

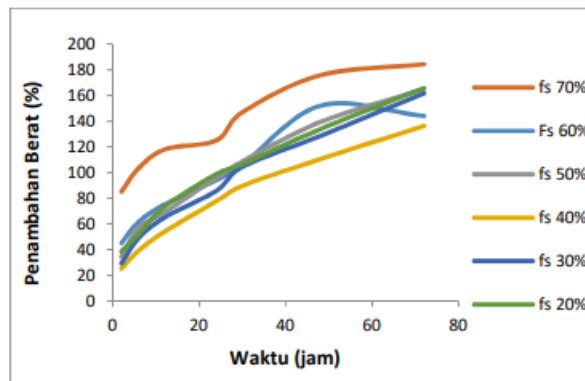
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State The Art*

Melimpahnya limbah kulit jagung dan menjadi filler komposit yang bagus karena merupakan bahan alami. Studi menunjukkan bahwa kulit jagung ringan, berpori, dan kuat, sehingga cocok untuk pengisi komposit alami. Selama dua jam, variasi kompaksi papan partikel berkisar antara 60, 80 dan 100 bar. Komposit yang dibuat terdiri dari 25% perekat PVAc, 10% resin epoksi, 32,5% serat kulit jagung, dan 32,5% serbuk kayu sengon. Proses perawatan permukaan dalam larutan NaOH 5% berlangsung selama 120 menit. Selama tujuh hari, kulit jagung diekstraksi di air. Kemudian dilakukan proses kompaksi selama dua jam dan sintering selama tiga puluh menit di suhu 150°C. Menurut standar SNI 03-2105-2006, metode pembobotan Multi Response Performance Index (MRPI) digunakan untuk mengevaluasi hasil optimal percobaan. Karakteristik yang diamati termasuk densitas, pengembangan tebal, persentase penyerapan air, kekerasan, dan keteguhan lentur. Dengan variasi tekanan kompaksi sebesar 100 bar, papan partikel K100 menunjukkan hasil terbaik. Ini memiliki densitas 0,85 g/cm³, pengembangan tebal 4,93%, persentase penyerapan air 46,11%, kekerasan 40,17 *shore D*, dan keteguhan lentur 91,79 kgf/cm². Nilai MRPI sampel K100 sebesar 57,058 adalah yang tertinggi dibandingkan dengan sampel K60 sebesar 25,839 dan K80 sebesar 34,568 [4]

Dari penelitian sebelumnya dengan hasil pengujian penyerapan air pada spesimen dengan fraksi serat yang bervariasi yaitu 20%, 30%, 40%, 50%, 60% dan 70% didapatkan hasil yang berbeda beda dengan hubungan antara penambahan berat dengan waktu seperti gambar dibawah [5].



Gambar 2.1 Grafik penyerapan air pada komposit [5]

Gambar 2.6 Spesimen dengan fraksi serat 70%, 20%, 50%, 30%, 60%, dan 40% masing-masing mencapai 184,35%, 165,81%, 165,10%, 161,65%, 144,09%, dan 136,10%. Ini menunjukkan bahwa penambahan berat pada spesimen bertambah secara acak atau tidak bergantung pada fraksi serat yang digunakan. Namun, penyerapan air meningkat seiring waktu penahanan. Spesimen dengan fraksi serat 70% memiliki nilai penambahan berat yang tinggi karena polyurethane tidak melekat pada serat kulit jagung, yang menyebabkan banyak rongga, yang dapat menyebabkan spesimen menyerap air dengan cepat, menyebabkan spesimen membengkak dan berubah volume [5]. Dari penelitian sebelumnya adalah dengan menentukan komposit kulit jagung dan kayu sengon dalam perendaman air namun pada penelitian ini adalah dengan menentukan komposit kulit jagung dan kayu sengon dalam perendaman minyak dan menentukan sifat mekanis dan sifat fisisnya.

