ke-17 pada beberapa umur tanaman kelapa Sawit	17
Tabel 2	Karakteristik daun kelapa sawit	20
Tabel 3	Komposisi Kimia Pati	27
Tabel 4	Sifat Fisik dan Kimia Briket Arang Impor	31
Tabel 5	Perbandingan Nilai Kalori Berbagai Jenis Bahan Bakar	34
Tabel 6	Hasil Perhitungan Rendemen Karbonisasi	48
Tabel 7	Hasil Perhitungan Kadar Air	50
Tabel 8	Hasil perhitungan Kadar Abu	52
Tabel 9	Hasil Perhitungan Zat Volatil	54
Tabel 10	Hasil Perhitungan Karbón Padat	56
Tabel 11	Hasil Perhitungan Nilai Kalori	58

Deleted: ir

Deleted: ...

Deleted: 4.3

Deleted: Volátil

Deleted: 4.4

Deleted: 4.5

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Susunan Daun Kelapa Sawit	15
Gambar 2.	Bagan Proses Pembuatan Arang Briket	46
Gambar 3	Grafik Hubungan Antara Suhu Karbonisasi dan Rendemen	49
Gambar 4	Grafik Hubungan Antara Waktu Karbonisasi dan Kadar Air	51
Gambar 5	Grafik Hubungan antara Waktu Karbonisasi dan Kadar Abu	53
Gambar 6	Grafik Hubungan antara Waktu Karbonisasi dan Zat Volátil	55
Gambar 7	Grafik Hubungan antara Waktu Karbonisasi dan Karbon Padat	57
Gambar 8	Grafik Hubungan antara Waktu Karbonisasi dan Nilai Kalori	59

DAFTAR LAMPIRANDeleted: ¶
¶

Lampiran 1. Contoh Perhitungan Nilai Kalori.....	65
Lampiran 2. Contoh Perhitungan Kadar Air	66
Lampiran 3. Contoh Perhitungan Kadar Abu.....	67
Lampiran 4. Contoh Perhitungan Zat Terbang.....	68
Lampiran 5. Contoh Perhitungan Karbon Padat	69
Lampiran 6. Perbandingan Energi Biomass.....	70
Lampiran 7. Gambar Areal perkebunan kelapa sawit	71
Lampiran 8. Gambar Sampel Bahan Baku	72
Lampiran 9. Gambar proses pengarangan	73
Lampiran 10. Gambar hasil pengarangan	74
Lampiran 11. Gambar hasil pengarangan	75
Lampiran 12. Gambar contoh briket daun kelapa sawit	76
Lampiran 13. Gambar uji coba penggunaan briket daun kelapa Sawit	77

PEMANFAATAN LIMBAH DAUN KELAPA SAWIT SEBAGAI BRIKET BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Pengelolaan Lingkungan Hidup

Disusun dan diajukan oleh

Muhammad Nurhidayat Ufi

Kepada

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2007

Deleted: ¶

Formatted: Centered, Line spacing: Double

Deleted: ¶

¶

TESIS

**PEMANFAATAN LIMBAH DAUN
KELAPA SAWIT ¶
SEBAGAI BRIKET BAHAN BAKAR
ALTERNATIF ¶**

¶

Disusun dan diajukan oleh¶
Muhammad Nurhidayat Ufi¶
Nomor Pokok P 0302205002¶

¶

Telah dipertahankan di depan Panitia
Ujian Tesis¶
Pada tanggal ¶ Maret 2007¶

¶

Menyetujui :¶
Komisi Penasehat ¶

¶

¶

→Dr. H. Ambo Upe T., DEA→→Dr. Ir.
Prastawa Bud¶
→→Ketua→→Anggota ¶

¶

Mengetahu¶
→Ketua Program Studi →→Ketua
Konsentrasi¶
Pengelolaan Lingkungan
Hidup→→Teknik Lingkungan→¶

¶

→Dr. Ir. Didi Rukmana, MS.→→Dr.
Ambo Upe, DEA.¶
→¶

¶

¶

¶

¶

¶

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk dan ekonomi dewasa ini diikuti dengan peningkatan kebutuhan energi. Tetapi hal ini kurang dapat diimbangi oleh sumber energi yang cukup dan masih tingginya ketergantungan pada minyak dan gas bumi, padahal untuk mendapatkan deposit-deposit baru atau mempertahankan produksi dari sumur yang ada diperlukan kerja keras dan investasi yang besar.

Semakin berkurangnya sumber minyak bumi yang merupakan sumber energi utama saat ini, telah menyebabkan manusia mencari sumber energi alternatif. Timbulnya kesadaran dan kekhawatiran akan kelangkaan dan keterbatasan energi minyak dan gas bumi yang bersifat tidak dapat diperbaharui (non renewable), mendorong manusia untuk mengembangkan sumber energi selain minyak dan gas bumi.

Sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui (renewable) yang cukup besar dan potensial adalah limbah hasil pertanian, mengingat Indonesia yang masih tergolong negara agraris tentunya akan banyak menghasilkan limbah hasil pertanian yang sampai saat ini masih belum termanfaatkan secara optimal.

Pemanfaatan limbah hasil pertanian sebagai salah satu sumber energi alternatif diharapkan juga dapat menggeser/ mensubstitusikan pemakaian kayu sebagai bahan bakar untuk rumah tangga. Konsumsi kayu sebagai bahan bakar di negara sedang berkembang mencapai 75 – 90% dari konsumsi kayu secara keseluruhan. Pemanfaatan kayu sebagai bahan bakar jelas tidak efektif disamping kayu dapat dimanfaatkan untuk hal lain yang lebih bermanfaat juga akan mengganggu dan merusak kelestarian lingkungan hidup terutama penebangan pohon dapat merusak fungsi hutan sebagai “paru-paru dunia”.

Salah satu limbah hasil pertanian yang cukup potensial untuk dikembangkan di Indonesia sebagai sumber energi alternatif adalah limbah kelapa sawit (tandan kosong, cangkang/ tempurung, dan daun kelapa sawit). Hal ini mengingat Indonesia merupakan produsen kelapa sawit terbesar kedua di dunia setelah Malaysia. Sebanyak 85% lebih pasar dunia kelapa sawit dikuasai oleh Indonesia dan Malaysia. Menurut Derom Bangun, Ketua GAPKI (Gabungan Perusahaan Kelapa Sawit Indonesia), pada tahun 2008 diperkirakan Indonesia bisa mejadi produsen kelapa sawit terbesar di dunia (Pahan, 2006).

