

KOMPOSIT PLASTIK SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KAPAL PENANGKAP IKAN

Plastic Composite as an Alternative Material for Fishing Vessels

Oleh:

Syafril Mayu Dinata^{1*}, Budhi Hascaryo Iskandar², Firda Aulya Syamani³, Fuad⁴,
Yopi Novita²

¹Program Studi Teknologi Perikanan Laut, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Perikanan, Bogor, Indonesia,

²Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Perikanan, Bogor, Indonesia.

³Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Indonesia,

⁴Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia.

*Korespondensi penulis: dinatasm559@gmail.com

ABSTRAK

Armada kapal penangkapan ikan saat ini masih didominasi oleh kapal tradisional. Kapal ikan tradisional pada umumnya terbuat dari bahan kayu. Menimbang dari kondisi alam Indonesia yang sebagian besar adalah perairan laut, maka aktivitas penangkapan ikan sangat tinggi. Kebutuhan akan kapal penangkapan ikan yang meningkat turut meningkatkan permintaan kayu. Pada proses pembuatan kapal penangkap ikan tradisional, nelayan menghadapi berbagai permasalahan, di antaranya harga kayu cukup mahal karena ketersediaannya menurun. Kualitas kayu yang menurun juga mempengaruhi ketahanan dan keawetan kapal berbahan kayu. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah bahan pengganti yang digunakan dalam pembuatan kapal penangkap ikan tradisional, agar kualitas kapal yang dibuat memiliki mutu baik dan nelayan mendapatkan hasil tangkapan yang berlimpah ketika melaut. Bahan alternatif pengganti kayu, dapat berupa bahan yang mengandung lignoselulosa, yang kemudian dikombinasikan dengan bahan plastik untuk mendapatkan material dengan sifat yang lebih baik. Studi pustaka ini membahas bahan alternatif pembuatan kapal ikan yang memungkinkan sebagai pengganti kayu, yang berupa komposit dari bahan plastik dan bahan yang mengandung lignoselulosa, terutama komposit polipropilena dengan pengisi jerami padi atau serat kelapa.

Kata kunci: jerami padi, kapal penangkap ikan, komposit lignoselulosa-plastik, polipropilena, serat kelapa

ABSTRACT

Current fishing vessel is dominated by traditional vessels. Traditional fishing boats are generally made of wood. Considering the natural conditions of Indonesia, which are mostly marine waters, fishing activity is very high. The increasing need for fishing vessels has also increased the demand for wood. Meanwhile, to build a wooden boat, fishermen face various problems, including the price of wood, which is quite expensive because of its decreasing availability. The decreasing quality of wood also affects the resilience and durability of boats made of wood. For this reason, an alternative material is needed that is intended for shipbuilding so that the ships produced are of good quality and fishermen can produce abundant catches that are maximally out at sea. Alternative materials to replace wood can

be in the form of materials containing lignocellulose, which are then combined with plastic materials to obtain materials with better properties. This literature study discusses possible alternative materials as a substitute for wood as a material for fishing vessels, which are composites of plastic materials and materials containing lignocellulosic, especially polypropylene based composite with rice straw or coconut fibers as filler.

Key words: *coconut fibers, fishing vessel, lignocellulosic-plastic composite, polypropylene, rice straw*

PENDAHULUAN

Meski di tengah pandemi Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Berhasil menaikkan tingkat Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) pada sektor sumber daya perikanan tangkap hingga sebesar 17,78%. Perbandingan hasil pada kurun masa yang sama yaitu pendapatan tahun 2019 PNBP sektor perikanan tangkap hingga bulan Juni sebesar 253 Milyar, hingga dengan 19 Juni 2020 pendapatan PNBP sektor perikanan tangkap sebesar 298 Milyar atau telah terjadi peningkatan pendapatan. Hal ini terjadi pada kurun masa pandemi, dibuktikan juga dengan peningkatan permohonan izin penerbitan surat izin penangkapan yang cukup signifikan. Lebih dari 700 izin diterbitkan setiap bulannya. Kemudahan pengurusan perijinan secara daring dihadirkan sebagai solusi. Hal ini dilakukan sebagai langkah dalam mendukung program *social distancing* tanpa mengurangi pelayanan pengurusan izin secara optimum (Direktur Jenderal Perikanan Tangkap 2020).

