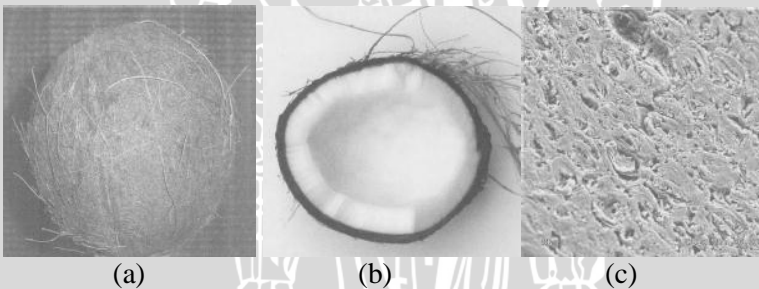


## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa merupakan bagian dari buah kelapa yang berfungsi sebagai pelindung bagian inti buah dan terletak setelah lapisan sabut kelapa. Tempurung kelapa merupakan bagian paling keras pada buah kelapa dan mempunyai ketebalan 3-5 mm. Porsi berat tempurung kelapa adalah 15-19% dari berat total buah kelapa (Anshari,2009).

Komposisi kimia tempurung kelapa mirip dengan kayu, yang mengandung lignin, selulosa dan pentose yang tinggi. Hal yang membedakan dengan kayu adalah komposisi lignin pada tempurung kelapa lebih tinggi dari pada kayu, sedangkan kandungan methoxil sama dengan kayu (Anshari, 2009). Sebagai bahan baku arang, tempurung kelapa memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan kayu dalam hal mudah didapatkan, mempunyai kekuatan mekanik dan jumlah pori lebih banyak. Secara umum komponen kimia dari tempurung kelapa dapat dilihat pada Tabel 2.5 (Tibsyaroh, 2005).



**Gambar 2.1** (a) Kelapa; (b) Interior kelapa, bagian luar merupakan tempurung kelapa, bagian dalam adalah kopra berwarna putih; (c) Hasil pencitraan SEM pada retakan permukaan tempurung kelapa (Marsh, Reinoso. 2006).

**Tabel 2.1** Komponen kimia dari tempurung kelapa

<b>Komponen</b>	<b>Jumlah (% berat kering)</b>
Air	8
Abu	0,6
Uronat anhidrat	3,5
Lignin	29,4
Selulosa	26,5
Hemiselulosa	27,7
Pentosa	3,15
Komponen ekstraktif	4,2
Nitrogen	0,1

(Tahrir, 1992)

Komposisi dari arang dan abu tempurung kelapa secara umum tersaji dalam Tabel 2.2 dan 2.3:

**Tabel 2.2** Komponen arang tempurung kelapa

<b>Komponen</b>	<b>Kadar (% berat kering)</b>
Air	2-5
Volatile	7-14
Abu	2-5
Karbon terikat	80-85

(Austin, 1985).

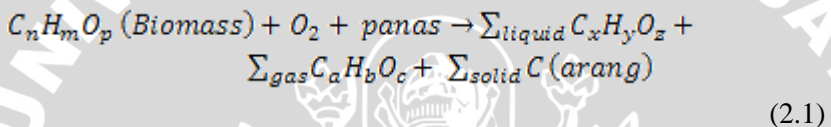
**Tabel 2.3** Komposisi abu tempurung kelapa

<b>Komposisi</b>	<b>Kadar (%)</b>
$K_2O$	45,01
$Na_2O$	15,42
$CaO$	6,26
$MgO$	1,32
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	1,39
$P_2O_5$	4,64
$SO_3$	5,75
$SiO_2$	4,64

(Austin, 1985)

## 2.2 Metode Simple Heating

Proses *simple heating* merupakan proses dekomposisi material organik dengan menggunakan panas. Secara umum metode ini mempunyai kesamaan dengan metode pirolisis. Hal yang membedakan antara metode pirolisis dengan *simple heating* adalah pada metode *simple heating*, udara (oksigen) masih dapat masuk ke dalam proses karbonisasi sedangkan pada proses pirolisis tidak melibatkan oksigen, karena jika oksigen dapat masuk ke dalam reaktor pirolisis maka akan bereaksi dengan material sehingga membentuk abu.