Indonesia sampai dengan tahun 2004 memiliki sekitar 5.447.563 ha area perkebunan kelapa sawit yang tersebar di seluruh Nusantara. Dengan melihat potensi yang ada, diharapkan perkebunan kelapa sawit dapat menghadirkan prestasi yang menguntungkan negara.

Sangat dipahami bahwa agribisnis kelapa sawit merupakan industri yang dapat membantu pemerintah untuk mengentaskan kemiskinan. Kelapa sawit merupakan tanaman yang paling produktif dengan produksi minyak per hektar yang paling tinggi dari seluruh tanaman penghasil minyak nabati lainnya (Lubis, 1995).

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia, dapat berpeluang akan menghasilkan limbah pertanian yang sangat banyak baik itu limbah batang, daun, maupun limbah buah kelapa sawit karena luasnya areal perkebunan tersebut.

Untuk itu teknologi yang tepat dalam pengolahan limbah pertanian perkebunan kelapa sawit perlu diupayakan agar dapat limbah di areal perkebunan kelapa sawit dapat diminimalkan.

Setiap negara atau daerah mempunyai kondisi fisik, ekonomi dan politik yang unik dan berbeda yang mempengaruhi teknik pengolahan limbah yang layak selama ini, Indonesia telah mencoba untuk membenahi sistem pengolahan yang terbagi atas dua sistem, yaitu sistem daur ulang dan tidak. Masalah pencemaran lingkungan telah banyak mendapat perhatian terutama tentang bagaimana dan dimana limbah padat (sampah) tersebut akan di tempatkan, karena kurang atau tidak adanya tempat untuk menimbun sampah itu sehingga lebih cepat membusuk dan mendukung berkembang biaknya bakteri penyebar penyakit (Aisyah, 2003).

Sampah daun kelapa sawit yang awalnya tidak bernilai apa-apa dan berdampak negatif bagi lingkungan dapat di manfaatkan sebagai salah satu sumber energi alternatif dan mempunyai nilai ekonomis, dengan mengubahnya menjadi suatu bahan bakar briket. Briket yang di hasilkan dari sampah ini diharapkan dapat menjadi bahan bakar alternatif yang lain, karena saat ini bahan bakar minyak yang ada di prediksiakan akan habis dalam masa yang tidak terlalu lama, dan bahan bakar tersebut merupakan bahan bakar yang tidak dapat terbarukan (Lukmana, 1995).

Dengan demikian, di upayakan suatu tindakan untuk mengurangi ketergantungan energi dari minyak bumi yang persediaannya terbatas, maka perlu dipikirkan bagaimana mengupayakan penghematan energi. Oleh sebab itu diperlukan sumber energi alternatif yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, limbah pertanian, dan limbah perkebunan. Jenis energi ini sangat baik dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif karena juga memiliki nilai kalori yang cukup tinggi (Stout, 1983).

Daun kelapa sawit merupakan sampah yang banyak terdapat di perkebunan kelapa sawit, bahkan dengan banyaknya sampah daun tersebut, pengelola bingung untuk mengambil tindakan penanggulangan selain dibakar dan dijadikan pupuk kompos.

Pembakaran sampah akan banyak mengeluarkan gas CO yang terbuang dan menghasilkan arang. Arang hasil pembakaran sampah itu dapat diubah menjadi bahan bakar briket setelah mengalami beberapa poses. Secara umum pembuatan briket bahan bakar dari arang tersebut

dimulai dengan melakukan proses karbonisasi, setelah diadakan pemadatan dan penambahan binder atau bahan perekat, bahan dicetak dan dikeringkan. Kemudian dilakukan pengujian seperti : kadar air, kadar zat volatil, kadar abu, karbon padat, serta nilai kalori, yang dikenal sebagai analisis ultimate, dan diharapkan nilai kalorinya dapat mendekati batubara (Said, 1996).

Mengangkat masalah ini sebagai bahan penelitian, dengan memanfaatkan sampah berupa daun kelapa sawit sebagai bahan untuk pembuatan briket, sehingga diharapkan dapat mengurangi penumpukan sampah yang menjadi salah satu masalah bagi umat manusia sepanjang masa. Daun kelapa sawit dapat menjadi sumber bahan bakar briket lain setelah briket batubara yang kita kenal.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi dalam pengurangan sampah daun kelapa sawit yang menjadi salah satu masalah yang dihadapi manusia sepanjang masa. Daun kelapa sawit merupakan limbah perkebunan kelapa sawit terbesar ini dapat dimanfaatkan sebagai briket bahan bakar alternatif.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dilakukan penelitian tentang Pemanfaatan Limbah Daun Kelapa Sawit sebagai Briket Bahan Bakar Alternatif yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat, dimana daun kelapa sawit tersebut diarangkan terlebih dahulu kemudian di press menjadi briket. Permasalahan yang akan ditemui pada pemanfaatan limbah daun kelapa sawit menjadi briket bahan bakar alternatif adalah :

1. Bagaimana pengaruh waktu karbonisasi terhadap nilai kalori, kadar air, kadar abu, zat volatil dan karbon padat.
2. Bagaimana pengaruh suhu karbonisasi terhadap kualitas briket yang dihasilkan.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap besarnya kandungan energi atau kalori, kadar air, kadar abu, zat volatil dan karbon padat yang dihasilkan dari briket yang dibuat, dari karbonisasi daun kelapa sawit.
2. Untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap kualitas briket yang dihasilkan, dari karbonisasi daun kelapa sawit.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi tambahan bagi pemanfaatan sampah padat sebagai bahan bakar briket alternatif melengkapi briket batubara yang telah dimasyarakatkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guinensis*) berasal dari Nigeria, Afrika Barat,. Meskipun demikian, ada yang menyatakan bahwa kelapa sawit berasal dari Amerika Selatan yaitu Brazil karena spesies kelapa sawit banyak ditemukan di hutan Brazil dibandingkan dengan Afrika. Di Brazil, tanaman kelapa sawit ditemukan tumbuh secara liar atau setengah liar di sepanjang tepi sungai. Kelapa sawit diusahakan secara komersial di Afrika, Pasifik Selatan, serta beberapa daerah lain dengan skala yang lebih kecil. Pada kenyataannya tanaman kelapa sawit hidup subur di luar daerah asalnya, seperti Malaysia, Indonesia, Thailand, dan Papua Nugini (Bangun, 2005).

Riwayat kedatangan kelapa sawit awal mulanya di Indonesia, kelapa sawit hanya sekedar berperan sebagai tanaman hias langka di Kebun Raya Bogor, dan sebagai tanaman penghias jalanan atau pekarangan. Itu terjadi pada tahun 1848 hingga beberapa puluh tahun sesudahnya.