2.2 Kulit Jagung

Seiring dengan perkembangan zaman, limbah kulit jagung, yang biasa disebut klobot oleh masyarakat Indonesia, masih kurang dimanfaatkan secara maksimal. Banyak masyarakat yang hanya memanfaatkan kulit jagung untuk pakan ternak dan kerajinan. Padahal, kulit jagung memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai bahan baku dalam industri manufaktur, terutama dalam pembuatan material berbasis selulosa. Kandungan selulosa dalam kulit jagung sekitar 44%, yang membuatnya memiliki peran penting dalam memberikan kekuatan struktural pada tanaman, sehingga memungkinkan tanaman untuk tetap kokoh dalam berbagai kondisi. Selulosa berfungsi sebagai kerangka utama untuk

tanaman, menahan kekuatan dan mempertahankan bentuk serta ukuran tanaman. Sifat fisik serat kulit jagung meliputi densitas antara $0,6 \text{ g/cm}^3$ hingga $1,25 \text{ g/cm}^3$, dengan daya serap air sekitar $0,7\%$ hingga $3,55\%$ serta kadar air antara $0,89\%$ hingga $4,33\%$ [6]



Gambar 2.2 Kulit Jagung
(Sumber : rumahmesin.com) [7]

2.3 Komposit

Komposit adalah kombinasi dua atau lebih bahan untuk memperoleh sifat dari kedua atau lebih bahan tersebut. Komposit memiliki keunggulan seperti ringan, kaku, dan tahan lama. Polimer yang terbuat dari resin adalah matrik dan penguat serat sintetis yang terbuat dari serat karbon. Kedua jenis material di atas, bagaimanapun, akan menimbulkan masalah bagi lingkungan karena sulit untuk didegradasi oleh alam. Penggunaan serat alami adalah upaya untuk mengurangi dampak lingkungan karena serat terurai di lingkungan secara alami. Penggunaan serat alami juga memiliki beberapa keuntungan, seperti bahwa mereka mudah didapat, berlimpah, dan dapat diperbaharui [8]. Sifat material komposit dengan hasil pencampuran dari dua bahan yang diharapkan dapat melengkapi dari segi kelemahan yang dapat terjadi pada sifat material komposit dengan sifat – sifat penyusunnya. Sifat – sifat yang diharapkan adalah sebagai berikut ini :

- a. Sifat kekuatan pada komposit.
- b. Sifat kekakuan yang terdapat komposit.
- c. Sifat ketahanan terhadap gesekan .
- d. Berat pada suatu material komposit [6].

2.3.1 Serat Sebagai Penguat Komposit

Secara umum, dapat dikatakan bahwa serat berfungsi sebagai penguat untuk membuat komposit lebih kuat, yang membuatnya pada sifat mekaniknya lebih kaku, tangguh, dan kokoh dibandingkan dengan komposit tanpa serat penguat. Selain itu, serat mengurangi penggunaan resin. Kemampuan suatu bahan untuk menahan perubahan bentuk selama pengujian bending jika dibebani dengan gaya tertentu dalam daerah elastis dikenal sebagai kaku. Tangguh adalah ketika gaya atau beban membuat bahan patah pada pengujian titik lentur. Kokoh adalah kondisi yang muncul sebagai hasil dari kelenturan dan proses kerja yang mengubah struktur komposit sehingga menjadi keras pada pengujian kelenturan [9].

2.3.2 Matriks Komposit

Fasa komposit yang memiliki bagian atau fraksi volume terbesar disebut matriks. Matriks memiliki kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah tetapi biasanya lebih fleksibel. Untuk komposit, matrik harus memiliki kemampuan untuk meneruskan beban, sehingga serat dapat melekat pada matrik dan terjadi kompatibilitas antara matrik dan serat, sehingga tidak ada reaksi yang mengganggu. Matrik yang memiliki ketahanan panas yang tinggi biasanya dipilih [10]

2.4 Klasifikasi Bahan Komposit

Ada beberapa jenis jenis komposit yaitu komposit serat, partikel dan laminat namun pada penelitian yang digunakan adalah komposit yang berpenguat serat berikut ini adalah jenis jenis komposit sebagai berikut ini :

2.4.1 Komposit Serat (*Fibrous Composites*)

Komposit fibrous, yang juga dikenal sebagai komposit berbasis serat, merupakan alternatif bahan yang potensial untuk menggantikan logam. Keistimewaan komposit ini terletak pada penggunaan serat sebagai bahan penguat, yang sering kali berasal dari limbah seperti kulit jagung dan kayu sengon. Serat yang digunakan dalam komposit ini memberikan kekuatan yang sangat baik dan memiliki massa jenis yang lebih ringan jika dibandingkan dengan logam, sehingga sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan

material dengan kekuatan tinggi namun tetap ringan. Selain itu, penggunaan serat alami juga memberikan manfaat tambahan berupa keberlanjutan dan pengurangan ketergantungan pada bahan baku sintetis, yang pada gilirannya mengurangi dampak lingkungan. [11].