Terhitung sejak tanggal 22 Juni 2020 layanan Sistem Informasi Izin Layanan Cepat (SILAT) secara daring selama 1 jam dapat menerbitkan 4.080 dokumen perizinan sejak diumumkan pada tanggal 31 Desember 2019. Angka ini terdiri dari “2.750 Surat Izin Penangkapan Ikan (SIPI), 1.158 Surat Izin Usaha Penangkapan Ikan (SIUP) dan 172 Surat Izin Kapal Pengangkut Ikan (SIKPI)”. Hingga saat ini jenis perahu serta kapal penangkap ikan tradisional atau juga biasa disebut “kapal ikan tradisional” masih mendominasi sebagai jenis kapal penangkap ikan nasional. Pada umumnya kapal penangkap ikan tradisional dibuat dari bahan baku utama berupa kayu serta berukuran tidak lebih dari 30 *Gross Tonnage* (GT) serta dibuat secara tradisional oleh para pengerajin atau galangan kapal tradisional (Trimulyono *et al.* 2015).

Sebagai negara maritim yang didominasi oleh sebagian besar wilayah laut tentunya menjadikan aktivitas ataupun kegiatan dilaut masih cukup tinggi, kapal merupakan salah satu moda yang masih dibutuhkan. Di mana salah satunya adalah kapal penangkap ikan tradisional. Kapal penangkap ikan tradisional pada umumnya dibuat dari bahan baku kayu yang dirancang dengan ilmu warisan turun temurun sejak zaman dulu sebagai moda dalam melakukan kegiatan penangkapan ikan di laut. Keunikan kapal penangkap ikan tradisional di Indonesia yaitu memiliki ciri khas model sesuai daerah pesisir masing-masing.

Ketersediaan bahan baku berupa kayu dalam proses pembuatan kapal penangkap ikan tradisional yang semakin terbatas membuat harga kapal berbahan kayu menjadi mahal. Kayu merbau yang tadinya berharga 7 juta menjadi 8,5 juta per meter kubik. Pembuatan kapal dengan panjang lunas 16 m memerlukan kurang lebih 39 m³ (Karyanto dan Nuraini 2020). Pembuatan kapal penangkapan ikan tradisional di Indonesia yang masih bergantung pada bahan kayu ini akan tetap meningkat seiring peningkatan harga bahan kayu. Hal ini dikarenakan hampir sebagian besar masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir bergantung pada mata pencaharian melaut atau nelayan. Keterbatasan bahan baku kapal yang berdampak pada peningkatan harga tentunya memberatkan nelayan, mengingat dalam membuat satu kapal penangkapan ikan tradisional membutuhkan bahan kayu yang berkualitas dan dalam jumlah banyak. Oleh karenanya dibutuhkan sebuah bahan lain sehingga dapat mengurangi penggunaan kayu pada pembuatan kapal penangkap ikan tradisional yang tidak mengesampingkan kualitas. Studi pustaka ini ditujukan untuk menggali informasi pustaka terkait bahan alternatif pengganti kayu dalam pembuatan kapal penangkap ikan. Pada kajian pustaka ini membahas bahan