Ketika itu tahun 1848 pemerintah kolonial Belanda mendatangkan empat batang bibit kelapa sawit dari Mauritius dan Amsterdam, yang kemudian ditanam di Kebun Raya Bogor. Selanjutnya hasil anaknya

dipindahkan ke Deli, Sumatera Utara. Selama beberapa puluh tahun, kelapa sawit yang telah berkembang biak hanya berperan sebagai tanaman hias di sepanjang jalan di Deli, sehingga potensi yang sesungguhnya belum kelihatan.

Pemerintah kolonial Belanda, yang tahu lebih banyak tentang segi ekonomis kelapa sawit, berupaya menarik minat masyarakat terhadap perusahaan tanaman kelapa sawit. Sehingga mulailah percobaan penanaman kelapa sawit yang disertai kegiatan penyuluhan yang dilakukan di Muara Enim tahun 1869, Musi Hulu 1870, dan di Belitung 1890. Sejak itu kelapa sawit mulai dikenal orang sebagai tanaman yang bernilai ekonomis tinggi (Brodjonegoro, 2005).

B. Bagian-Bagian Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu bagian vegetatif dan bagian generatif. Bagian vegetatif meliputi akar, batang dan daun. Sedangkan bagian generatif adalah merupakan alat perkembangbiakan yaitu bunga dan buah.

1. Bagian Vegetatif

Seperti jenis tanaman palmae yang lain, tanaman kelapa sawit mempunyai akar serabut. Akar kelapa sawit akan tumbuh ke bawah dan ke samping membentuk akar primer, sekunder, tersier dan kuartier.

2. Batang

Karena kelapa sawit termasuk tanaman monokotil, maka batangnya tidak mempunyai kambium dan pada umumnya tidak bercabang. Batang kelapa sawit terdiri dari pembuluh-pembuluh yang terikat secara diskrit dalam jaringan parenkim. Meristem pucuk terletak dekat ujung batang, di mana pertumbuhan batang sedikit agak membesar. Aktivitas meristem pucuk hanya sedikit memberikan kontribusi terhadap jaringan batang karena fungsi utamanya yaitu menghasilkan daun dan infloresen bunga. Seperti umumnya tanaman monokotil, penebalan sekunder tidak terjadi pada batang (Kemala, 1988).

Penebalan dan pembesaran batang terjadi karena aktivitas penebalan meristem primer yang terletak di bawah meristem pucuk dan ketiak daun. Pada tahun pertama atau kedua pertumbuhan kelapa sawit, pertumbuhan membesar terlihat sekali pada bagian pangkal, dimana diameter bisa mencapai 60 cm. Setelah itu batang akan mengecil, biasanya hanya berdiameter 40 cm, tetapi pertumbuhan tingginya menjadi lebih cepat. Umumnya, penambahan tinggi batang bisa mencapai 35 – 75 cm pertahun, bergantung pada lingkungan tumbuh dan keragaman genetik. Laju produksi daun kemungkinan tidak begitu berpengaruh terhadap terhadap pertumbuhan batang. Di Afrika (Pantai Gading yang produksi daunnya terakumulasi pada musim hujan saja, panjang buku (internode) batang beberapa progremi berkisar 14 – 33 mm. Sementara di Malaysia yang produksi daunnya hampir merata sepanjang

tahun, rata-rata panjang buku batang berkisar dari 15 mm (tanaman umur 4,5 tahun) dan 25 mm pada tanaman umur 10,5 tahun.

Batang diselimuti oleh pangkal pelepasan pelepah daun tua sampai kira-kira umur 11 – 15 tahun. Setelah itu, bekas pelepah daun mulai rontok, biasanya sudah tidak ada lagi bekas tangkai pelepah daun tua, kecuali sedikit di bawah tajuknya.

Batang mempunyai 3 fungsi utama, yaitu (1) sebagai struktur yang mendukung daun, bunga, dan buah; (2) sebagai system pembuluh yang mengangkut air dan hara mineral dari akar ke atas serta hasil fotosintesis dari daun ke bawah; serta (3) kemungkinan juga berfungsi sebagai organ penimbunan zat makanan.

Sistem pembuluh pada spesies palem-paleman telah diteliti secara rinci oleh Zimmermann dan Tomlinson (1972-1974). Hasil yang didapat dirangkum oleh Corley dan Gray pada tahun 1982. Tanaman monokotil mempunyai sistem pembuluh “dalam” (xylem) dan “luar” (phloem). Pada tanaman kelapa – misalnya – sistem pembuluh dalam terdiri dari sekitar 20.000 ikatan pembuluh, sedangkan sistem pembuluh luar terdiri dari sejumlah untaian serabut korteks. Semua ikatan-ikatan pembuluh ini berkumpul pada daun atau pada bekas daun yang sudah rontok. Sebelum masuk ke daun, setiap ikatan membentuk beberapa cabang yang dengan ikatan-ikatan lain di sekitarnya. Dengan demikian, ikatan-ikatan tersebut akan saling berhubungan satu sama lain sehingga

bagian cabang/ daun yang berbeda mempunyai pembuluh-pembuluh yang berhubungan secara langsung.

Cabang-cabang ikatan pembuluh dalam ini terbentuk pada bagian luar untai serabut korteks (sistem pembuluh luar). Berdasarkan irisan melintang pada batang, jumlah ikatan-ikatan yang ada kurang lebih sama pada setiap ketinggian tertentu. Pada cabang, ikatan pembuluh utama sebelum masuk ke daun terdapat struktur satelit yang mengarahkan sebagian pembuluh ke infloresen bunga di ketiak daun tersebut atau ke infloresen lain di ketiak daun sebelah atasnya.

Hal yang menarik dari sistem pembuluh kelapa sawit yaitu panjangnya umur sel-sel phloem (sieve tube). Sel-sel tersebut bertanggungjawab terhadap pergerakan asimilat ke bawah. Pada species dikotil yang mengalami penebalan sekunder, sel-sel phloem berganti setiap tahun atau dapat bertahan hanya sampai 5 – 10 tahun.

