

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN HASIL PENGUJIAN

#### 4.1 Analisa Dan Pembahasan Hasil Pengujian Tembak

Pengujian tembak dilaksanakan mengikuti standar NIJ 0101.04 *Level IIIA*, dilakukan di Pusat Pendidikan Arhanud, Kota Batu, Jawa Timur, pada tanggal 12 November 2019. Dengan menggunakan Pistol G2 Elite Pindad Cal.9 mm. Pengujian tembak dilakukan dengan jarak 15 meter. Jarak 15 meter diambil karena merupakan jarak pada kondisi siaga. Hasil pengujian didapatkan data berupa penetrasi peluru, timbulan kerusakan depan & belakang, dan diameter kerusakan depan & belakang akibat tembakan. Berikut di bawah ini penjelasan mengenai hasil pengujian tembak.

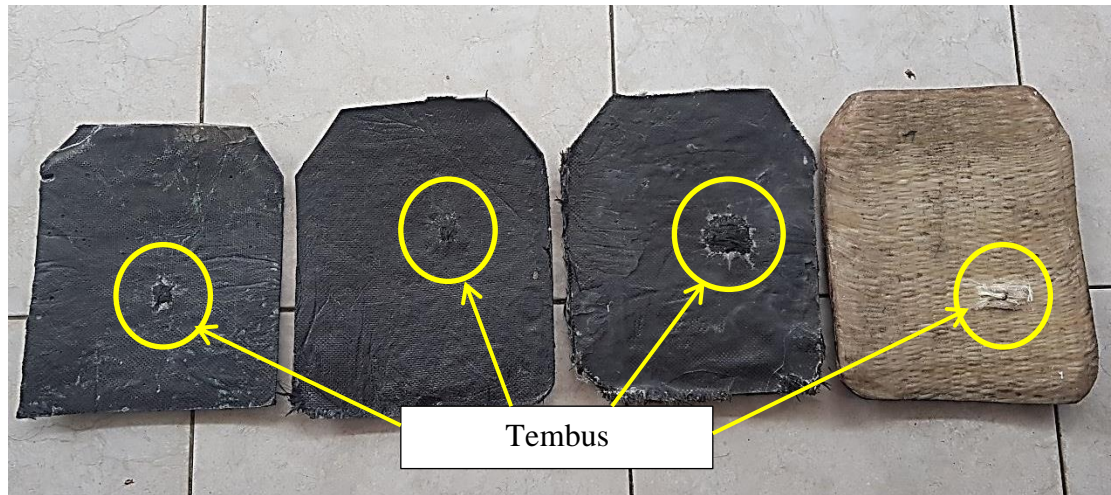
Analisa data hasil pengujian tembak

##### 1. Penetrasi peluru

Data hasil pengujian tembak dengan pistol G2 Elite dengan jarak 15 meter dapat dilihat pada tabel 4.1. Serat yang berdampak kerusakan paling besar yaitu serat agave dapat dilihat pada gambar 4.5. (Ridho Azhari, 2017) pada penelitiannya menyatakan rompi anti peluru komposit HGM serat karbon, dan serat agave tidak kuat menahan penetrasi peluru dan mengalami deformasi regangan pada serat agave.

Tabel 4.1 Hasil penetrasi pengujian tembak

No	Jumlah lapisan	Ketebalan	Penetrasi
1	4 lapisan(2 karbon, 1 rami, 1 agave)	5 mm	Tembus
2	6 lapisan(4 karbon, 1 rami, 1 agave)	7,5 mm	Tembus
3	8 lapisan(6 karbon, 1 rami, 1 agave)	10 mm	Tembus
4	11 lapisan(8 karbon, 2 rami, 1 agave)	15 mm	Tembus



