

## PENGARUH UKURAN TERHADAP KEKERASAN KOMPOSIT PADUAN SAMPAH PLASTIK DAN CANGKANG SAWIT

Lelawati <sup>1\*)</sup>Aan Sefentry<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH Bengkulu

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Kimia Universitas PGRI Palembang

<sup>\*)</sup>Correspondence email: llwtnaz@yahoo.com

### Abstrak

Limbah hasil olahan pabrik minyak kelapa sawit yang tergolong belum mendapatkan perhatian dari masyarakat sekitar adalah cangkangnya. Selama ini hanya digunakan sebagai bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga dan sebagai bahan pembuatan arang aktif. Produksi sampah plastik di Indonesia menduduki peringkat kedua dari dunia penghasil sampah domestik yaitu sebesar 5,4 juta ton per tahun. Plastik yang digunakan saat ini merupakan polimer sintetik, terbuat dari minyak bumi (*non-renewable*) yang tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium yang bertujuan memanfaatkan limbah cangkang sawit dan limbah plastik sebagai bahan komposit. Untuk mengetahui pengaruh kekerasan komposit terhadap campuran maka spesimen dibuat perbandingan dengan komposisi 60% : 40% dengan ukuran specimen 1 mm dan komposisi 60% : 40% ukuran specimen 2 mm, tiap spesimen diuji kekerasan di 5 titik. Hasil pengujian spesimen menunjukkan komposisi 60% : 40% ukuran 2 mm nilai kekerasan rata-rata 73,5 HRC lebih keras dibandingkan dengan ukuran 1 mm kekerasan rata-rata 71,2 HRC.

**Kata Kunci:** Cangkang Sawit, Plastik, Spesimen, HRC

### PENDAHULUAN

Bahan komposit banyak digunakan sebagai material engineering pada berbagai bidang, seperti pesawat terbang, *helicopter*, satelit, kapal, otomotif, peralatan bahan kimia, peralatan olah raga, konstruksi bangunan dan peralatan medis. (Wahyudi, & Ningsih, (2018)). Indonesia adalah salah satu negara penghasil sawit terbesar di dunia. Penyebaran sawit hampir di seluruh penjuru tanah air. Perkembangan sawit yang pesat dengan sendirinya berdampak juga semakin banyak pula cangkang sawit yang dihasilkan. Bagi industri pengolahan sawit sendiri, cangkang sawit merupakan limbah yang sangat bernilai bagi industri itu sendiri, karena bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan sumber energi industri yang sebelumnya bahan bakar industri menggunakan batu bara dengan cara dibeli, dengan menggunakan cangkang sawit biaya produksi dapat ditekan.

Cangkang sawit atau cangkang kelapa sawit (*Palm Kernel Shell*) sering juga disebut tempurung sawit adalah bagian keras yang terdapat pada buah kelapa sawit yang berfungsi melindungi isi atau kernel dari buah sawit tersebut. Struktur dan bentuknya hampir sama dengan tempurung kelapa yang biasa dijumpai sehari-hari, (ASPACASRI, 2013).

Produksi sampah plastik di Indonesia menduduki peringkat kedua dari dunia penghasil sampah domestik yaitu sebesar 5,4 juta ton per tahun. Berdasarkan data persampahan domestik Indonesia, jumlah sampah plastic tersebut merupakan 14 persen dari total produksi sampah di Indonesia. Sampah plastik yang digunakan saat ini merupakan polimer sintetik, terbuat dari minyak bumi (*non-renewable*) yang tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan. Salah satu jenis sampah yang menempati peringkat teratas berdasarkan jumlahnya adalah sampah jenis plastic *Polipropilen*. Plastik ini merupakan termoplastik yang terbuat dari *monomer propilena* yang memiliki sifat kaku, tidak

berbau, dan tahan terhadap bahan kimia plarut asam dan basa. *Polipropilen* memiliki titik lebur berkisar 160°C sebagaimana yang ditentukan *differential scanning Calorimetry* (DSC) Modulus elastisitas dari *Polipropilen* adalah 1300-1800 N/mm<sup>2</sup>. Meskipun memiliki kekuatan mekanik yang tinggi plastik ini tidak dapat didegradasi oleh lingkungan, untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan pembuat plastik *biodegradable* dengan mencampurkan plastik sintetis dengan polimer alam salah satunya cangkang kelapa sawit.