Spesies palem-paleman yang tidak mempunyai pertumbuhan sekunder, sel-sel phloem bertahan sepanjang umur tanaman tersebut. Perbedaan antara sieve tube tanaman kelapa umur 50 tahun dengan sieve tube kebanyakan tanaman Angiospermae muda hanyalah pada adanya "kotoran" (slime) dan terbentuknya kalosa (sejenis polisakarida). Kedua hal ini berhubungan dengan penyumbatan sieve plate di antara sieve tube yang berdekatan. Sedikit kalosa kadang-kadang dapat ditemui pada sieve plate kelapa sawit, tetapi tidak terdapat "kotoran". Fungsi batang sebagai organ penimbunan zat makanan belum diketahui dengan

jelas, tetapi umumnya batang mengandung sejumlah besar karbohidrat dan mineral, seperti kalium dan nitrogen (Iyung, 2006).

Batang berbentuk silinder dengan diameter 20 – 75 cm atau bergantung pada keadaan lingkungan. Selama beberapa tahun, minimal 12 tahun, batang tertutup rapat pelepah daun. Tinggi batang bertambah kira – kira 45 cm/ tahun, tetapi dalam kondisi yang sesuai dapat mencapai 100 cm/ tahun. Tinggi maksimum tanaman kelapa sawit yang ditanam diperkebunan adalah 15 – 18 m, sedangkan di alam mencapai 30 m.

3. Daun

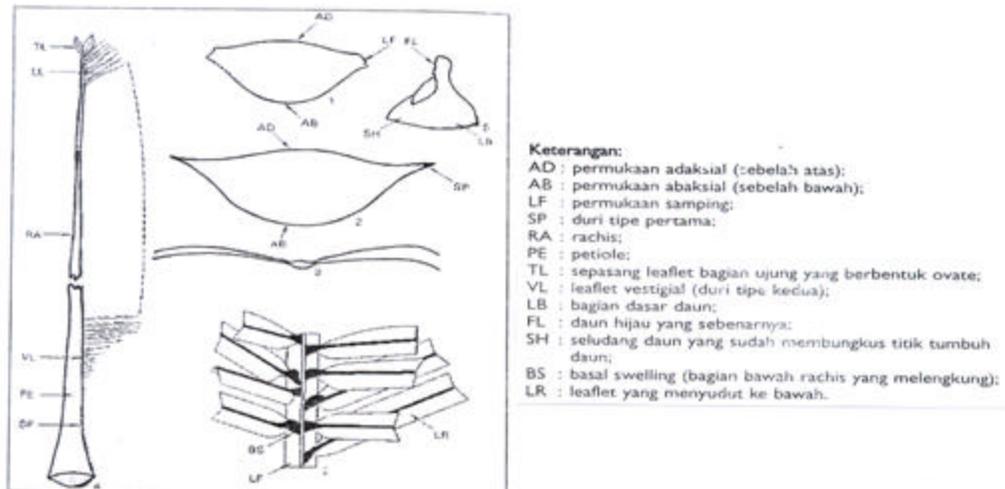
Susunan daun kelapa sawit mirip dengan tanaman kelapa yaitu membentuk susunan daun majemuk 250 – 400 helai. Daun muda yang masih kuncup berwarna kuning pucat. Pada tanah yang subur cepat membuka, sehingga semakin efektif menjalankan fungsinya sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis dan juga sebagai alat respirasi. (Bangun, 2005).

a. Morfologi

Daun kelapa sawit terdiri dari beberapa bagian, sebagai berikut (lyung, 2006) :

- ? Kumpulan anak daun (leaflets) yang mempunyai helaian (lamina) dan tulang anak daun (midrib);
- ? Rachis yang merupakan tempat anak daun melekat;
- ? Tangkai daun (petiole) yang merupakan bagian antara daun dan batang;
- ? Seludang daun (sheath) yang berfungsi sebagai perlindungan dari kuncup dan memberi kekuatan pada batang.

Bentuk seludang daun yang terlihat pada daun dewasa sudah tidak lengkap dan merupakan sisa dari perkembangan yang ada. Pada daun yang sedang berkembang, seludang berbentuk pipa dan membungkus dan muda secara sempurna. Namun, karena daun berkembang terus-menerus, sedangkan seludang sudah tidak berkembang lagi, serabut-serabut seludang menjadi robek dan tercerai membentuk barisan duri (spine) sepanjang tepi-tepi petiole yang merupakan pangkal dari serabut tersebut. Sejumlah kecil jaringan serabut ini juga dijumpai pada bagian ketiak daun. Daun kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Susunan Daun Kelapa Sawit

Pada anak daun yang gagal, terbentuk helai daunnya (lamina), tulang anak daun yang pendek membentuk duri tipe kedua. Duri ini dapat dibedakan secara jelas dengan duri pada seludang daun di petiole. Bentuk anak daun panjang dan sempit (pinnate) dengan sebuah tulang daun dan sejumlah pembuluh yang sejajar dengan tulang tersebut. Kutikula pada anak daun cukup tebal dan sangat resisten terhadap difusi uap air. Stomata pada umumnya terletak pada permukaan bawah anak daun saja.

Daun dihasilkan dalam urutan yang teratur. Daun termuda sudah mengembang sempurna secara konvensional dinamakan daun nomor satu, sedangkan daun yang masih terbungkus seludang (pupus daun atau spear leaf) dinamakan daun nomor nol. Daun-daun yang lebih muda lagi secara berurutan diberikan nomor (-1, -2, dan seterusnya). Keuntungan dari sistem penomoran daun ini yaitu daun yang bernomor

sama kira-kira akan mempunyai “umur fisiologis” yang sama. Dengan demikian, daun-daun tersebut pasti berada pada fase yang sama dalam proses inisiasi sampai senescence.

b. Luas daun dan laju produksi daun

Luas daun meningkat secara progresif pada umur sekitar 8 – 10 tahun setelah tanam. Biasanya, luas daun pada umur yang sama beragam dari satu daerah ke daerah lain, tergantung dari faktor-faktor, seperti kesuburan dan kelembapan tanah serta tingkat stress air (penutupan stomata). Aplikasi pupuk N dan K ternyata mampu meningkatkan luas daun. Meningkatnya luas daun dengan bertambahnya umur tanaman terutama disebabkan oleh bertambahnya anak daun dan rata-rata ukurannya (Tabel 1).

Berdasarkan data yang terbatas ini, panjang anak daun merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap perluasan daun.