Metode *simple heating* ini mirip seperti metode pada pembuatan arang secara tradisional yaitu dengan menggunakan metode *drum-kiln* (pembuatan arang dengan menggunakan drum) maupun metode *earth pit-kiln* (pembuatan arang dengan tungku lubang tanah) (Iskandar dan Santosa, 2005). Pada proses *simple heating* tidak digunakan reaktor khusus dan tanpa dialiri gas tertentu untuk menghilangkan oksigen, tetapi cukup dengan menggunakan tungku pemanas (*furnace*). Sehingga metode ini lebih murah, sederhana, aman dan dapat diterapkan dalam skala industri (Rosi, dkk, 2009).

## 2.3 Karbon

Kata karbon berasal dari bahasa latin '*carbo*' yang dalam bahasa Roma berarti arang. Unsur karbon dalam tabel periodik dilambangkan dengan C dan mempunyai nomor atom 6 serta berelektron valensi 4. Dalam keadaan netral karbon mempunyai 6 proton dan 6 elektron. Konfigurasi elektron dari atom karbon adalah  $1s^2 2s^2 2p^2$  (Pierson, 1993). Berat atom karbon adalah 12,0107 g/mol. Karbon mempunyai dua isotop di alam yaitu:  $^{12}\text{C}$  dengan kelimpahan 98,89% dan  $^{13}\text{C}$  dengan kelimpahan 1,11%. Isotop  $^{14}\text{C}$  merupakan isotop dengan paruh waktu 5730 tahun, terdapat pada material kayu dan spesimen-spesimen arkeologi. Salah satu sifat karbon yang

menarik adalah katenasi (*catenate*) yaitu kemampuan secara alamiah untuk melakukan ikatan dengan atom sesamanya membentuk rantai atau cincin karbon baik dengan ikatan tunggal maupun rangkap.

**Tabel 2.4** Sifat fisik atom karbon

Wujud	padat (pada suhu kamar)
Bilangan oksidasi	4 dan 2
Keelektronegatifan	2,55 (skala Pauli)
Energi ionisasi	pertama: 1086,5 kJ/mol kedua: 2352,6 kJ/mol ketiga: 4620,5 kJ/mol
Jari-jari atom	70 pm
Jari-jari kovalen	77 pm
Jari-jari Van der Walls	170 pm
Sifat magnetic	Diamagnetic
Sifat sublimasi	4000 K
Panas penguapan	355,8 kJ/mol

Karbon mempunyai sifat yang inert pada temperatur ruang akan tetapi cepat bereaksi dengan banyak senyawa atau unsur jika dipanaskan. Pada logam oksida, karbon akan mereduksi senyawa tersebut menjadi logam. Karbon menunjukkan karakteristik non kristalin dalam bentuk jelaga, serta menunjukkan karakteristik kristal dalam gafit dan intan (Tibsyaroh, 2005).

Karbon mempunyai beberapa bentuk alotrop yaitu: amorf, gafit, intan, dan *fullerene*. Berdasarkan sifat kristalannya alotrop karbon dibedakan menjadi dua macam yaitu: karbon kristalin dan karbon non kristalin. Yang termasuk dalam kelompok kristalin yaitu gafit, intan dan *fullerene*, sedangkan yang termasuk dalam kelompok non kristalin adalah karbon amorf seperti: arang (*char*) dan karbon aktif. Menurut Pierson (1993), secara umum alotrop padat karbon diklasifikasikan pada 3 katgori besar, yaitu: struktur  $sp^2$ , struktur  $sp^3$  dan *fullerene*. Jenis yang termasuk dalam struktur  $sp^2$  adalah gafit dan karbon amorf. Jenis alotrop karbon yang termasuk dalam struktur  $sp^3$  adalah intan, dan *fullerene* merupakan struktur karbon yang berbentuk bola.