Material komposit adalah merupakan material yang terbentuk dari kombinasi dua material atau lebih, dengan tetap mempertahankan sifat karakteristik masing-masing dari material pembentuknya. Hal ini disebabkan material-material tersebut tidak saling melarutkan atau tidak bercampur secara sempurna. Pengertian lain dari komposit adalah kombinasi makroskopik dari dua atau lebih bahan yang berbeda, tetapi memiliki ikatan antar keduanya. Komposit digunakan tidak hanya untuk sifat struktural benda, tetapi juga untuk listrik, termal, tribologi, dan aplikasi di lingkungan. Material komposit yang dihasilkan memiliki keseimbangan sifat struktural yang lebih unggul dibanding bahan utamanya (Nayiroh, (2013).

Cangkang sawit tersusun dari unsur-unsur berikut:Kadar air lembab/*moisture in Analysis* (7-8%) Kadar abu /*ash content* (2-3 %) Kadar yang menguap /*volatile matter*(69-70 %)Karbon aktif murni /*fixed carbon*(20-22 %) (ASPACASRI, 2013).

Bahan komposit banyak digunakan sebagai material engineering pada berbagai bidang, seperti pesawat terbang, *helicopter*, satelit, kapal, otomotif, peralatan bahan kimia, peralatan olah raga, konstruksi bangunan dan peralatan medis. (Wahyudi, &Ningsih,(2018))

*Reinforcement* (Penguat) adalah bagian dari komposit yang berfungsi sebagai penguat. Bahan tambah ini biasanya hanya diberikan pada matrik tidak lebih dari 50% apabila terlalu banyak ikatan antara *Reinforcement* dan *Matrix* menjadi tidak maksimal sehingga dapat menurunkan kualitas komposit yang dihasilkan. Satu hal yang perlu dihindari dalam menentukan bahan penguat adalah memiliki *mechanical properties* yang lebih rendah dari *matrix* yang akan digunakan. Ada dua jenis *reinforcement* yaitu *Continuously Reinforced* dan *Discontinuously Reinforced*.

*Continuously Reinforced* adalah bahan penguat yang memiliki bentuk memanjang. Seringkali jenis penguat ini disebut dengan serat. Bahan penguat dari serat ini bisa diperoleh dari alam maupun sintetis (buatan). Bahan serat alam yang sering digunakan adalah serat sabut kelapa, serat nanas, serat rambut manusia, serat waru, serat sutera, serat pelepah pisang, serat rami, dan lain sebagainya. Sedangkan serat sintetis seperti Serat Glass, Karbon, Aramid, dan lain sebagainya. *Discontinuously Reinforced* adalah bahan penguat komposit memiliki bentuk tidak memanjang. Ada dua jenis bahan penguat ini, yaitu *short-fiber composite* (komposit serat pendek) dan *particulate composite* (komposit partikel). (Nayiroh, N. ,2013).

*Matrix* (matrik) adalah bagian terbesar dari sebuah bahan komposit yang akan ditingkatkan *mechanical properties*nya. Biasanya *matrix* memiliki persentase volume lebih besar dari 50 dari bahan komposit. Sebagai bahan utama, *matrix* diharapkan juga memiliki kemampuan mengikat *reinforcement* dengan baik. Dengan begitu maka serat yang berperan sebagai *reinforcement* akan lepas (*fiber pull out*). Pada umumnya *matrix* berasal dari bahan sintetis.

Kekerasan merupakan ukuran ketahanan material terhadap deformasi tekan. Deformasi yang terjadi, dapat berupa kombinasi perilaku *elastis* dan *plastis*. Pada permukaan dari dua komponen yang saling bersinggungan dan bergerak satu terhadap lainnya akan terjadi deformasi (perubahan bentuk) *elastis* maupun *plastis*. Deformasi *elastis* kemungkinan terjadi pada permukaan yang keras, sedangkan deformasi *plastis* terjadi pada permukaan yang lebih lunak. Dasar teoriuji kekerasan digunakan untuk mengetahui kemampuan material terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap. Benda uji akan mengalami deformasi ketika gaya pembebanan tertentu diberikan pada benda uji.