Tabel 1. Luas Daun Ke-17 pada Beberapa Umur Tanaman Kelapa Sawit

Umur Tanaman (Tahun)	Luas Daun (m ²)	Jumlah Anak Daun	Rata-rata Panjang Anak Daun	Rata-rata Lebar Anak Daun
1,5	2,9	204	48,2	2,4
2,5	5,1	233	59,8	2,7
4,5	6,5	289	54,9	2,8
6,5	7,8	312	61,8	3,2
8,5	7,9	335	56,9	3,2
10,5	10,3	360	59,0	3,7
14,5	8,3	315	64,0	3,5
17,5	10,6	352	32,0	2,5
27,5	8,2	350	54,9	2,9

Sumber Gray (1969)

Produksi daun juga dipengaruhi oleh keadaan musim, terutama di Afrika Barat. Selama musim kering, proses pembuatan daun tertunda, tetapi daun-daun tetap tumbuh dan terakumulasi pada fase pupus (spear stage). Pada saat musim hujan, semua daun pada fase pupus tersebut membuka dan setelah itu laju pembukaan daun normal kembali. Secara kumulatif, produksi daun tahunan di Afrika Barat yang iklimnya relatif dan di Asia Tenggara yang lingkungannya lebih menguntungkan/ favorable, ternyata tidak berbeda banyak. Rata-rata produksi daun per tahun pada tanaman dewasa di Afrika Barat berkisar 20 – 24 daun. Luas daun ke-17 pada beberapa umur tanaman kelapa sawit seperti pada Tabel 1.

Produksi daun per tahun pada tanaman yang secara genetik sama, tetapi ditanam pada lingkungan yang berbeda ternyata berbeda. Perbedaan tersebut disebabkan oleh perbedaan curah hujan dan dan

kesuburan tanah. Lingkungan yang lebih favorable umumnya mempercepat terjadinya puncak laju produksi daun pada tanaman muda, seperti Papua Nugini, yaitu 24 daun selama 6 bulan.

c. Umur Daun

Total jumlah daun dalam perkebunan kelapa sawit sangat tergantung pada metode panen dan tunasan (pruning) yang dilakukan. Selain itu, faktor intensitas cahaya yang sampai ke kanopi tanaman yang sangat berpengaruh pada jumlah daun kelapa sawit. Pada kerapatan tanaman yang tinggi, dimana intensitas cahaya kurang, umur daun sangat berkurang. Pada kerapatan tanaman yang normal, yaitu 140 – 150 pohon/ ha dengan tanpa penunasan daun, senescence umumnya mulai terjadi pada daun ke- 48 – 50. Namun, pada kerapatan tanaman yang tinggi, dapat terjadi mulai dari daun ke- 35, (Kemala, 1988).

d. Filotaksis

Filotaksis adalah pola susunan daun-daun pada batang dan sangat menarik pada tanaman kelapa sawit, terutama karena polanya sangat jelas dan dapat diamati dari bekas (rumpang) daun yang dapat bertahan lama di batang, (Lubis *dkk*, 1995).

Pada kelapa sawit, primordia daun dihasilkan dalam pola spiral mulai dari titik tumbuh (apex). Spiral ini dikenal sebagai "spiral genetik".

Setiap primordium daun terpisah dari primordium sebelumnya pada spiral genetik berdasarkan suatu sudut, yaitu sudut divergen yang besarnya $137,5^\circ$ (disebut juga sudut Fibonacci). Dalam individu tanaman, spiral genetik tersebut akan selalu konsisten ke kanan atau ke kiri primordium yang sebelumnya. Umumnya, spiral genetik tanaman kelapa sawit memutar ke kanan "(right handed) dan hanya sejumlah kecil yang memutar ke kiri (left handed)". Namun, pada beberapa kelapa sawit, spiral genetik yang memutar kurang lebih sama. Arah spiral agaknya tidak ditentukan oleh sifat genetik dan juga tidak berkorelasi terhadap produksi buah. Sebagai akibat dari sifat pertumbuhan daun yang teratur ini, sejumlah susunan spiral dapat digambarkan melalui primordia yang berdekatan atau melalui bekas daun dewasa yang ada di batang. (Lubis, 1990).

e. Karakteristik Daun Kelapa Sawit

Daun kelapa sawit banyak mengandung selulosa, lignin, dan mineral-mineral lain. Kandungan tersebut menandakan bahwa kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar, apabila karbonisasi akan menghasilkan arang yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan briket sebagai bahan bakar alternatif (Gumbira, 1996).

Selama ini daun kelapa sawit belum dimanfaatkan semaksimal mungkin, umumnya dibuang atau ditumpuk begitu saja. Sebagai limbah

utamanya dari perkebunan kelapa sawit, dapat dibayangkan begitu banyak sumber energi yang terbuang begitu saja dan tidak dimanfaatkan.

Karakteristik dari daun kelapa sawit disebutkan sebagai berikut :

Tabel 2 Karakteristik daun kelapa sawit

No.	Karakteristik	Persen (%)
1.	Selulosa	65
2.	Lignin	20
3.	Mineral	2
4.	Zat Lain	13

Sumber Syahrudin, 1987

Dengan demikian program pemerintah dalam rangka diversifikasi dan konservasi energi dapat dijalankan dengan baik, sehingga dapat membantu pemerintah dalam penghematan devisa dalam penggunaan bahan bakar minyak dan gas.

C. Karbonisasi

1. Pengertian

Menurut Abdullah *dkk.* (1991), karbonisasi (pirolisis) adalah penguaraian biomassa (lysis) karena panas (pyro) diatas temperatur 150 °C, dimana dibedakan dua tingkatan karbonisasi primer dan sekunder.

Pada karbonisasi primer (150 – 450 °C) dihasilkan uap air, gas belerang, gas dan arang. Sedangkan karbonisasi sekunder (\pm 600 °C) dihasilkan gas CO, H₂, dan hidrokarbon. Karbonisasi sekunder dimaksudkan untuk menghasilkan gas dengan energi tinggi pada proses gasifikasi (Abdullah *dkk.*, 1991).

Proses karbonisasi dibagi menjadi empat tahap, yaitu (Syahrudin, 1987) :

- a. Pada awal pemanasan, air dalam bahan baku dilepaskan bersamaan CO dan CO₂ dalam jumlah kecil.
- b. Pada suhu 200 – 400 °C sebagian besar selulosa terurai secara intensif disamping pembentukan gas, juga dijumpai sejumlah senyawa kecil senyawa karbon.
- c. Pada suhu 400 – 500 °C lignin terurai dan dihasilkan lebih banyak ter, sedangkan gas menurun dan meningkatkan suhu, maka gas CO₂ semakin berkurang, sedangkan gas CO dan CH₄ semakin meningkat.

- d. Pada suhu 500 – 700 °C pembentukan tar dan gas hidrogen semakin bertambah, karbon yang terbentuk mencapai 90 %.
- e. Di atas suhu 700 °C diperoleh gas yang dapat diembunkan, terutama terdiri dari gas hidrogen.