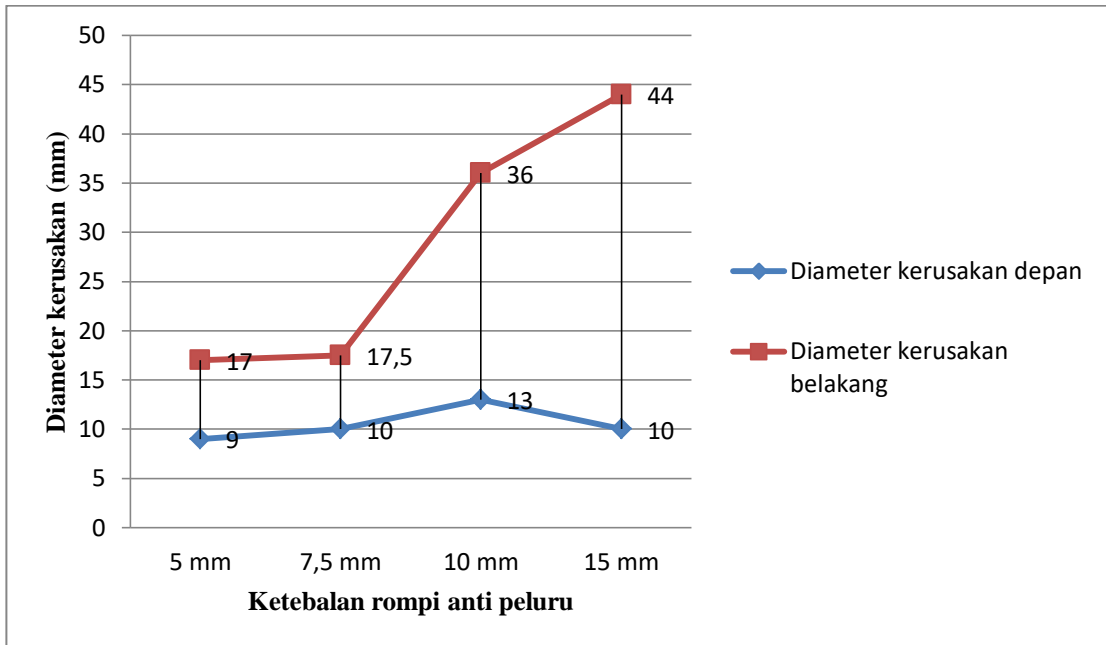
Gambar 4.1 Hasil pengujian tembak

## 2. Diameter kerusakan hasil uji tembak

Terdapat 4 variasi panel rompi anti peluru yaitu 5mm, 7,5mm, 10mm, dan 15mm, dimana hasil pengujian tembak tersebut menyebabkan keempat panel rompi anti peluru tembus dan menyebabkan kerusakan dengan diameter yang berbeda beda.

Tabel 4.2 Diameter kerusakan hasil pengujian tembak

No	Ketebalan	Diameter kerusakan depan	Diameter kerusakan belakang	Selisih diameter	Presentase selisih diameter kerusakan belakang terhadap depan
1	5 mm	9 mm	17 mm	8 mm	89%
2	7,5 mm	10 mm	17,5 mm	7.5 mm	75%
3	10 mm	13 mm	36 mm	23 mm	177%
4	15 mm	10 mm	44 mm	34 mm	340%



Grafik 4.1 Hubungan diameter kerusakan terhadap ketebalan rompi anti peluru



a. Ketebalan 5 mm



b. Ketebalan 7,5 mm



c. Ketebalan 10 mm



d. Ketebalan 15 mm

Gambar 4.2 Tampak depan diameter kerusakan rompi anti peluru

Pada gambar 4.2 diameter kerusakan yang diakibatkan pengujian tembak pada bagian depan rompi anti peluru tidak jauh berbeda dengan diameter peluru (cal 9mm), hal ini disebabkan kecepatan awal yang masih tinggi dan belum mengalami hambatan, membuat penetrasi peluru mudah menembus lapisan awal rompi anti pelur dengan tidak signifikan memperbesar diameter kerusakan bagian depan rompi.



a. Ketebalan 5 mm



b. Ketebalan 7,5mm



c. Ketebalan 10 mm



d. Ketebalan 15 mm

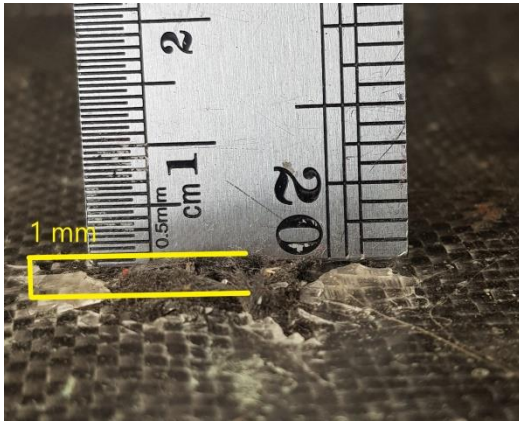
Gambar 4.3 Tampak belakang diameter kerusakan rompi anti peluru