Kita dapat menganalisis besarnya tingkat kekerasan bahan tersebut melalui besarnya beban yang diberikan terhadap luas bidang yang menerima pembebanan tersebut. Kita harus mempertimbangkan kekuatan dari benda kerja ketika memilih bahan benda tersebut. Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui angka kekerasan atau tingkat kekerasan logam tersebut. Metode pengujian kekerasan terdiri dari penekanan, goresan, dan dinamik. Pengujian kekerasan dengan penekanan banyak digunakan oleh industri permesinan karena prosesnya mudah dan cepat dalam memperoleh angka kekerasannya. Pengujian kekerasan metode penekanan adalah dengan metode *Rockwell*, *Brinell*, dan *Vickers*. Metode *Brinell* dan *Vickers* yang menitik beratkan pada perhitungan kekuatan bahan terhadap setiap daya luas penampang bidang yang menerima pembebanan tersebut, sedangkan metode *Rockwell* menitikberatkan pada pengukuran kedalaman hasil penekanan atau penekan (*indenter*) yang membentuk bekasnya (*indentasi*) pada benda uji.

Perbedaan cara pengujian ini menghasilkan nilai satuannya juga berbeda. Tiap-tiap pengujian memiliki satuannya masing-masing sesuai dengan proses penekannya, yang mendapat pengakuan standar internasional. Perbedaan satuan itu ditunjukkan dalam bentuk tulisan angka hasil pengujiannya. Uji kekerasan *rockwell* yang paling banyak digunakan di Indonesia. Rumus yang digunakan :

$$HR = E - e$$

Keterangan:

e = Jarak antara kondisi 1 dan kondisi 3 yang dibagi dengan 0.002 mm

E = Jarak antara indenter saat diberi minor load dan *zero referenceline* yang untuk tiap jenis indenter berbeda-beda

HR = Besarnya nilai kekerasan dengan metode hardness

Uji kekerasan *Brinnell* berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam dengan menggunakan bola baja berdiameter 10 mm dan diberi beban 3000 kg. Untuk logam lunak, beban dikurangi hingga tinggal 500 kg, untuk menghindari jejak yang dalam dan untuk bahan yang sangat keras digunakan paduan karbida tungsten dengan tujuan untuk memperkecil terjadinya distorsi indenter. Beban di terapkan selama waktu tertentu, biasanya 30 detik, dan diameter lekukan diukur dengan mikroskop daya rendah setelah beban tersebut dihilangkan. Kemudian dicari harga rata-rata dari 2 buah pengukuran diameter pada jejak yang berarah tegak lurus. Permukaan dimana lekukan akan dibuat harus relatif halus, bebas dari debu atau kerak. Angka kekerasan *brinell*. *Brinell Hardness Number* (BHN) dinyatakan sebagai beban P di bagi luas permukaan lekukan.

$$BHN = \frac{P}{\left(\frac{\pi D}{2}\right) (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Dimana: P = beban yang di terapkan, (kg) . (Callister, 2000).)

Uji kekerasan *vickers* menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besarnya sudut antara permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 136°. Karena bentuk penumbuknya piramida, maka pengujian ini sering dinamakan uji kekerasan piramida intan. Angka kekerasan *vickers*, *Vickers Hardness Number* (VHN) didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya luas ini dihitung dari pengukuran mikroskop panjang diagonal jejak.

VHN dapat di tentukan dari persamaan berikut:

$$VHN = \frac{2P \sin(\emptyset/2)}{L^2} = \frac{1.854P}{L^2} \text{ (Sumber: (Callister, 2000).)}$$

Dimana, P = beban yang diterapkan, kg

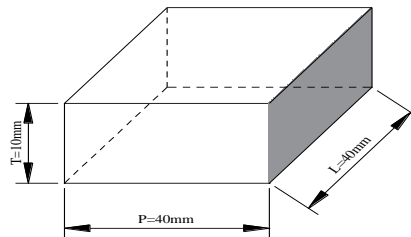
L = panjang diagonal rata-rata, mm

$\emptyset$  = sudut antara permukaan intan yang berlawanan = 136°

## METODOLOGI PENELITIAN

Bahan Dan Alat, Bahan Yang digunakan dalam penelitian ini Sampah plastic dan Cangkang sawit. Alat yang digunakan adalah : Uji Kekerasan Rockwell, Ayakan, Timbangan, Cetakan specimen, Jangka Sorong, Gergaji besi, Amplas, Kompor gas, Gunting, Sendok panci.