Karbonisasi dimaksudkan untuk meningkatkan nilai kalori pembakaran, mengurangi asap pada saat dibakar dan mempermudah pengempaan dan proses pembuatan briket.

2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Karbonisasi

Hasil karbonisasi dipengaruhi oleh suhu akhir, lama proses, kadar air, ukuran dan jenis bahan baku. Proses perombakan yang cepat tanpa disertai pengawasan panas yang diberikan akan menghasilkan rendemen arang yang rendah (Kirana, 1985).

Berat jenis bahan baku akan mempengaruhi arang yang dihasilkan. Kayu dengan berat jenis yang lebih tinggi akan menghasilkan arang yang lebih berat dalam setiap volume dibandingkan dengan kayu yang berat jenis lebih rendah (Syahrudin, 1987).

Arang yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh macam bahan baku yang dikarbonisasi. Kandungan lignin dari bahan baku mempunyai pengaruh terhadap arang yang dihasilkan, kandungan lignin yang semakin tinggi akan menghasilkan arang bermutu tinggi pula (Syahrudin, 1987).

3. Cara Pembuatan Arang

Secara umum alat yang digunakan dalam memproduksi arang terbagi dalam dua macam alat yaitu kiln dan retort. Pada kiln, panas untuk memproses karbonisasi sebagian besar berasal dari bahan bakunya sendiri, sedangkan pada retort berasal dari luar (Syahrudin, 1987).

D. Pembriketan

Pembriketan pada dasarnya adalah densifikasi atau pengempaan bahan baku yang bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia suatu bahan, sehingga memudahkan dalam penanganan dan penggunaannya. (Abdullah *dkk.*, 1991).

Menurut Tekmira, (2003) mekanisme pembriketan pada dasarnya menyangkut hubungan ikatan antara bahan pengikat dengan partikel kokas serta pengaruh variabel proses terhadap ikatan tersebut. Pengaruh sifat fisik dan kimia dari permukaan partikel berperan penting dalam proses pembriketan. Bahan pengikat yang baik akan membasahi sebagian besar permukaan partikel sehingga membentuk film (lapisan tipis) perekat.

Menurut Errikson *dkk*, (1990) setelah didensifikasi, ada dua aspek kualitas utama pada briket yaitu :

- a. Briket harus tetap padat sampai saat dikonsumsi.
- b. Briket harus memiliki kemampuan bakar (nilai kalori) yang baik sebagai bahan bakar.

Pada aspek pertama, briket tidak terurai atau terdesintegrasi ketika ditangani, diangkut, dan saat disimpan. Sedangkan pada aspek kedua berhubungan dengan sifat-sifat karakteristik dari suatu bahan bakar dan densitas briket yang dihasilkan (Errikson *dkk*, 1990).

1. Hal Yang Perlu Diperhatikan dalam Pembriketan

Berapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembriketan/ densifikasi adalah sebagai berikut (Abdullah *dkk.*, 1991) :

a. Kondisi bahan baku

Menurut Bossel (1984) pada dasarnya terdapat lima faktor utama yang menyangkut kondisi bahan baku dalam densifikasi/ pembriketan.

- a. Ketersediaan bahan baku, yang menyangkut tentang kemudahan memperolehnya dan harga bahan bakunya.
- b. Ukuran partikel bahan baku, ukuran ini sangat penting bagi produk briket yang akan diproduksi, hal ini berhubungan dengan ukuran keseragaman briket yang dihasilkan.

- c. Kadar air, kadar ini menyangkut tentang efisiensi dan hasil pembakaran briket. Keragaman air sekitar 5 – 10% basis kering.
- d. Penyimpanan bahan, menyangkut tentang kekompakan dan masa bahan setelah disimpan dalam waktu tertentu.
- e. Kemampuan bakar (nilai kalori) dari bahan baku yang digunakan.

Bahan baku yang di gunakan untuk pembuatan arang briket umumnya adalah bahan baku yang cukup halus, agar dapat membentuk briket yang baik. Ukuran partikel yang terlalu besar akan sukar pada waktu dilakukan perekatan, sehingga mengurangi keteguhan dari briket arang yang di hasilkan.

Menurut Battacharya *dkk*, (1985), bahan baku harus cukup halus untuk dapat membentuk briket yang baik. Ukuran partikel yang terlalu besar akan sukar pada waktu dilakukan perekatan, sehingga mengurangi keteguhan tekan arang briket yang dihasilkan.

Penghancuran dari arang memberikan pengaruh besar terhadap ketahanan tekan dari briket arang yang dihasilkan.

Perbedaan ukuran serbuk mempengaruhi keteguhan tekan dan kerapatan briket arang. Dalam hal ini kecenderungan dalam penggunaan ukuran serbuk arang diperoleh adalah bahwa makin halus ukuran serbuk makin tinggi pula kerapatan dan keteguhan tekan briket arang (Nurhayati, 1993).

Arang harus cukup halus untuk dapat membentuk briket yang baik. Ukuran partikel arang yang terlalu besar akan sukar pada waktu dilakukan perekatan, sehingga mengurangi keteguhan tekan arang briket yang dihasilkan. Sebaiknya partikel arang mempunyai ukuran 40 – 60 mesh (Kirana, 1985).

b. Perekat

Tujuan penambahan bahan perekat pada serbuk arang adalah untuk memberikan lapisan tipis dari perekat pada permukaan partikel arang. Dengan pemakaian perekat maka tekanan yang diperlukan akan jauh lebih kecil dibandingkan dengan briket tanpa memakai bahan pengikat. Perekat yang digunakan sebaiknya memiliki bau yang baik, harga yang murah, dan mudah didapat. Ditinjau dari macam bahan pengikat/ perekat yang dipergunakan dibedakan atas dua macam perekat yaitu 1). Perekat berasap, dan 2). Perekat kurang atau tidak berasap (Hartoyo, 1990).

Tujuan pencampuran serbuk arang dengan perekat adalah untuk memberikan lapisan tipis dari perekat pada permukaan partikel arang. Tahap ini penting dan menentukan mutu arang briket yang dihasilkan. Campuran yang dibuat tergantung pada ukuran serbuk arang, macam perekat, jumlah perekat, dan tekanan pengempaan yang diberikan. Selanjutnya Karch *dkk*, (1983) dalam Kirana (1985), mengatakan ada

beberapa bahan yang dapat digunakan sebagai perekat yaitu pati, lempung (clay), molase, resin tumbuhan, pupuk hewan, dan ter.