Serat buatan seperti grafit, karbon, dan gelas biasanya digunakan sebagai *filler*. Serat buatan memiliki keunggulan tetapi mahal, jadi menggunakan serat alam sebagai pengganti bisa lebih murah [12]. Penelitian ini akan menggunakan komposit papan partikel yang terbuat dari serat jagung dan kayu sengon untuk aplikasi tempat piring di dapur.

2.4.2 Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

Komposit partikel dibuat dengan menempatkan partikel-partikel bersama-sama dan mengikatnya dengan matriks yang butiran (batu, pasir) yang diperkuat dengan semen, yang kita kenal sebagai beton, atau senyawa kompleks ke dalam senyawa kompleks. Komposit partikel dibuat dengan menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan didistribusikan secara merata dalam matriks. Komposit partikel ini isotropis karena berbeda dari jenis serat acak. Tegangan koheren di antara fase partikel dan matriks, yang menunjukkan sambungan yang baik, memengaruhi kekuatan komposit serat [13]



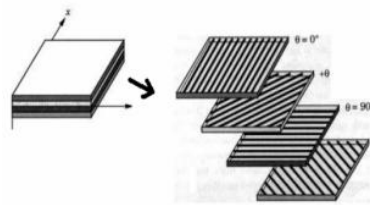
Gambar 2.3 Komposit Partikel

2.4.3 Komposit Laminat (*Laminated Composite*)

Komposit lamina adalah lembaran yang terdiri dari gabungan dua atau lebih komponen yang berbeda yang digabungkan secara mekanik menjadi satu sehingga memiliki gabungan sifat-sifat dari komponen yang membentuknya. Diharapkan bahwa sifat material akan menjadi lebih baik dari bahan aslinya

jika komponen pembentuknya dikombinasikan sedemikian rupa sehingga sifat-sifat yang tidak diharapkan dari komponen pembentuknya dihilangkan. Laminat adalah campuran dari beberapa lamina [14].

Polywood, yang sering digunakan sebagai bahan bangunan, adalah contoh komposit yang terdiri dari lapisan yang diperkuat oleh matrik. Dalam kebanyakan kasus, manipulasi makroskopis dilakukan dengan bahan yang kuat, tahan panas, dan tahan korosi [15].



Gambar 2.4 Komposit laminat [15]

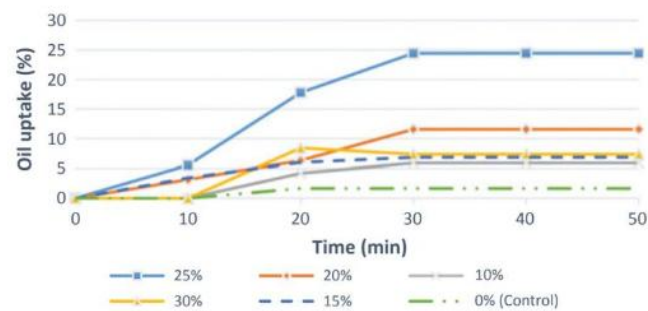
2.4.4 Komposit Serpihan (*Flake Composite*)

Komposit serpihan terdiri dari serpihan-serpihan yang saling menahan antara satu sama lain melalui pengikat permukaan atau penggabungan ke dalam matriks. Partikel kecil yang telah ditentukan sebelumnya yang dibuat dalam peralatan yang khusus dengan orientasi serat sejajar permukaannya disebut serpihan. Bentuknya yang besar dan datar memungkinkan serpihan disusun dengan rapat untuk menghasilkan bahan penguat yang tinggi untuk luas penampang lintang tertentu. Pada umumnya, serpihan tumpang tindih pada komposit untuk membentuk lintasan fluida atau uap, yang dapat mengurangi kerusakan mekanis yang disebabkan oleh penetrasi atau perembesan [13].