alternatif pembuatan kapal ikan yang memungkinkan sebagai pengganti kayu, yang berupa komposit dari bahan plastik dan bahan yang mengandung lignoselulosa, terutama komposit polipropilena dengan pengisi jerami padi atau serat kelapa. Papan alternatif ini mempunyai kelebihan dibandingkan kayu yaitu ukuran, kerapatan, sifat dan kualitasnya dapat disesuaikan (Fauziah *et al.* 2014). Penambahan plastik sebagai perekat dinilai dapat meningkatkan ketahanan papan komposit terhadap rayap serta meningkatkan nilai stabilitas papan (Arao *et al.* 2014; Mirza *et al.* 2020).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama periode bulan Januari hingga Mei 2023. Penelitian dilakukan dengan metode *literature review*. Metode *literature* adalah metode penelitian yang digunakan dalam menganalisis atau mengkaji artikel penelitian terdahulu. Hal ini juga dilakukan untuk mensintesis serta mengevaluasi secara kritis dan mendapatkan berupa informasi sebuah topik penelitian (Hart 2018). Sumber *literature* yang digunakan dapat dari publikasi jurnal nasional ataupun internasional sesuai topik penelitian hasil *review* yang relevan. Hal ini dilakukan guna memberikan jangkauan sumber analisa jurnal hasil *literature review*. Pada *literature review* kali ini digunakan untuk mengkaji penggunaan komposit plastik sebagai bahan substitusi pada kapal penangkapan ikan. Jenis data kualitatif maupun kuantitatif yang didapat selanjutnya dianalisa sebagai bahan pertimbangan dalam pengembangan penelitian selanjutnya. Langkah yang dilakukan yaitu dengan menemukan literatur yang relevan dengan tujuan penelitian dilanjutkan dengan melakukan evaluasi terhadap sumber *literature review*. Setelah proses evaluasi, tahap berikutnya yaitu menyusun garis besar hasil yang didapat dan menyusun ulasan *literature review*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapatkan dari *literature review* berasal dari buku, jurnal, serta *website* resmi pemerintah. Referensi bacaan pustaka dari penelitian berasal dari *review* atau jurnal penelitian serta buku tidak memberikan batasan tahun penerbitan, namun tetap memprioritaskan tahun penerbitan terbaru untuk mendukung pembaruan dalam penelitian nantinya. Pada *literature review* kali ini didapat 18 jurnal nasional, 15 jurnal internasional serta beberapa buku sebagai sumber *review* atau yang tercantum pada daftar pustaka. *Review* jurnal difokuskan pada tema terkait penggunaan papan komposit plastik sebagai bahan kapal penangkap ikan tradisional, komposisi bahan papan komposit plastik serta proses dalam pembuatan papan.

Bahan Alternatif Kapal Penangkap Ikan

Plastik

Material selain kayu yang potensial digunakan sebagai material penyusun kapal penangkap ikan adalah plastik. Pada kriteria kelas awet Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) kapal kayu, menunjukkan akan kelemahan dari bahan baku kayu sebagai pembuatan kapal, seperti sifat kayu yang memiliki kepekaan pada kelembaban, serangan rayap, serapan air serta pelapukan yang secara tidak langsung mengurangi umur pakai. Secara teknis plastik digunakan dalam memenuhi kekurangan yang ada pada material kayu. Plastik memiliki keunggulan; lebih stabil pada proses pelapukan, lebih sederhana pada proses pembuatannya, serta jumlah bahan baku ini lebih banyak dibanding kayu dan harga relatif murah. Plastik merupakan suatu polimer. Polimer adalah suatu bahan yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer. Monomer dengan satu jenis yang sama disebut homopolimer, dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer. Nitroselulosa merupakan jenis plastik yang dibuat pertama kali secara komersial. Bahan plastik pada saat ini mempunyai fungsi yang beragam dengan sangat cepat, beberapa contohnya yaitu pada elektronika, bidang pertanian, bidang tekstil, bidang transportasi, *furniture*, bidang konstruksi bangunan, pembuatan pembungkus kosmetik, mainan anak-anak dan serta produk industri lainnya. Secara umum, plastik bersifat thermoplastik, yaitu dapat diubah

bentuknya dengan adanya panas. Berikut merupakan bahan-bahan yang termasuk plastik termoplastik antara lain: *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS), *High-density Polyethylene* (HDPE), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Low-density Polyethylene* (LDPE), dan *Polyethylene Terephthalate* (PET). Jenis plastik yang paling banyak digunakan adalah *polyethylene* dan *polypropylene*. Namun dalam tulisan ini, akan difokuskan mengenai penggunaan material *polypropylene* sebagai bahan alternatif kapal penangkap ikan.

