

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor perikanan tangkap, terutama yang melibatkan kapal nelayan tradisional, kerap dihadapkan pada tantangan keberlanjutan ekonomi dan operasional. Mayoritas kapal nelayan, khususnya di Indonesia, masih mengandalkan material kayu sebagai struktur utama, dengan bahan pembuatan kapal yang hampir keseluruhan menggunakan komponen kayu serta meningkatnya harga bahan dasar kayu hal ini berdampak pada peningkatan biaya produksi dalam pembuatan kapal baru ataupun perbaikan kapal lama (Mufidun & Abtokhi, 2020). Mayoritas kapal nelayan, khususnya di Indonesia, masih mengandalkan material kayu sebagai struktur utama. Perawatan rutin, termasuk perbaikan kerusakan lambung kapal, memerlukan penggunaan material pengisi atau dempul. Namun, ketersediaan dempul konvensional yang seringkali berbahan dasar sintetis atau material tambang menimbulkan isu biaya yang signifikan bagi para nelayan, yang umumnya memiliki keterbatasan modal (Mufidun & Abtokhi, 2020).

Situasi tersebut menuntut adanya eksplorasi bahan substitusi dempul yang mampu menekan biaya operasional tanpa mengurangi kualitas perlindungan lambung kapal. Dalam konteks ini, limbah cangkang kerang muncul sebagai kandidat material potensial karena kandungan kalsium karbonatnya yang tinggi, meskipun hingga kini pemanfaatannya masih sangat terbatas. Pemanfaatan sumber energi baru dan terbarukan menawarkan alternatif solusi yang inovatif melalui optimalisasi potensi sumber daya alam yang melimpah di kawasan pesisir dan laut (Gabbar & Esteves, 2023).

Pemanfaatan limbah cangkang kerang tidak hanya berkontribusi dalam mengurangi penvebaran lingkungan, tetapi juga berpotensi menekan biaya operasional serta memberikan nilai tambah secara ekonomis. Hingga saat ini, sebagian besar cangkang kerang belum dimanfaatkan secara optimal dan cenderung dibuang sebagai limbah. Di wilayah pesisir Kalibaru, Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara, terdapat kekayaan alam yang belum tergalai secara optimal. Salah satu kekayaan alam yang belum dimanfaatkan secara optimal adalah kerang hijau. Menurut data yang dihimpun dari Paguyuban Nelayan Kerang Hijau ‘Pada Idi’ Kelurahan Kalibaru menjelaskan bahwa produksi kerang hijau mencapai jumlah yang signifikan, dimana setiap kios pengolahan mampu memproses kerang hijau hingga rata-rata 135 kg per hari. Pada musim panen, jumlah produksi bisa meningkat drastis hingga mencapai 10.2 ton per hari. Namun, di balik produktivitas tersebut, terdapat masalah serius yang dihadapi oleh masyarakat, yaitu penumpukan limbah cangkang kerang hijau. Limbah ini, yang sebagian besar dibuang ke laut atau area sekitar tanggul, mencapai hingga 2300 kg per hari dari 23 kios pengolahan (Simanjuntak & Abriantoro, 2025).

Cangkang kerang berfungsi sebagai pelindung utama tubuh organisme dan tersusun atas lapisan karbonat yang dipisahkan oleh lapisan protein yang memisahkan cangkang dengan jaringan tubuh lunak, seperti otot dan daging (Eny & Setyono, 2020). Secara struktural, cangkang kerang hijau memiliki 3 lapisan, dimana lapisan luar dan lapisan dalam didominasi oleh komponen protein, sedangkan lapisan tengah tersusun dari mineral kalsium karbonat CaCO_3 . Komposisi mineral pada cangkang kerang hijau didominasi oleh kalsium karbonat CaCO_3 , dengan kandungan mineral lain dengan jumlah yang lebih kecil, seperti kalsium fosfat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) pada cangkang kerang hijau didapatkan sangat tinggi yaitu 95,67% (Nafisa Tera Lintang Adji, Silvia Dyah Lucytasari, 2023)

Berbagai penelitian telah menggali potensi limbah cangkang kerang yang memiliki kandungan CaCO_3 sebagai material alternatif. Misalnya, studi oleh Nika (Nika et al., 2020) menunjukkan kelayakan penggunaan limbah cangkang kerang sebagai bahan pengganti

sebagian semen pada pembuatan beton, yang berfokus pada sifat kekuatan dan daya tahan material bangunan. Penelitian lain oleh Annisa (Annisa Setyoningrum et al., 2024) yang berfokus pada pemanfaatan limbah cangkang kerang sebagai bahan campuran dalam pembuatan paving block, adapun penelitian komposit yang memanfaatkan matriks poliester dan bahan dasar papan komposit kapal filler cangkang kerang simping telah dilaksanakan oleh Mufidun (Mufidun & Abtokhi, 2020).

Hasil studi menunjukkan bahwa kekuatan tarik yang diperoleh berkisar antara 0.1705-1,462 MPa dan kekuatan lentur mencapai 39.4-132.8 MPa. Lebih lanjut penggunaan komposisi filler yang lebih banyak dari cangkang kerang simping memungkinkan penghematan matriks resin polyester hingga 40% jika dibandingkan dengan penggunaan serbuk kalsit alam. Besarnya kadar CaCO_3 pada cangkang kerang hijau memungkinkan pemanfaatannya sebagai bahan filler pada material komposit polimer yang menggunakan epoksi sebagai matriks atau pengikatnya. Sifat jernih dan daya rekat yang baik menjadikan resin epoksi pilihan baik untuk digunakan sebagai perekat dan lapisan pelindung karena kekuatan dan kemampuan rekatnya yang kuat.