Pada gambar 4.3 dapat dilihat diameter kerusakan akibat pengujian tembak, dimana diameter belakang hasil pengujian tembak sangat signifikan lebih besar diameternya dibandingkan dengan diameter depan pada gambar 4.2, hal ini dikarenakan semakin tebal rompi anti peluru maka hambatan pada peluru juga semakin besar, hambatan tersebut menimbulkan kerusakan yang lebih besar pada diameter bagian belakang rompi anti peluru. Jika rompi anti peluru ketebalannya

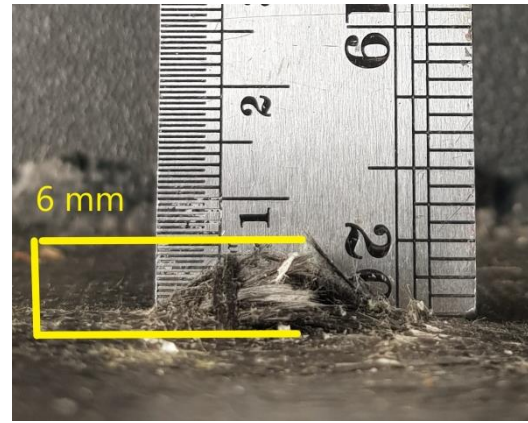
berkurang maka hambatan pada peluru semakin berkurang, dengan ini peluru lebih mudah memberikan penetrasi langsung kepada rompi anti peluru dengan hambatan yang kecil dan dapat menembus rompi anti peluru dengan kerusakan diameter belakang yang semakin kecil. Dapat dilihat pada tabel 4.2 presentase diameter kerusakan bagian belakang ketebalan 5 mm yaitu 89% lebih besar daripada diameter kerusakan depan, ketebalan 7,5 mm yaitu 75% lebih besar daripada diameter kerusakan depan, ketebalan 10 mm yaitu 177% lebih besar daripada diameter kerusakan depan, ketebalan 15 mm yaitu 340% lebih besar daripada diameter kerusakan depan. Penelitian ini berbanding terbalik dengan teori (Muhamad Anhar Pulungan, 2017) yang menyatakan bahwa semakin bertambah ketebalan rompi, maka kemampuan peluru untuk berpenetrasi ke rompi juga semakin berkurang. Hasil penelitian ini menunjukkan semakin tebal rompi anti peluru, maka diameter kerusakan yang diakibatkan pengujian tembak menjadi semakin besar. Hal ini juga dikarenakan semakin tebal rompi anti peluru maka temperatur pada rompi anti peluru semakin tinggi yang menyebabkan energi panas dari peluru lebih besar menimbulkan kerusakan karena temperatur yang semakin tinggi (Muhamad Anhar Pulungan, 2017).

### 3. Timbulan serat bagian belakang hasil pengujian tembak

Menurut standar NIJ 0101.04. Dapat dilihat pada gambar 4.4 timbulan serat bagian belakang yang diakibatkan tembakan peluru telah memenuhi standar NIJ 0101.04 yaitu tidak melebihi 44 mm. Dari keempat rompi anti peluru tersebut telah memenuhi standar NIJ 0101.04 karena tidak ada yang melebihi batas maksimal 44 mm. Timbulan serat bagian belakang hasil pengujian tembak cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya ketebalan rompi anti peluru, hal ini juga disebabkan karena semakin tebal rompi anti peluru maka hambatan pada peluru semakin besar dimana daya rusak pada peluru semakin besar