## 2.4 Perekat

Vick (1999) mendefinisikan perekat sebagai substansi yang memiliki kemampuan untuk mempersatukan bahan sejenis/tidak sejenis melalui ikatan permukaannya. Merekatnya dua buah benda yang direkat terjadi disebabkan adanya gaya tarik menarik antara perekat dengan bahan yang direkat (gaya adhesi) dan gaya tarik menarik (gaya kohesi) antara perekat/antara bahan yang direkat.

Dilihat dari reaksi terhadap panas, maka perekat dapat dibedakan atas perekat *thermosetting* dan *thermoplastic*. Perekat *thermosetting* merupakan perekat yang akan mengeras apabila terkena panas atau reaksi kimia dengan sebuah katalisator atau hardener dan bersifat *irreversible*. Perekat jenis ini jika sudah mengeras tidak dapat melunak. Contoh perekat yang termasuk jenis ini adalah *phenol formaldehida*, *urea formaldehida*, *isocyanate*, *resorcinol formaldehida*. Perekat *thermoplastic* adalah perekat yang dapat melunak jika terkena panas dan mengeras kembali jika suhu rendah. Contoh perekat ini adalah *polyvinyl adhesive*, *cellulose adhesive*, dan *acrylic resin adhesive* (Pizzi, 1983).

### 2.4.1 Perekat *Polyvinyl Acetate* (PVAc)

Polivinil asetat (Bahasa Inggris: *Polyvinyl acetate*, PVA atau PVAc) adalah suatu polimer karet sintetis. Polivinil asetat dibuat dari monomernya, vinil asetat (*vinyl acetate monomer*, VAM). Hidrolisis sempurna atau sebagian dari senyawa ini akan menghasilkan polivinil alkohol (PVOH) (Dewi, 2008).

PVAc dijual dalam bentuk emulsi di air, sebagai bahan perekat untuk bahan-bahan berpori, khususnya kayu. PVAc adalah lem kayu yang paling sering digunakan, baik sebagai "lem putih" atau "lem tukang kayu" (lem kuning). "Lem kuning" tersebut juga digunakan secara luas untuk mengelem bahan-bahan lain seperti kertas, kain, dan rokok. PVAc juga umum dipakai dalam percetakan buku karena fleksibilitasnya dan tidak bersifat asam seperti banyak polimer lain (Dewi, 2008).

PVAc merupakan perekat yang siap digunakan dalam bentuk liquid, namun terkadang dalam penggunaannya dicampur dengan bahan lain. Jenis perekat ini berwarna putih sampai kuning, tidak berwarna pada garis rekatnya. PVAc diaplikasikan dengan dikempa

pada suhu ruang dan dengan tekanan yang tinggi. Perekat ini akan tetap kuat apabila dalam keadaan kering dan tidak diberikan tekanan yang terus menerus, serta memiliki resistensi yang rendah terhadap cuaca dan kelembaban (Vick, 1999).

Lebih lanjut, Pizzi (1983) menyatakan perekat PVAc tidak memerlukan kempa panas. Dalam penggunaannya secara luas dapat menghasilkan keteguhan rekat yang baik dengan biaya relatif rendah. Keuntungan utama menggunakan perekat PVAc dapat melebihi UF, karena kemampuannya menghasilkan ikatan rekat secara ekstrim dan cepat pada suhu kamar. Keuntungan lainnya adalah tidak memerlukan kempa panas yang memerlukan biaya yang tinggi. Perekat PVAc mempunyai sifat termoplastik, hal ini penting untuk menjaga tekanan kempa selama pembentukan ikatan sampai ikatan rekat mempunyai kekuatan yang memadai.