Perekat yang digunakan sebaiknya mempunyai bau yang baik bila dibakar, kemampuan merekat yang baik, harganya murah, dan mudah didapat. Pemakaian ter, pitch, dan molase sebagai bahan perekat menghasilkan briket yang tinggi kekuatannya, tetapi menimbulkan banyak asap jika dibakar. Bahan perekat pati, dekstrin, dan tepung tapioka menghasilkan arang briket yang tidak berasap dan tahan lama. Tabel 3 dapat dilihat komposisi dari pati. (Kirana, 1985).

Tabel 3. Komposisi Kimia Pati

Komponen	Jumlah (%)
Air	9 – 18
Protein	0,3 – 1,0
Lemak	0,1 – 0,4
Abu	0,1 – 0,8
Serat Kasar	81 – 89

Sumber : Kirana (1985)

Menurut Johanes (1981), yang penting harus diingat bahwa hasil briket arang jangan menimbulkan asap bila digunakan, sehingga perbandingan antara bahan baku dengan perekatnya adalah 5 : 1. Campuran perekat di dalam pembuatan briket arang ini adalah berfungsi sebagai pengikat jaringan bahan baku sehingga briket tidak mudah pecah.

Bila dalam memberikan campuran bahan perekat terlalu banyak maka hasil briketnya akan menimbulkan asap setelah dibakar.

Arang briket yang dibuat dengan resep terdiri dari 5 – 7 kg pati, 30 – 35 kg air untuk setiap 100 kg serbuk arang. Sedangkan menurut Ramaswami (1973) resep tersebut terdiri dari 100 bagian arang, 4 – 6 bagian tepung tapioka, dan 60 – 70 bagian air didasarkan atas beratnya (Wibowo *dkk.*, 1993).

c. Tekanan (Pengempaan)

Tekanan pengempaan diberikan untuk menciptakan kontak antara permukaan bahan yang direkat dengan bahan perekat. Setelah perekat dicampurkan dan tekanan mulai diberikan maka perekat yang masih dalam keadaan cair akan mulai mengalir membagi diri dipermukaan bahan. Pada saat yang bersamaan dengan terjadinya aliran maka perekat juga mengalami perpindahan dari permukaan yang diberi perekat ke permukaan yang belum terkena perekat (Kirana, 1985).

Tekanan yang diberikan untuk pembentukan briket dibedakan dua cara yaitu melampaui batas elastisitas bahan baku sehingga struktur sel akan runtuh dan belum melampaui batas elastisitas bahan baku.

Millstein dan Morkved (1960) dalam Kirana (1985), menyatakan besar tekanan yang diberikan untuk pembuatan arang briket umumnya sebesar 1000 kg/ cm^2 .

Berdasarkan variasi tekanan pembriketan dan komposisi bahan pengikat pada pembriketan batubara, maka kondisi terbaik diperoleh pada tekanan 400 kg/ cm² dan bahan pengikat 10% (Suganal *dkk.*, 1992).

Hartoyo *dkk.*, (1978) menyatakan bahwa pada umumnya semakin tinggi tekanan yang diberikan akan memberikan kecenderungan menghasilkan briket arang dengan kerapatan dan keteguhan tekan yang semakin tinggi pula.

Briket yang terlalu padat akan sulit terbakar, sedangkan briket yang kurang padat akan mengakibatkan briket mudah terurai pada saat penggunaannya seperti ditunjukkan pada percikan bara dan mengakibatkan kesan kurang bersih dan meskipun laju pembakarannya cepat. Dengan demikian dibutuhkan tekanan desinfeksi yang tepat, hal ini ditentukan oleh jenis bahan yang di densifikasi (Errikson *dkk.*, 1990).

Tekanan pengempaan berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar volatiliti, kadar karbon terikat, bulk density, ketahanan tekan, serta tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu, dan nilai kalori briket yang dihasilkan (Wibowo *dkk.*, 1993).

2. Alat Densifikasi

Beberapa alat/ mesin pengempa yang dapat digunakan untuk densifikasi dibedakan atas 4 jenis yaitu (Abdullah *dkk.*, 1991) :

- a. Piston press yang digerakkan oleh piston mekanis dan hidrolik.
- b. Conical screw press.
- c. Screw press dengan mantel pemanas.
- d. Rotari ring disc press.

d. Pengerinan

Suhu dan waktu pengerinan yang digunakan dalam pembuatan arang briket bergantung pada jumlah kadar air campuran dan macam pengerinan. Suhu pengerinan yang umum digunakan adalah sebesar 60 °C selama 24 jam. Tujuan dari pengerinan adalah agar arang briket menjadi kering dan kadar airnya dapat disesuaikan dengan ketentuan kadar air briket arang yang berlaku. Pengerinan dapat dilakukan dengan bermacam-macam alat seperti : drying klin, oven atau dengan sinar matahari (Wibowo *dkk.*, 1993).

Kualitas suatu briket arang dapat dinilai dengan membandingkan nilai hasil pengujian briket arang dari Negara lain (Nielsen, 2001). Pada Tabel 3 dapat dilihat nilai hasil pengujian briket arang buatan Jepang, Inggris, dan USA.

Tabel 4. Sifat Fisik dan Kimia Briket Arang Impor

Asal	KA	VM	KKT	A	NK	K	KT
Jepang	6 – 8	15 – 30	60 – 80	3 – 6	25,10-29,28	1 – 2	60
Inggris	3 – 4	16	75	8 – 10	30,54	0,84	12,7
U S A	6	19	58	18	27,20	1	62

Sumber : Kirana (1985)

Keterangan :

KA = Kadar Air (%)

VM = Volatil Metter (%)

A = Kadar Abu (%)

KKT = Kadar Karbon Terikat (%)

NK = Nilai Kalori (MJ/ kg)

K = Kerapatan (gr/ cm³)

KT = Ketahanan Tekan (Kg/ cm²)

e. Kegunaan Arang dan Briket Arang

Arang merupakan salah satu komoditi ekspor non migas yang cukup potensial bagi beberapa daerah di Indonesia. Dalam hal kehidupan sehari-hari arang banyak digunakan sebagai bahan bakar baik dalam keperluan rumah tangga dan sektor industri. (Nielsen, 2001).

Kayu atau limbah pertanian sebagai bahan bakar kurang menguntungkan dilihat dari nilai pembakarannya, karena mempunyai kadar air yang masih tinggi, kotor, berasap, kurang efisien dan kurang praktis. Oleh karena itu masyarakat kota dan industri masih enggan untuk mempergunakannya. Agar praktis sebagai bahan bakar, kayu atau limbah pertanian diubah dalam bentuk arang atau briket arang (Kirana, 1985).