2.5 Paparan Minyak Terhadap Sifat Komposit

Perendaman minyak pada komposit sekam padi dengan pengisi *polyethylene* Hasil untuk masing-masing komposit menunjukkan tingkat penyerapan yang berbeda, seperti yang ditunjukkan di Gambar 5, di mana pengisi omit 0% (100% PE) berfungsi sebagai kontrol, dan komposit dengan muatan pengisi 25, 20 dan 10% tampaknya melewati penyerapan minyak

yang baik, moderat, dan buruk, masing-masing. Peningkatan beban pengisi menunjukkan peningkatan penyerapan minyak massa. Namun, peningkatan muatan pengisi yang lebih besar, lebih dari 25%, tidak berdampak signifikan pada tingkat kapasitas sorpsi minyak. [16] Idris menemukan bahwa muatan pengisi memengaruhi efisiensi absorpsi minyak. Untuk menyelidiki pengaruh waktu kontak pada kapasitas sorpsi komposit sekam padi dengan pengisi *polyethylene*, sekam padi dengan pengisi *polyethylene* komposit dengan pengisi 25% menunjukkan tingkat penyerapan minyak terbaik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 2.5 Efek Penyerapan Minyak pada komposit Sekam Padi [18]

Waktu kontak dalam sepuluh menit pertama meningkatkan kapasitas penyerapan. Kehadiran kekosongan di permukaan sorben dapat menyebabkan penyerapan minyak yang tinggi. Namun, setelah dua puluh menit, kekuatan repulsive antara molekul larut pada fase padat dan massal mengurangi kekosongan yang tersedia. Akibatnya, penyerapan minyak mencapai keseimbangan yang tepat [17]. Untuk pengisi *polyethylene* komposit, butuh tiga puluh menit untuk sekam padi mencapai keseimbangan, dan omit absorber yang baik dapat menyerap minyak hingga 25% [18]. Komposit komposit sekam padi dengan pengisi *polyethylene*, yang mengandung 25% pengisi, memiliki sifat penyerapan minyak yang luar biasa. Aglomerasi yang lebih besar dibentuk oleh komposit ketika beban pengisi meningkat, menciptakan lebih banyak ruang antara komposit sekam padi dengan pengisi *polyethylene*, yang memungkinkan komposit menyerap lebih banyak minyak. Properti yang memungkinkan penyerapan minyak Menurut hasil uji coba, penambahan pengisi meningkatkan sifat komposit secara signifikan.

Meskipun peningkatan beban pengisi sebesar 30% mengurangi nilai properti komposit sekam padi dengan pengisi *polyethylene*, total penyerapan minyak masih di atas sampel kontrol. Untuk sifat mikrostruktur komposit sekam padi dengan pengisi *polyethylene*, jumlah pengisi yang lebih tinggi menyebabkan campuran komposit yang tidak homogen, sementara jumlah pengisi yang lebih rendah menyebabkan struktur terlihat lebih homogen dan sistem matriks menjadi lebih padat. Hasil tes penyerapan minyak menunjukkan bahwa peningkatan kandungan pengisi akan menyebabkan lebih banyak aglomerasi karena pembentukan ikatan hidrogen di antara banyak kelompok hidroksil dan air yang diserap di permukaan mereka. Jumlah ruang yang lebih besar antara polietilen dan husk beras dapat memungkinkan lebih banyak [19]

2.6 Kayu Sengon

Kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) adalah salah satu jenis pohon yang sangat bernilai di Indonesia karena sifatnya yang serbaguna. Pohon ini tumbuh cepat dan mampu beradaptasi pada berbagai jenis tanah, menjadikannya pilihan utama sebagai bahan baku industri panel dan kayu lapis. Selain digunakan dalam pembangunan, kayu sengon juga banyak dimanfaatkan dalam pembuatan produk industri lainnya karena kelebihanannya yang ringan, tahan gempa, serta mudah diolah. Proses pengolahan kayu sengon menghasilkan sisa berupa potongan kecil kayu, serbuk gergaji, tatal, dan potongan lainnya yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan lebih lanjut. [20]. Namun pada dasarnya kayu memiliki kelebihan dan juga memiliki kekurangan seperti mudah terbakar, bisa terserang oleh rayap.