PP (*Polypropylene*)

Polypropylene merupakan salah satu jenis termoplastik. Plastik jenis ini bisa digunakan untuk matriks dalam pembuatan papan komposit. PP (*Polypropylene*) memiliki kerapatan yang paling rendah dibandingkan dengan jenis plastik HDPE dan LDPE, yaitu berkisar antara 0,855-0,946 g/cm³ serta titik leleh yang tinggi (165-170 °C) sedangkan HDPE (*High Density Polyethylene*) memiliki kerapatan 0,941-0,970 g/cm³ serta titik leleh (127-135 °C) dan kerapatan LDPE (*Low Density Polyethylene*) 0,910-0,940 g/cm³ serta titik leleh 115 °C. Plastik *Polypropylene* memiliki titik kristalisasi 130-135 °C. *Polypropylene* merupakan jenis plastik yang dapat didaur ulang sehingga memiliki potensi sebagai matriks dalam pembuatan komposit plastik dan serat alam.

Komposit

Komposit merupakan sebuah material di mana strukturnya dapat terbentuk lebih dari 2 jenis bahan. Suatu komposit pada umumnya gabungan dari pengisi (*filler*) dan perekat. *Filler* adalah bahan dengan peranan tertentu pada sebuah komposit, salah satunya adalah sebagai penguat. *Natural fiber* atau serat alam adalah bahan pengisi pada suatu komposit yang akan memberikan kelebihan komposit menjadi lebih ringan, tahan lama, ramah lingkungan dan ekonomis. Hal tersebut dikarenakan bahan serat alam dapat dengan mudah diperoleh dari sisa pengolahan produk pertanian. Contoh penggunaan serat alam yaitu sisal, jerami dan serat kelapa dapat digunakan sebagai peningkatan kekuatan pada komposit polimer (Septyanto *et al.* 2021). Pada proses penggabungan campuran material yang memiliki bentuk berupa partikel pada ukuran yang rata-rata sama ke dalam sebuah matriks dapat menghasilkan material baru yang biasa dikenal sebagai *particulate composite*.

Serat alami memiliki beberapa kelebihan jika dipadankan dengan serat sintetis, contohnya seperti serat alam memiliki berat yang lebih ringan, pengolahan bisa dilakukan tanpa bantuan bahan kimia serta tentunya ramah lingkungan. Serat alam merupakan bahan terbarukan dan memiliki kekuatan serta kekakuan yang relatif tinggi juga tidak menyebabkan iritasi pada kulit. Kelebihan lainnya yaitu adalah kualitasnya bisa divariasikan dan memiliki stabilitas panas yang tinggi, oleh karena itu dapat dikembangkan material insulasi termal berbasis serat alam (Nana *et al.* 2020; Mawardi *et al.* 2021).

Jerami Padi

Salah satu serat alam yang ketersediaannya cukup banyak dan banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengisi komposit plastik adalah jerami padi. Jerami padi dapat dikatakan sebagai bagian vegetatif berupa daun, batang dan tangkai dari tanaman padi. Jerami padi didapatkan dari hasil perontokan padi atau pemisahan antara biji padi dengan batang padi. Jerami padi adalah hasil sisa dari produk pertanian padi yang masih belum secara utuh dimanfaatkan dengan adanya aspek ekonomis dan teknis. Pemanfaatan jerami padi ini masih dilakukan oleh beberapa petani dengan menggunakannya sebagai makanan pada hewan ternak di waktu musim kemarau. Pada saat ini jerami padi baru sekitar 31-32% yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sehingga jerami padi masih belum termanfaatkan dengan optimal (Haryo 2013; Yanuartono *et al.* 2019). Jerami padi dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi pada papan komposit. Jerami padi mempunyai kelebihan di mana jumlahnya lebih banyak, mampu terdegradasi alam, sehingga lebih ramah lingkungan. Jerami padi juga memiliki kekurangan yaitu pada umumnya serat pada jerami padi mempunyai ukuran pada serat yang tidak sama di mana dapat