Berdasarkan uraian tersebut meskipun penelitian terdahulu telah membuktikan potensi serbuk cangkang kerang dalam berbagai aplikasi material belum ada penelitian yang membahas secara spesifik tentang penggunaan cangkang kerang hijau sebagai penguat material komposit dan perbandingan mengenai bagaimana proporsi (fraksi massa) serbuk cangkang kerang hijau dapat mempengaruhi kekuatan dempul sebagai material pengisi pada kapal kayu, sedangkan pada penelitian terdahulu telah menunjukkan potensi cangkang kerang sebagai bahan campuran atau pengganti bahan material (Mufidun & Abtokhi, 2020). Implementasinya dalam formulasi dempul untuk kapal kayu, kekuatan mekanik, kemudahan aplikasi, dan biaya produksi yang terjangkau, masih belum terjelajahi secara mendalam. Kurangnya data empiris mengenai dampak variasi fraksi massa filler ini menciptakan ketidakpastian dalam pengembangan formulasi dempul yang optimal dan ekonomis bagi para nelayan, hal ini juga yang mendasari penelitian ini dilaksanakan.

Penelitian berfokus pada pengaruh variasi filler serbuk cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) sebagai filler dalam formulasi dempul untuk kapal kayu. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan pengujian secara kuantitatif (Syahrizal & Jailani, 2023) bagaimana perubahan proporsi filler ini memengaruhi sifat mekanik utama seperti daya rekat dan kekerasan dari dempul filler tersebut, Pendekatan ini dirancang untuk memberikan panduan teknis yang jelas bagi pengembangan dempul berbasis limbah cangkang kerang yang efektif dan memenuhi tuntutan aplikasi pada kapal kayu, sekaligus menawarkan solusi pemanfaatan limbah yang bernilai ekonomi.

Urgensi penelitian ini sangat relevan dalam konteks pemanfaatan limbah cangkang kerang yang menumpuk dan pengurangan biaya perbaikan kapal kayu bagi para nelayan. Pertama, penelitian ini menawarkan solusi konkret untuk masalah limbah cangkang kerang yang signifikan di pesisir Indonesia, mengubahnya menjadi produk bernilai tambah yang mendukung industri maritim lokal. Kedua, penelitian ini berpotensi memberikan alternatif dempul yang lebih ekonomis dibandingkan produk konvensional, yang sangat krusial bagi peningkatan daya saing dan kesejahteraan nelayan kecil. Ketiga, meskipun standar klasifikasi untuk material semacam ini belum diatur dengan jelas, penelitian ini dapat menjadi landasan ilmiah awal yang berharga bagi pengembangan teknologi material maritim baru dan mendorong diskusi menuju standarisasi di masa depan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diperoleh dari latar belakang dan judul tugas akhir diatas antar lain sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi fraksi massa serbuk cangkang kerang hijau terhadap sifat mekanik (kekuatan geser dan kekerasan) pada dempul kapal kayu?
2. Berapakah komposisi optimal dari campuran serbuk cangkang kerang hijau dan resin yang menghasilkan karakteristik terbaik sesuai standar kebutuhan kapal kayu?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis besarnya pengaruh perbedaan komposisi campuran filler kerang hijau terhadap kekuatan rekat dan tingkat kekerasan dempul.
2. Mendapatkan rasio fraksi massa terbaik antara filler serbuk cangkang kerang hijau dan resin sebagai alternatif dempul kapal kayu yang efektif.

1.4 Batasan Penelitian

Untuk memperjelas ruang lingkup penelitian serta menghindari pembahasan yang terlalu luas, maka penelitian ini diberikan beberapa batasan sebagai berikut :

1. Menggunakan cangkang kerang hijau (*Perna Viridis*) yang telah dihaluskan.
2. Menggunakan resin epoksi sebagai bahan pengikat.
3. Media untuk perekat menggunakan kayu jati.
4. Variasi campuran serbuk cangkang kerang terfokus pada 5 variasi massa 10:45:45, 20:40:40, 30:35:35, 40:30:30, 50:25:25. (filler : epoksi : hardener)
5. Dempul konvensional yang digunakan dempul kapal kayu cap layar

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu material komposit, khususnya terkait pemanfaatan limbah yang berasal dari laut berupa cangkang kerang hijau filler pada matriks polimer epoksi. Selain itu, penelitian ini memperluas pemahaman mengenai hubungan antara variasi fraksi massa filler dengan sifat mekanik komposit, terutama kekerasan dan kerekatan, sehingga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya di bidang material komposit dan teknologi perkapalan.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan menghasilkan informasi ilmiah yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan formulasi dempul kapal kayu yang lebih ramah lingkungan, berkelanjutan, serta berpotensi menurunkan biaya produksi tanpa mengorbankan kualitas. Selain itu, hasil penelitian ini membuka peluang pemanfaatan limbah cangkang kerang hijau secara lebih ekonomis, khususnya bagi masyarakat pesisir dan nelayan, sehingga limbah yang sebelumnya tidak bernilai dapat diolah menjadi material alternatif yang bermanfaat untuk perawatan kapal kayu.

1.6 Luaran Penelitian

1. Publikasi artikel ilmiah pada *MAKARA Journal of Technology (MJT)* dengan judul “Analisis Eksperimental Variasi Filler Serbuk Cangkang Kerang Hijau dengan Polimer Epoksi Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Untuk Kapal Kayu”.
2. Modul “Pembuatan dan Pengujian Material Komposit Berbasis Resin Epoksi dengan Filler Serbuk Cangkang Kerang Hijau untuk Kapal Kayu” dengan nomer sertifikasi EC002026081611