Bentuk Spesimen Bahan uji material komposit :



Gambar 1. Bentuk specimen

Keterangan:

P = Panjang Spesimen

L = Lebar Spesimen

T = Tebal Spesimen

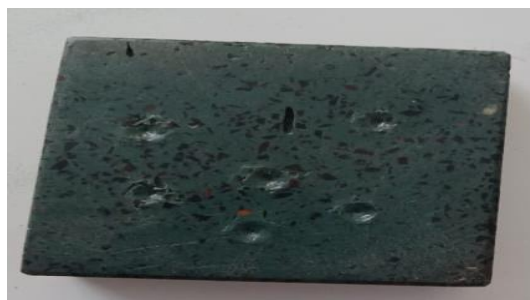
Prosedur

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin UNHAZ Bengkulu. Langkah pembuatan spesimen yang pertama dilakukan dengan menimbang berat plastik dan cangkang sawit, lalu dicacah sesuai ukuran, plastik dipanaskan sampai mencair kemudian dimasukkan cangkang sawit diaduk sampai rata selama 10 menit, setelah rata dimasukkan dalam cetakan yang sudah disiapkan, didiamkan sampai campuran dingin dan mengeras, Setelah komposit sudah benar-benar kering baru dikeluarkan dalam cetakan. Setelah keras spesimen diuji dengan uji kekerasan Rockwell, di 5 titik lalu diambil rata-rata kekerasannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Isi cetakan 38 gram, komposit dengan komposisi 40% sampah plastik 60% ukuran cangkang sawit 1 mm. Berat sawit  $60/100 \times 38 \text{ gram} = 22.8 \text{ gram}$ , Berat Plastik  $40/100 \times 38 \text{ gram} = 15,2 \text{ gram}$ . Untuk ukuran cangkang sawit 2 mm, berat plastik dan cangkng sawit sama.

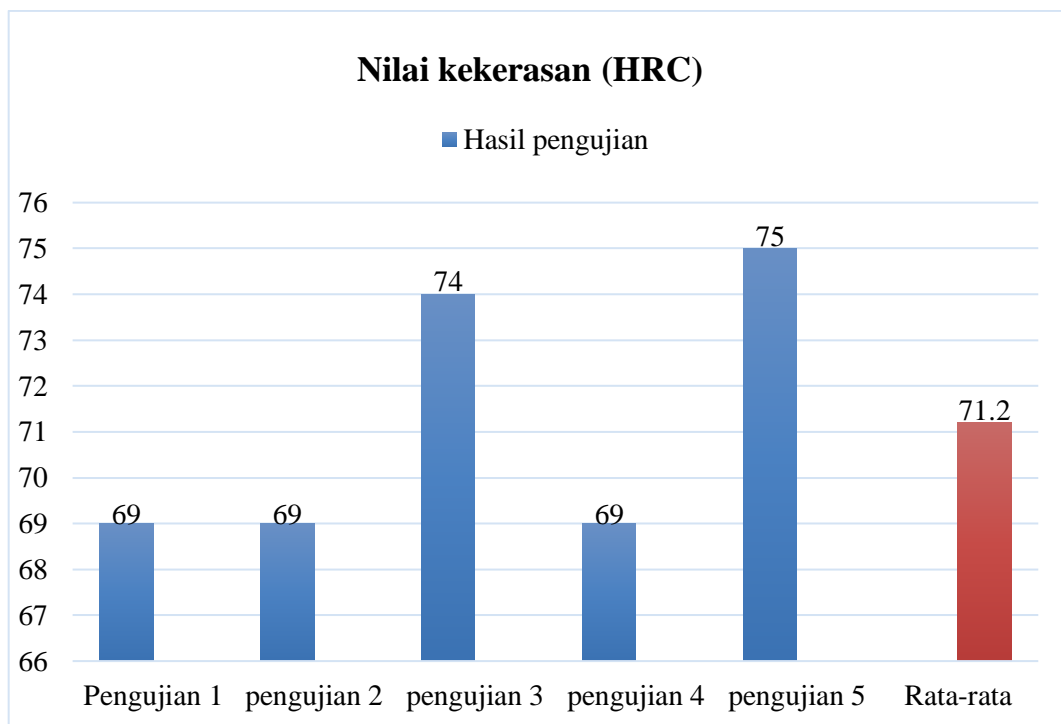
Hasil pengujian spesimen 40% sampah plastik 60% cangkang sawit 1 mm



Gambar 2. Spesimen 40% sampah plastik 60% cangkang sawit 1 mm

Tabel 1. Hasil pengujian spesimen 40% sampah plastik 60% cangkang sawit 1mm

No	Nilai uji kekerasan
1	69 HRC
2	69 HRC
3	74 HRC
4	69 HRC
5	75 HRC
Rata-rata	71,2 HRC