## **2.5 Komposit**

Komposit adalah kombinasi dua bahan atau lebih yang mempunyai sifat fisika dan kimia yang berbeda yang bertujuan untuk menghasilkan bahan baru yang kinerjanya tidak bisa dicapai oleh masing-masing komponen. Bahan komposit terdiri dari fasa ruang yang kontinu yang disebut dengan matrik. Fasa yang terdispersi disebut dengan penguat yang biasanya lebih kuat dan lebih keras.

Matriks komposit dapat berupa polimer, logam dan keramik. Sedangkan sebagai bahan penguatnya dapat berupa serat, karbon, bahan keramik, boron dan jenis logam. Penguat komposit ini dapat berbentuk serat yang panjang, berbentuk partikel, serat yang kontinu, berbentuk lembaran dan lain sebagainya.

Secara ideal, matriks pada komposit bertujuan untuk :

1. Menginfiltrasi serat dan cepat membeku pada suhu dan tekanan yang wajar.
2. Membentuk suatu ikatan yang koheren, umumnya dalam bentuk ikatan kimia di semua antar muka matriks atau serat.
3. Menyelubungi serat dan melindunginya dari kerusakan antar serat berupa abrasi dan melindungi serat dari lingkungan.

4. Mentransfer tegangan kerja keserat.
5. Memisahkan serat sehingga kegagalan serat individu dapat diatasi dan tidak merugikan integritas individu secara keseluruhan.
6. Melepas ikatan (debond) dari serat individu dengan cara absorpsi energi regangan apabila terjadi rambatan retak yang mengenai serat .
7. Tetap stabil secara fisika dan kimia setelah proses pembuatan.

Berdasarkan karakteristik bahan pada penguatnya, komposit dibagi dua (Van Flack,1992):

1. Komposit anisotropik  
Pada komposit jenis ini mempunyai sifat mekanis yang berbeda bila mempunyai arah yang berbeda. Komposit anisotropik mempunyai penguat berupa lembaran dan serat.
2. Komposit isotropik  
Komposit jenis ini mempunyai kekuatan yang sama pada semua arah dan biasanya penguat yang digunakan berupa partikulat.

## **2.6 Pengaruh Ukuran Butir Terhadap Sifat Mekanis Komposit**

Ukuran partikel akan mempengaruhi sifat akhir suatu bahan setelah dibakar. Suatu bahan lempung yang akan disinter dengan ukuran partikel yang lebih kecil akan lebih kuat karena luas permukaannya lebih besar sehingga lebih banyak ikatan yang terjadi. Dengan menggunakan ukuran butir yang lebih kecil, maka makin sedikit ruang yang kosong yang terdapat diantara butir sehingga porositasnya akan lebih kecil (Van Flack, 1992).

Proses *sintering* (pemanasan) akan menyebabkan partikel halus akan beraglomerasi menjadi bahan padat. Pada saat sintering permukaan butir yang berdekatan akan menyatu. Hal ini akan menyebabkan energi permukaan setelah penyatuan akan lebih kecil dibanding energi permukaan pada saat sebelum menyatu. Sehingga semakin halus ukuran butir yang digunakan maka kekuatan bahan komposit akan semakin kuat dan porositasnya akan semakin rendah. Untuk itu, perlu diteliti berapa ukuran butir optimal yang

menghasilkan kuat tekan yang tinggi dan porositas yang rendah (Van Flack, 1992).

## 2.7 Uji Tekan

Pengujian tegangan-regangan tekan dapat dilakukan jika gaya yang diterapkan masuk dalam beban kerjanya. Uji tekan dilakukan dengan cara yang sama dengan uji tarik, kecuali gaya yang diberikan adalah gaya tekan dan spesimen mengalami kontak sepanjang arah tegangan.