Kayu sengon sangat direkomendasikan untuk dijadikan papan partikel karena mempunyai kelebihan yang sangat banyak di antara pengolahan papan partikel berasal dari limbah kayu dan dapat mengatasi penanganan yang tidak ideal, sehingga dapat menghasilkan produk yang memiliki nilai ekonomi dan bermanfaat bagi masyarakat. Upaya untuk mengembalikan kekurangan papan dari kayu yang utuh dengan menggunakan limbah dari serbuk kayu sengon. Papan kayu partikel adalah produk industri kayu yang memiliki prospek yang

bagus untuk masa depan karena dibuat dengan menggunakan sisa kayu dari industri kayu penggergajian [21].



Gambar 2.6 Kayu Sengon
(Sumber : perhutani.co.id)

2.7 Pengujian Sifat Fisis

Pada pengujian sifat fisis ini pada papan partikel komposit dengan berpenguat serat jagung dan kayu sengon pada komposisi nya Komposit yaitu dibuat dengan mengandung 25% perekat PVAc, 10% resin epoksi, 32,5% serat kulit jagung, dan 32,5% serbuk kayu sengon. Komposit yang akan digunakan dengan tekanan 60 bar dengan *holding time* 2 jam [4]. Untuk menentukan densitas, presentase penyerapan minyak dan pengembanan tebal.

2.7.1 Densitas

Pada pengujian densitas bertujuan untuk mengetahui hubungan antara berat dengan volume pada komposit papan partikel tersebut. Pengujian yang akan dilakukan dengan menimbang massa pada komposit papan partikel dengan nilai volumenya. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk mengukur densitas komposit papan partikel yaitu [4] :

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

m : Massa sampel (g)

v : Volume sampel (cm³)

2.7.2 Pengembangan Tebal

Pada pengujian pengembangan tebal komposit papan partikel ini untuk mengetahui penambahan tebal pada komposit papan partikel yang dilakukan pada perlakuan dengan perendaman didalam minyak.. Pengujian ini bervariasi dalam waktunya yaitu selama 12 jam, 24 jam, 36 jam dan 48 jam sampel direndam dalam minyak yang diatur pada suhu ruangan 25°C untuk menguji. Nilai tebal sampel sesudah dan sebelum perendaman dibagi dengan nilai tebal sebelum perendaman, dan kemudian hasilnya dihitung sebagai persentase. Rumus yang digunakan untuk mengevaluasi stabilitas dimensi adalah sebagai berikut [4]:

$$\text{Pengembangan tebal (\%)} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

T₁ = Tebal sampel sebelum perendaman (mm)

T₂ = Tebal sampel sesudah perendaman (mm)

2.7.3 Presentase Penyerapan Minyak

Pada presentase penyerapan minyak pada komposit papan partikel bertujuan untuk mengetahui kelembaban pada komposit papan partikel. Perbandingan yang dibuat akan membantu dalam menentukan apakah material digunakan di dalam atau di luar ruangan. Pengujian ini bervariasi dalam waktunya yaitu selama 12 jam, 24 jam, 36 jam dan 48 jam sampel direndam dalam minyak untuk menguji. Nilai tebal sampel sesudah dan sebelum perendaman dibagi dengan nilai tebal sebelum perendaman, dan kemudian hasilnya dihitung sebagai persentase. Rumus yang digunakan untuk mengevaluasi stabilitas dimensi adalah sebagai berikut:

$$\text{Presentase Penyerapan Minyak (\%)} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

m₁ = Massa sampel sebelum perendaman (g)

m₂ = Massa sampel sesudah perendaman (g)