Gambar 3. Grafik Hasil Nilai Rata-Rata Pengujian terhadap spesimen komposit 40% sampah plastik dan 60% cangkang sawit 1 mm

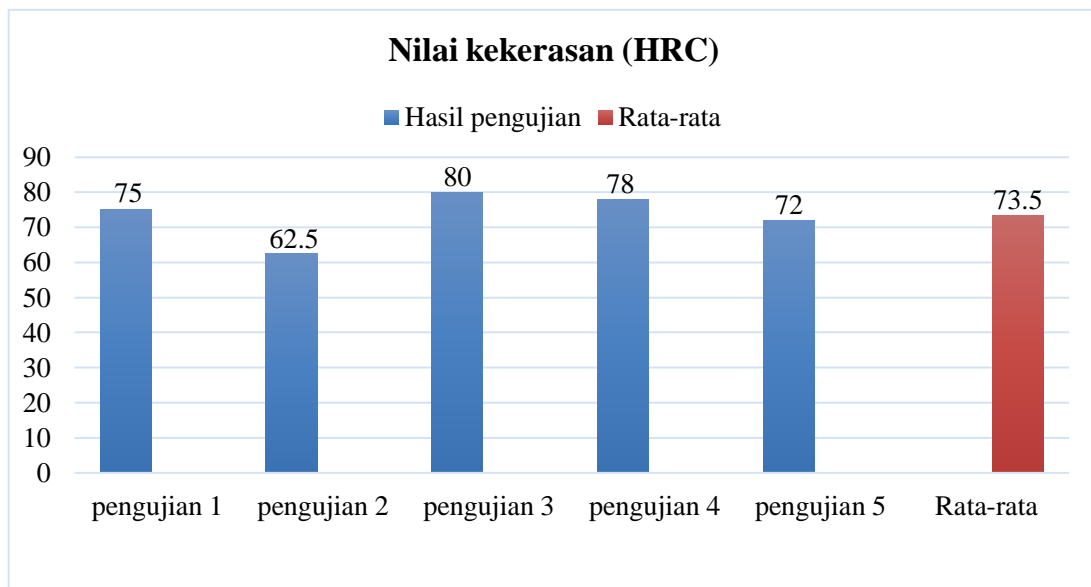
Hasil pengujian spesimen 40% sampah plastik 60% cangkang sawit 2mm



Gambar 4. spesimen 40% sampah plastik 60% cangkang sawit 2 mm

Tabel 2 Hasil pengujian spesimen 40% sampah plastik 60% cangkang sawit 2 mm

No	Nilai uji kekerasan
1	75 HRC
2	62,5 HRC
3	80 HRC
4	78 HRC
5	72 HRC
Rata-rata	73.5 HRC



Gambar 5. Grafik Hasil Nilai Rata-Rata Pengujian terhadap spesimen komposit 40% sampah plastik dan 60% cangkang sawit 2mm

## KESIMPULAN

Hasil penelitian memberikan kesimpulan bahwa ukuran partikel sangat mempengaruhi kekerasan komposit, dimana spesimen dengan perbandingan komposisi 60% : 40% dan ukuran 1 dan komposisi 60% : 40% ukuran 2 mm, setelah dilakukan pengujian masing-masing spesimen di 5 titik mendapatkan ukuran 2 mm nilai kekerasan rata-rata 73,5 HRC lebih keras dibandingkan dengan ukuran 1mm kekerasan rata-rata 71,2 HRC.

## DAFTAR PUSTAKA

- Callister, W. D. (2000). *Fundamentals of materials science and engineering* (Vol. 471660817). London: Wiley.
- Asosiasi Pengusaha Cangkang Sawit Riau (ASPACASRI). 2013. Cangkang Sawit. <https://www.aspacasri.org/artikel/cangkangsawit> Diakses 27 November 2021.
- Indonesia Solid Waste Association (InSWA). 2021. Fenomena Sampah Plastik di Indonesia. <https://inswa.or.id/fenomena-sampah-plastik-di-indonesia/>. Diakses 05 Desember 2021
- Nayiroh, N. (2013). Teknologi Material Komposit. Universitas Islam Negeri; Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin.
- Wahyudi D. T.&NingsihT. H. (2018).Pengaruh Fraksi Volume Serat Kulit Kersen terhadap Kekuatan Tekuk dan Tarik Komposit dengan Matrik Epoksi Jurnal TeknikMesin6(2).