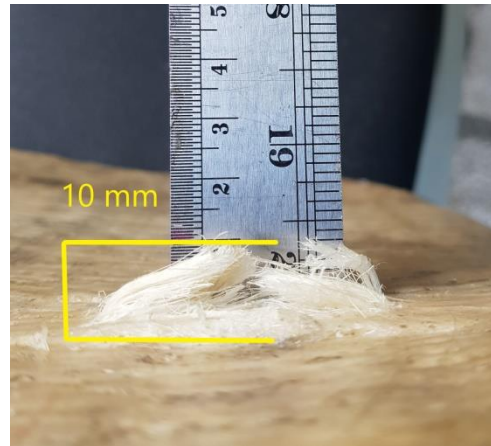
a. Ketebalan 5 mm



b. Ketebalan 7,5 mm



c. Ketebalan 10 mm



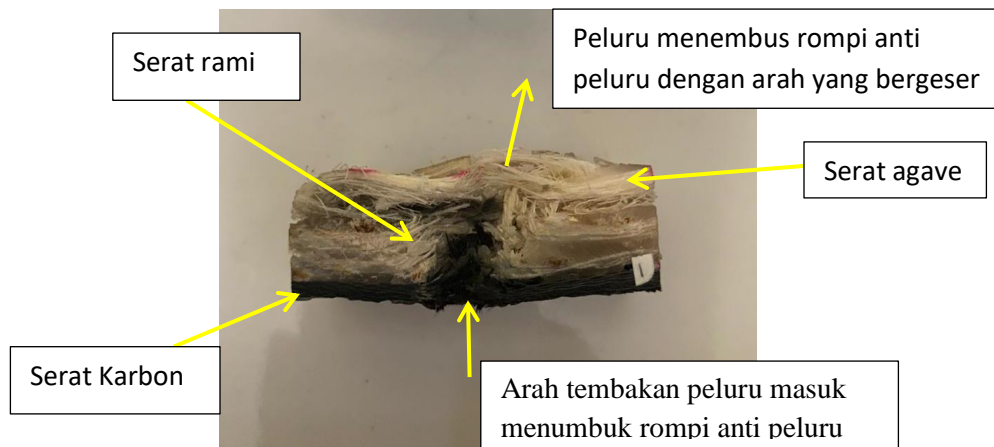
d. Ketebalan 15 mm

Gambar 4.4 Timbulan serat bagian belakang hasil pengujian tembak

#### 4.2 Analisa dan pembahasan foto makro dan foto SEM

Foto SEM dilaksanakan pada tanggal 18 September 2019 di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati(LSIH) Universitas Brawijaya. Foto SEM dilakukan untuk mencari ikatan antar serat, dampak peluru terhadap komposit, dan cacat yang terjadi pada produk komposit rompi anti peluru.