mempengaruhi hasil uji tegangan tariknya. Ukuran diameter serat yang semakin kecil pada jerami padi dapat menghasilkan hasil uji tegang tarik yang lebih tinggi (Nana *et al.* 2020).

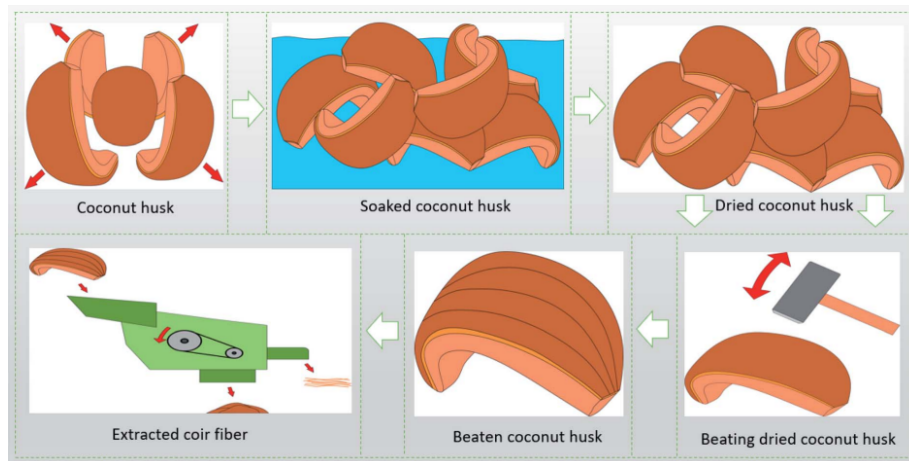


Gambar 1 Pemanenan padi yang menghasilkan jerami padi setelah proses perontokan bulir padi (Ndapamuri *et al.* 2022)

Mallampati *et al.* (2018), melakukan pengamatan dengan pembuatan komposit plastik dengan mencampurkan plastik PP dengan jerami padi. Perbandingan berat plastik PP yang digunakan yaitu (0,5%, 10%, 15%, 20%, 25%) dari berat jerami padi, didapatkan hasil bahwa penggabungan jerami padi ke dalam matriks *polypropylene* menghasilkan peningkatan pada sifat tarik, tekuk dan tekan papan komposit. Penggunaan serat alam seperti jerami padi sebagai penguat komposit polimer dapat dikembangkan karena bahannya yang murah, ringan dan ramah lingkungan (Dinh Vu *et al.* 2018).

Sabut Kelapa

Sabut kelapa (*Cocofiber* atau *coir*) adalah bahan dengan kandungan lignoselulosa yang dapat digunakan sebagai bahan baku pengganti penyusun papan partikel tahan panas (Riza *et al.* 2022). *Coir* adalah bahan berserat yang ditemukan di luar cangkang keras dan lapisan luar kelapa (Kumar *et al.* 2021). Sabut kelapa mengandung lignin, selulosa dan hemiselulosa. Sabut kelapa pada umumnya digunakan sebagai media tanam tak bertanam di bidang pertanian (Hasan *et al.* 2021). *Cocopeat* merupakan produk sampingan dari sabut kelapa. Serbuk sabut kelapa atau *Cocopeat* kelapa dihasilkan dari proses penyaringan atau pemisahan antara serat serat kelapa dengan bagian debu serabut kelapa (Satito *et al.* 2020). *Cocopeat* pada umumnya digunakan sebagai media rumput lapangan *animal bed*, *golf*, filter air biologi, menyerap tumpahan minyak, serta dapat dipergunakan sebagai media tanam pada metode penanaman hidroponik yang memiliki keunggulan dibanding metode lain (Sepriyanto 2018).