Sampai saat ini arang masih digunakan sebagai bahan bakar dan reduktor pada pengolahan biji logam dan tanur. Berdasarkan kegunaannya arang dikelompokkan menjadi (Nielsen, 2001) :

1. Keperluan rumah tangga dan bahan bakar khusus

Arang atau briket arang disini banyak digunakan dalam memasak, pengawetan daging, ikan, dan tembakau.

Selain itu juga digunakan sebagai pemanas ruangan untuk daerah dingin.

2. Keperluan metalurgi

Digunakan dalam peleburan logam seperti dalam industri peleburan timah, timbal, aluminium, pelat baja, "case hardening", cobalt, tembaga, nikel, dan produk pertambangan lainnya.

3. Keperluan industri kimia

Digunakan dalam industri arang aktif, karbon monosikda, elektroda, gelas, campuran resin, obat-obatan, makanan ternak, karet serbuk hitam, karbon disulfida, katalisator, pupuk, perekat, plastik, dan lain-lain.

Arang yang bermutu baik harus mempunyai beberapa persyaratan agar dapat memenuhi ketentuan yang berlaku, sesuai dengan penggunaannya. Ada beberapa faktor yang digunakan dalam menentukan mutu arang yaitu kadar air, kadar zat menguap, kadar abu, kadar karbon terikat, nilai kalori, kerapatan, dan keteguhan tekan arang/ briket arang (Nielsen, 2001).

Arang yang bermutu baik harus mempunyai persyaratan sebagai berikut (Nielsen, 2001) :

1. Warna hitam dengan nyala kebiruan.
2. Mengkilat pada pecahannya.
3. Tidak mengotori tangan.
4. Terbakar tanpa asap, tidak memercik, dan tidak berbau.
5. Dapat menyala terus tanpa dikipasi.
6. Tidak terlalu cepat terbakar habis.
7. Berdenting seperti logam.

Persyaratan briket arang tidak berbedah jauh dengan persyaratan arang. Millstein dan Morkved (1960) menyatakan persyaratan briket arang yang baik adalah sebagai berikut (Kirana, 1985) :

1. Bersih, tidak berdebu, dan tidak berbau.
2. Mempunyai kekerasan yang merata.
3. Kadar abu serendah mungkin.
4. Nilai kalori sepadan dengan bahan bakar lain.
5. Menyala dengan baik dan memberikan panas yang merata.

6. Harganya dapat bersaing dengan bahan bakar lain.

Arang sebagai bahan bakar mempunyai nilai kalori yang cukup baik dibandingkan dengan bahan bakar lain (Kirana, 1985). Pada Tabel 4 dapat dilihat perbandingan nilai kalori dari beberapa jenis bahan bakar.

Tabel 5. Perbandingan Nilai Kalori dari Berbagai Jenis Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	Nilai Kalori (MJ/ kg)
Kayu	18,95 – 20,92
Arang	28,87 – 29,96
Briket Arang	29,29
Batubara	27,95 – 32,97
Minyak Bakar	41,97 – 43,97
Kerosin	45,98

Sumber : Kirana (1985)

f. Tahap pembuatan arang briket

Langkah-langkah pembuatan arang briket adalah sebagai berikut :

- a. Pembuatan serbuk arang
- b. Pencampuran serbuk arang dengan perekat
- c. Pengempaan
- d. Pengeringan

g. Jenis-jenis pembriketan

Beberapa jenis pembriketan adalah sebagai berikut :

1. Pembriketan dengan bahan pengikat atau binder

Bahan pengikat berfungsi murni sebagai perekat yang menghubungkan permukaan-permukaan inert, atau bisa juga merembes ke dalam permukaan tersebut dengan cara menyerap sebagian ke dalam pori-pori yang ada. Bahan pengikat baik jika bahan tersebut dapat membasahi sebanyak mungkin partikel batu bara dan menyelimuti partikel tersebut dengan perekat.

Bahan perekat yang digunakan ada beberapa jenis, baik berupa senyawa organik maupun anorganik. Disamping itu bahan pengikat anorganik dapat bersifat menghambat pembakaran dan dapat pula menurunkan nilai kalori. Akan tetapi keuntungannya adalah proses pembriketannya sangat sederhana, yaitu hanya terdiri dari pencampuran dan kemudian penekan yang cukup rendah. Kelemahan briket yang menggunakan lempung dan air glass sebagai pengikat adalah tidak tahan terhadap air.

Beberapa contoh bahan pengikat organik yang biasa dipergunakan antara lain : kanji, gum arabic, ter aspal, dan pitch yang berasal dari minyak bumi dan batu bara.

2. Pembriketan tanpa bahan pengikat

Dalam pembriketan tanpa perekat/ pengikat, ikatan yang diandalkan adalah kohesi antar partikel. Ikatan ini beroperasi maksimal bila terjadi persentuhan antara partikel sebanyak mungkin 2,5 ton / cm² atau dengan cara pemanasan pada suhu 50 – 150 °C. Pemanasan dikontrol dengan cermat, karena dapat merubah sifat-sifat kimia dan fisika permukaan partikel.

Beberapa contoh pembriketan yang telah dikembangkan di Indonesia antara lain (Syahrudin, 1987) :

a. Pembriketan dengan bahan pengikat kanji

Kanji mempunyai daya ikat setelah dicampur dengan air yang dipanaskan sampai suhu sekitar 70 °C, sehingga mengalami pengembangan (swelling). Bahan pengikat kanji sangat baik untuk pembriketan batubara mengkokas. Briket yang dihasilkan sangat baik untuk digunakan sebagai bahan bakar rumah tangga dan industri, karena terdapat beberapa keunggulan, seperti bersih dalam penggunaan dan lebih mudah terbakar.

b. Pembriketan dengan bahan pengikat lempung

Briket dibuat dalam bentuk silinder dengan ukuran 5 – 15 cm dan diameter 8 – 15 cm, yang dibagian tengahnya dibuat lubang-lubang sejajar dengan tingginya.

Kandungan lempung dalam briket sekitar 40 % yang selain berfungsi sebagai pengikat juga diperlukan untuk mempertahankan struktur abu yang sama dengan bentuk briket sebelum dibakar, sehingga udara pembakaran tetap berjalan dengan lancar. Briket jenis ini digunakan untuk keperluan rumah tangga, yang pembakarannya menggunakan anglo khusus.