#### 4.2.1 Foto makro

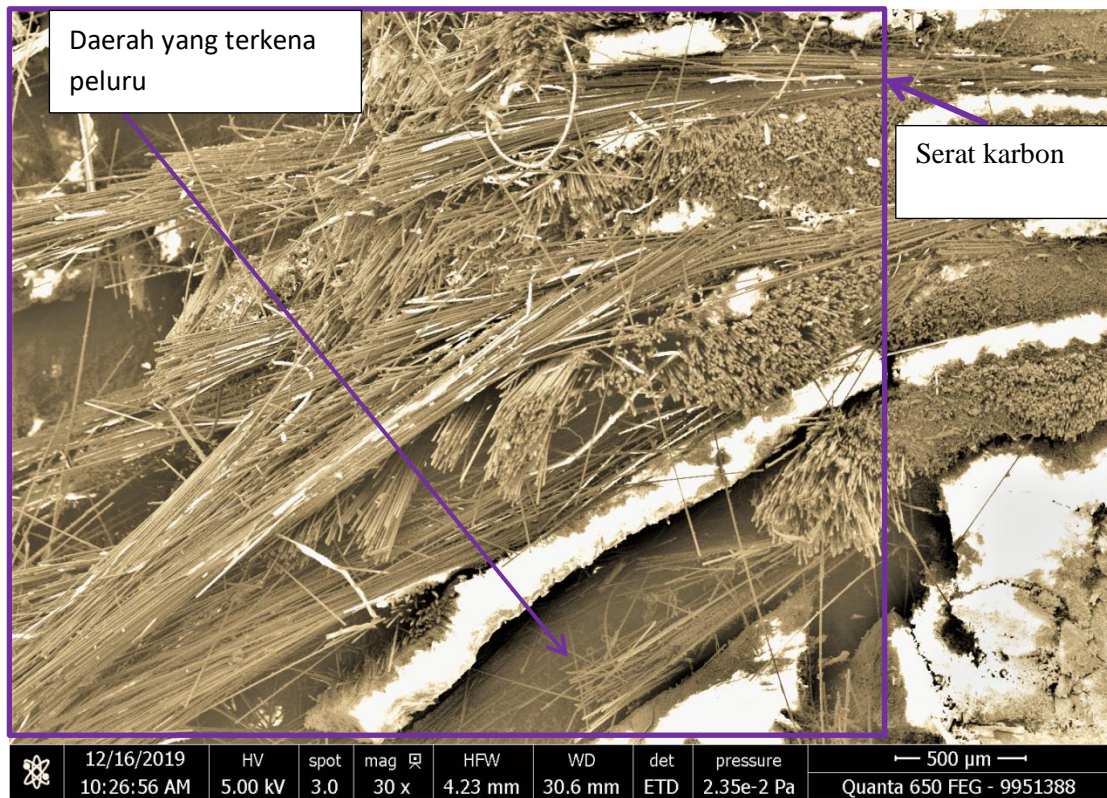


Gambar 4.5 Foto makro arah tembakan peluru

Datangnya peluru menumbuk rompi anti peluru dengan lapisan awal yaitu serat karbon, kemudian peluru menembus bagian serat rami, dan serat agave. Pada gambar 4.5 dapat dilihat dimana arah peluru bergeser kearah kanan, hal ini disebabkan karena lapisan awal karbon menahan penetrasi peluru yang paling besar (Ridho Azhari, 2017). Tepat seperti penjelasan (Nurun nayiroh, 2016) ketika komponen yang lebih rapuh patah, beban yang di bawa oleh komponen rapuh akan di lemparkan ke komponen yang lebih ulet. Dapat dilihat pada gambar 4.3 dimana diameter kerusakan akibat pengujian tembak semakin membesar karena pada bagian awal peluru menumbuk karbon kekuatan komposit terus menurun saat menembus bagian lapisan rami dan agave, sehingga lapisan awal karbon menyebabkan peluru sedikit bergeser kearah kanan.