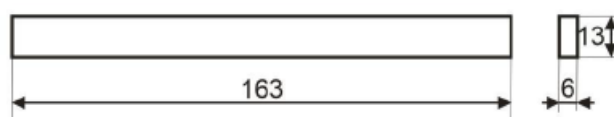
2.8 Pengujian Sifat Mekanis

Untuk mengetahui karakteristik pada spesimen dilakukan dengan pengujian sifat mekanis komposit yang telah dilakukan penggabungan berbeda dari komponen pembentuknya karena komposit adalah hasil dari penggabungan beberapa bahan yang berbeda. Komposit yang telah dilakukan penggabungan biasanya memiliki sifat yang lebih baik atau lebih kuat daripada bahan lain, dan sifat-sifat ini biasanya memiliki keunggulan Komposit memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi. Selain itu, material komposit dapat digunakan dalam rancangan tertentu dan lebih tahan terhadap rapuh karena bahan nya atau penguat nya dari serat jagung dan kayu sengon. Selain itu, komposit memberikan penampilan dan kehalusan permukaan yang lebih baik.

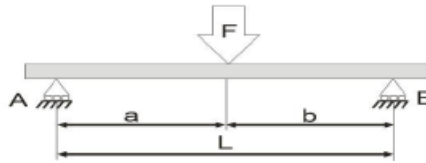
2.8.1 Kekuatan Lentur

Uji kekuatan *bending* mengukur kekuatan suatu bahan dengan melengkungkannya sampai titik patah. Nilai kekuatan bending bergantung pada jenis material yang digunakan dan pembebanan yang diberikan. Ketika pengujian bending dilakukan, bagian atas spesimen mengalami tekanan dan bagian bawah mengalami tegangan tarik. Pada material komposit, kekuatan tekan lebih besar daripada kekuatan tarik. Patah spesimen terjadi ketika spesimen tidak dapat menerima pada saat menahan tegangan tarik [22].

Untuk mengetahui ketahanan komposit terhadap pembebanan pada titik lentur, pengujian kekuatan lentur atau pengujian *bending* dilakukan. Pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui keelastisitasan suatu bahan. Sampel uji diberikan pembebanan dengan arah tegak lurus terhadap arah penguatan serat [23]. Metode pengujian lentur kuat ini menggunakan pembebanan tegak lurus pada sampel. Tiga titik lentur dan penahan digunakan sebagai jarak pengujian. Pertengahan panjang sampel adalah titik pembebanan. Pengujian lentur atau *bending* dilakukan dengan mesin menurut standar ASTM D 790-03.



Gambar 2.7 Spesimen Uji *Bending* ASTM D790-03 [24]



Gambar 2.8 Mekanisme Spesimen Uji *Bending* ASTM D790-03 [24]

Sifat mekanis pada komposit berpenguat kulit jagung dan kayu sengon yang diperoleh dari hasil pengujian *bending* akan dihitung dengan menggunakan persamaan sesuai dengan standar ASTM D790-03 [24], yaitu :

$$MOR = \frac{3pl}{2bh^2} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

MOR = Tegangan lentur maksimum (kgf/cm²)

P = Beban Maksimal (N)

b = Lebar dari benda uji (mm)

h = Tebal benda uji (mm)

L = Jarak antar penyangga (mm)

2.8.2 Modulus Of Elasticity

Setelah dilakukan pembebanan pada pengujian kekuatan lentur untuk melihat kelenturan pada material, nilai MOE menggambarkan bahwa semakin besar nilai MOE, semakin kecil nilai deformasi. Berikut ini adalah persamaan ASTM D790-17 [25]

$$MOE = \frac{L^3 m}{4bh^3} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

MOE = Kelentur maksimum (kgf/cm²)

L = Panjang (cm)

m = Panjang maksimum (cm)

b = Lebar (cm)

h = Tinggi (cm)

2.8.3 Regangan

Setelah dilakukan pengujian kekuatan lentur dan mendapatkan hasil nilai *Break Point Elongation* atau nilai presentase perubahan panjang akan dilakukan

perhitungan nilai regangan untuk menentukan perubahan panjang ketika dilakukan pembebanan, adapun persamaan ASTM E8/E8M [26]

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

- ε = Regangan (cm)
- ΔL = Perubahan Panjang (cm)
- L_0 = Panjang awal material sebelum pembebanan (cm)