Persamaan tekanan dan regangan digunakan untuk menghitung tegangan tekan dan regangan tekan. Menurut konvensi, kekuatan tekan diberi notasi negatif, dimana akan menghasilkan tegangan negatif. Selain itu, karena  $l_o$  lebih besar dari  $l_i$ , regangan tekan yang dihitung akan menghasilkan tegangan yang bernilai negatif. Uji tarik lebih umum dilakukan karena lebih mudah untuk dilakukan dan juga, untuk bahan yang paling banyak digunakan dalam aplikasi struktural, hanya sedikit informasi tambahan yang diperoleh dari hasil pengujian tekan (Sidabutar, 2011)

Uji tekan merupakan kebalikan dari uji tarik yang bertujuan untuk mempelajari sifat dan respon bahan terhadap pembebanan tekanan. Dimana kuat tekan benda dapat diketahui dengan persamaan di bawah ini,

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

dimana,

- $\sigma$  : Kuat tekan ( $N/m^2$ )
- $F$  : Gaya maksimum (N)
- $A$  : Luas penampang benda uji ( $m^2$ )

## 2.8 Diamond Like Carbon (DLC)

DLC sudah diperkenalkan pada tahun 1973 oleh Aisenberg. DLC merupakan karbon metastabil yang dihasilkan dalam bentuk lapisan tipis (*thin coating*) yang mempunyai struktur amorf dengan perbandingan ikatan  $sp^2$  (gafit) /  $sp^3$  (intan) yang bervariasi, dan mempunyai konsentrasi hidrogen yang bervariasi. DLC bukan

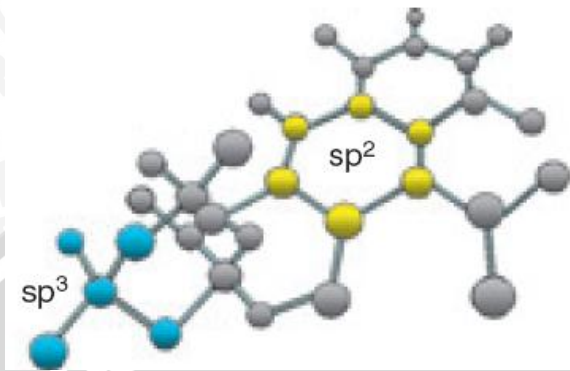


material alami dan hanya dapat diperoleh dengan proses sintesis tertentu seperti *Physical Vapor Deposition* (PVD) dan *Chemical Vapor Deposition* (CVD) pada tekanan rendah. DLC mempunyai dua kelemahan yaitu kecepatan deposisi yang rendah dan stres internal yang tinggi. Perbedaan antara grafit, intan dan DLC dapat dilihat pada Tabel 2.1 (Pierson, 1993).

**Tabel 2.5** Perbedaan antara grafit, intan dan DLC

	Grafit	Intan	DLC
Komposisi	Karbon murni	Karbon dengan <1% hydrogen	Karbon dengan kandungan hydrogen yang mencapai 50%
Struktur mikro	Kristal	Kristal	Amorf
Ikatan atom	sp <sup>2</sup>	sp <sup>3</sup>	sp <sup>2</sup> dan sp <sup>3</sup> dengan rasio bervariasi
Kestabilan	Stabil	Stabil	metastabil
Raman spectrum	<i>Sharp peak</i> at 1580cm	<i>Sharp peak</i> at 1332 cm	<i>Broad humps</i> at 1330 & 1550 cm
Konduktivitas listrik	Konduktor	Isolator	Isolator
Kekerasan (hardness Hv)	-	10000-12000	10000-8000
Modulus young (GPa)	-	1000-2000	100-800

DLC berstruktur amorf tetapi tidak seperti gelas, DLC dibentuk oleh sebagian kecil struktur kristal yang mempunyai konfigurasi atom lokal yaitu tetrahedral atau *planar threefold* yang cukup kecil sehingga apabila dianalisis tingkat kekristalannya maka pola difraksi elektron mengindikasikan bahwa DLC merupakan material amorf (Pierson, 1993).



**Gambar 2.2** Struktur DLC *film* (Oohira, 2009)