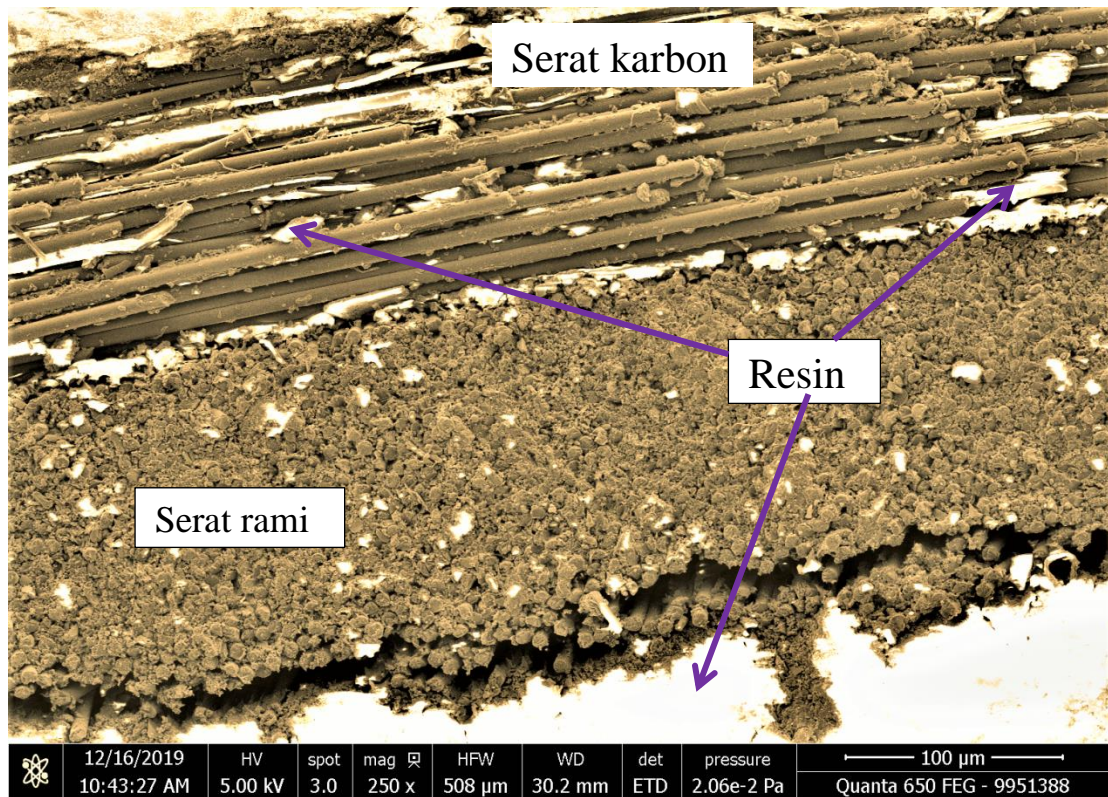


#### 4.2.2 Foto SEM



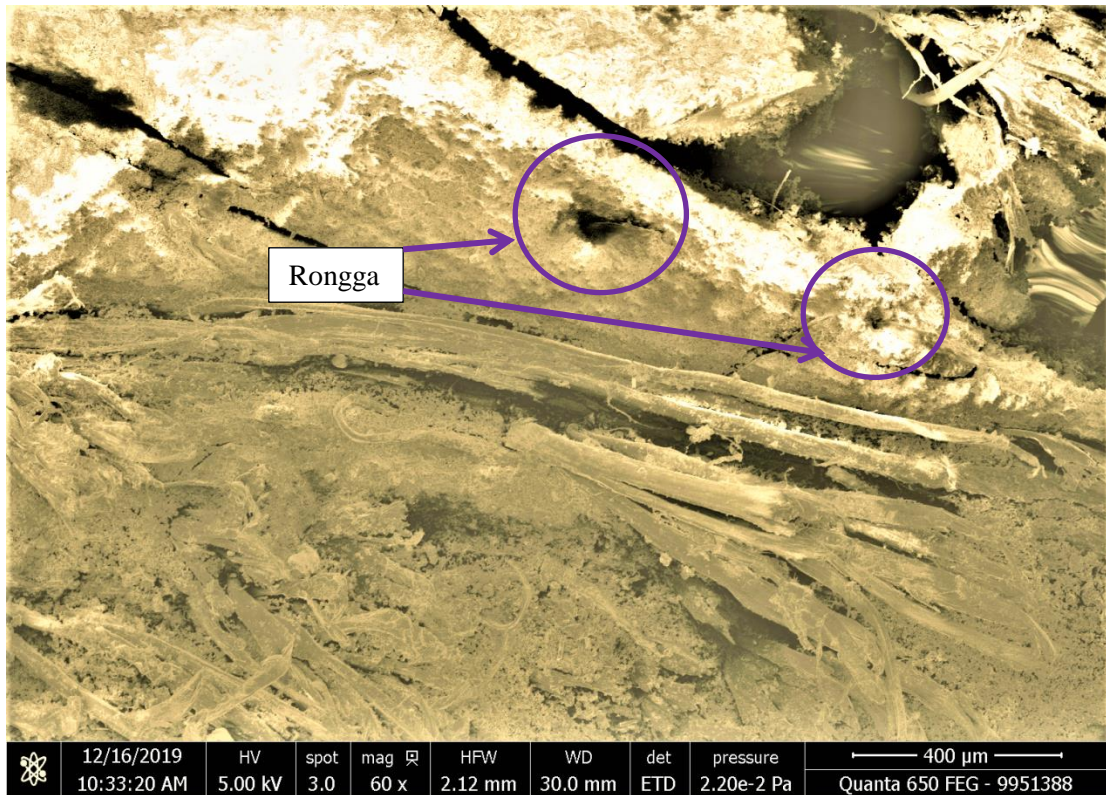
Gambar 4.6 Foto SEM ikatan resin dengan serat

Pada daerah yang terlewati peluru mengakibatkan *fiber pull out*, *fiber pull out* adalah serat yang tercabut dari matriknya, hal ini disebabkan karena peluru yang bertumbukan langsung dengan komposit tersebut. Pada gambar 4.6 bisa dilihat daya serap dari matriks dengan karbon sangat baik dan saling terikat antara laminasi karbon dengan karbon lainnya. *Wetability* serat oleh matrik akan semakin baik, sehingga kekuatan antar muka pun akan meningkat (Maryanti, 2011) Dapat dilihat pada gambar 4.6 dan gambar 4.5 dimana arah serat searah dengan arah peluru.