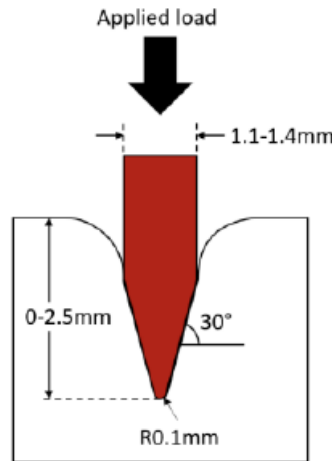
2.8.4 Pengujian Kekerasan

Pada pengujian kekerasan yang akan dilakukan menggunakan uji kekerasan *Shore D* Metode manual (*Hand Held*) *Operation of Durometer* dengan standar ASTM D2240. Kekerasan material plastik, karet, dan bahan elastomer lainnya biasanya diukur dengan skala kekerasan *Shore D*. Pengujian yang akan dilakukan pada permukaan spesimen komposit. Alat uji ini bekerja dengan cara mengukur ketahanan material terhadap penetrasi indenter. Ini dilakukan dengan cara yang mirip dengan jarum yang dilengkapi pegas. Percobaan ini menggunakan skala dengan nilai *Shore D* [27].



Gambar 2.9 Durometer *Shore D*

Uji *shore hardness* mengukur kedalaman indentasi dengan menekan material atau spesimen menggunakan indenter pegas yang terbuat dari baja. Parameter shore hardness, kedalaman indentasi ini, diukur dari 0 shore (dengan kedalaman indentasi 2,5 milimeter) hingga 100 shore (tanpa kedalaman indentasi, yaitu 0 milimeter), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.10



Gambar 2.10 Metode Pengujian Kekerasan *Shore D* [28]

Ketika skala *Shore D* digunakan untuk mengukur kekerasan, nilai kekerasan yang dihitung didasarkan pada kedalaman penetrasi yang dihasilkan oleh ujung penetrator ke dalam bahan uji. Rumus umum untuk menghitung kekerasan Shore D adalah sebagai berikut [27].

$$H_{shore D} = 100 - D \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

$H_{shore D}$ = Nilai Kekerasan *Shore D*

D = Kedalaman penetrasi ujung penetrator ke dalam bahan uji (mm)

Keuntungan dari utama dari penggunaan alat ini adalah kemampuan untuk melakukan pengukuran kekerasan yang cepat dan akurat. Pada kala kekerasan Shore D, indenter akan memberikan hasil pembacaan nilai kekerasan secara cepat [27].

2.9 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (EDX), bahan komposit alam dapat dikarakterisasi. Namun, penggunaan SEM tidak hanya melibatkan pengambilan gambar dan fotografi; proses pembentukan gambar pada alat ini adalah proses fisik yang terdiri dari interaksi korpuskular antara elektron sumber dan atom pada bahan. Oleh karena itu, perlu dilakukan dengan teknik dan metode operasi yang benar saat menggunakan alat ini. Untuk mendapatkan

hasil gambar yang optimal secara ilmiah dan menghindari interpretasi ganda, SEM harus dilakukan dengan mengatur parameter elektron seperti voltase tinggi, ukuran spot, bias, dan arus bola. Selain itu, jenis sampel, cara penanganannya, dan metode preparasinya sangat memengaruhi proses pengambilan gambar dan analisis kimia dengan SEM [29].

Perangkat EDX dan SEM memungkinkan mikroanalisis kualitatif dan semi-kuantitatif untuk unsur-unsur Litium dan Uranium. EDX dibuat dari karakteristik sinar X, yaitu dengan menembakkan sinar X pada posisi yang ingin kita ketahui komposisinya. Setelah sinar X ditembakkan pada posisi yang diinginkan, puncak tertentu akan muncul yang menunjukkan suatu unsur yang terkandung. Perangkat lunak, atau program komputer, akan secara otomatis mengidentifikasi jenis elemen atau unsur yang ada dalam sampel, yang disebut sebagai elemen identifikasi. EDX dapat digunakan untuk melakukan analisis kuantitatif dari persentase kandungan dari masing-masing elemen [30].