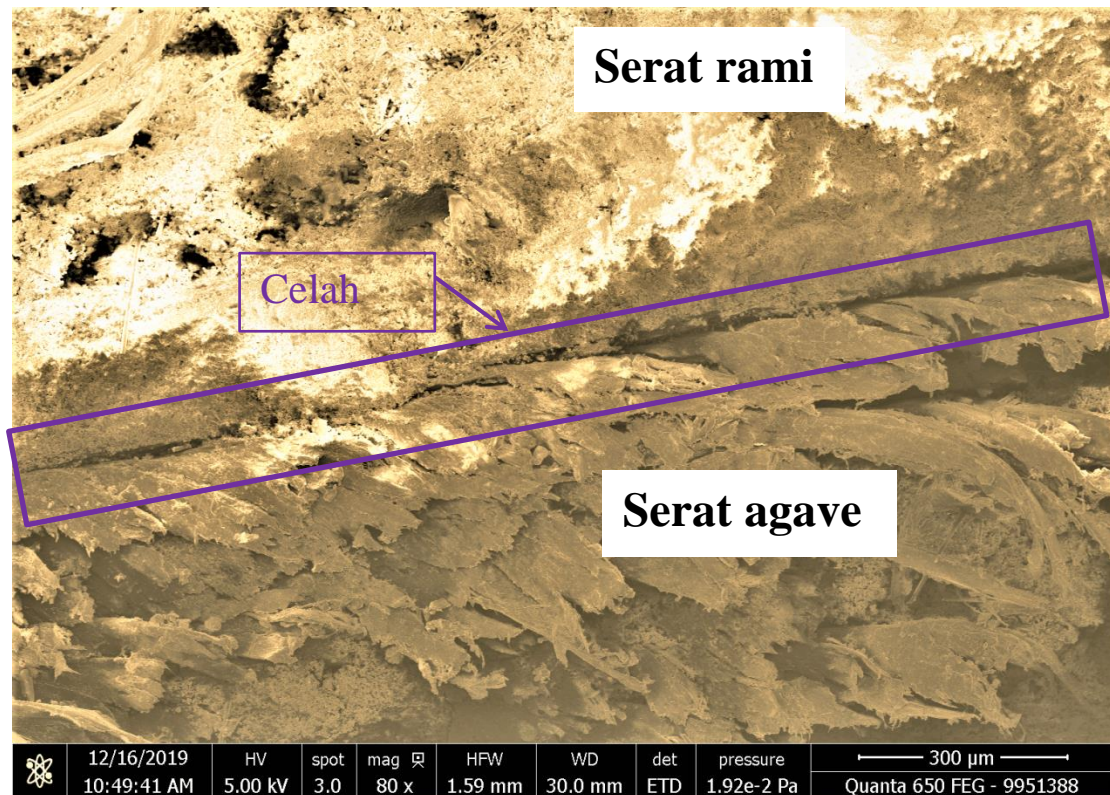
Gambar 4.7 Ikatan antara serat karbon dan serat rami

Dari gambar 4.7 dapat dilihat ikatan laminasi antara serat karbon dan serat rami saling terikat rapat, dengan ini dapat dilihat fungsi dari matrik untuk mentransfer tegangan bisa maksimal. Penyebaran serat yang merata juga mempengaruhi ketahanan impak dari komposit.



Gambar 4.8 Rongga pada komposit

Rongga(*void*) yang terbentuk akibat terperangkapnya udara pada saat proses manufaktur, daya ikat yang tidak sempurna antara matriks dengan serat sehingga mengakibatkan banyaknya void pada komposit yang mengakibatkan kekuatan komposit menurun (Taufik dan Astuti, 2014). Rongga yang terjadi pada matrik sangatlah berbahaya, karena pada bagian tersebut penguat yaitu serat selalu akan mentransfer tegangan ke matrik.



Gambar 4.9 Ikatan antara serat rami dan serat agave

Lapisan antara serat rami dan serat agave tidak bisa homogen sehingga terdapat celah pada laminasi tersebut. (Matthews dkk, 1994) yang menyatakan bahwa komposit merupakan suatu material yang terbentuk dari dua kombinasi atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing pembentuknya berbeda. Serat agave kurang optimal dibandingkan dengan serat lainnya (serat karbon dan serat rami) sebagai material rompi anti peluru, namun serat tersebut lebih ringan dari serat lainnya (serat karbon dan serat rami), hal ini disebabkan kekuatan tarik serat agave lebih rendah dari serat lainnya (serat karbon dan serat rami) yaitu 19,774 MPa (Surata, dkk, 2016), serat rami 928 Mpa (Teguh Rahardjo, 2008), dan serat karbon 4000 Mpa (Hartono dkk, 2016).