Gambar 2 Proses ekstraksi sabut kelapa dari buah kelapa (Hasan *et al.* 2021)



Gambar 3 (a) Serat sabut kelapa (*cocofiber*), (b) Serbuk sabut kelapa (*cocopeat*) (Sepriyanto *et al.* 2018 dan dokumentasi pribadi)

Coupling Agent

Komposit plastik yang memiliki kualitas yang baik dapat terpenuhi ketika partikel serat alam dapat terdistribusi atau tercampur secara merata ke dalam matriks. Pada kenyataannya, kekuatan ikatan antara partikel serat alam dan plastik kurang baik hal ini dikarenakan serat alam memiliki sifat hidrofilik sedangkan plastik memiliki sifat hidrofobik. Susunan gugus hidroksil pada bahan penyusun papan secara tidak langsung akan membentuk sifat hidrofilik pada papan, hal tersebut mengakibatkan rendahnya *interfacial adhesion* atau ikatan antar bahan dengan matriks polimer yang bersifat hidrofobik pada proses pembuatan papan. Rendahnya ikatan antar partikel ini dapat mengakibatkan menurunnya sifat fisik serta mekanik papan komposit (Wardani *et al.* 2013). Guna meningkatkan adhesi/ikatan antar serat dengan matriks di dalam komposit dapat dilakukan dengan penggunaan *coupling agent* (Idawati *et al.* 2014). Ikatan antarmuka yang buruk dari matriks serat-polimer alami menyebabkan sifat mekanik dan termal yang lebih rendah pada produk akhirnya. Oleh karena itu, peningkatan adhesi antar muka perlu dipertimbangkan (Techawinyutham *et al.* 2016). Hal ini sesuai dengan penelitian Mohammadi *et al.* (2016), di mana *coupling agent* meningkatkan kekuatan lentur dan kekuatan tarik. *Coupling agent* digunakan sebagai bahan penghubung untuk meningkatkan ikatan bahan matriks dengan bahan penguat, agar membuat bahan komposit berkinerja lebih baik. *Coupling agent* dapat berperan juga sebagai bahan yang mencegah terbentuknya gumpalan pada papan komposit akibat adanya pencampuran bahan yang kurang homogen. Pemilihan *coupling agent* umumnya disesuaikan dengan pemilihan matriks atau zat penghubung. Hal ini dilakukan untuk memastikan kompatibilitas antara matriks dan zat penghubung, contohnya seperti *Maleic Anhydride Polypropylene* (MAPP) yang mencangkokkan *Maleic Anhidrida* (MA) ke *polypropylene* (PP) (*Pickering*). semua metode untuk meningkatkan ikatan antar muka, penggabungan dengan MAPP dapat dianggap sebagai yang paling berhasil. Telah terbukti memberikan hampir dua kali lipat kekuatan

komposit. Peningkatan kinerja mekanik dengan penambahan MAPP karena kemampuannya untuk membasahi serat dan meningkatkan dispersinya (Bera *et al.* 2010; Franco-Marquès *et al.* 2011). Penambahan *coupling agent* dapat meningkatkan sifat mekanik komposit. *Coupling agent* berfungsi memperbaiki ikatan antara material matriks dan material penguat sehingga sifat-sifat komposit jadi lebih baik (Prasetyo & Wisnu 2013).

Kondisi Proses Pencampuran Plastik dan Serat Alam

Selain faktor komposisi material penyusun komposit, hal lain yang memberikan pengaruh pada kekuatan mekanik papan yaitu ketika proses pencampuran plastik dan serat alam atau proses pembentukan komposit yaitu tekanan dan temperatur. Pengadukan, tekanan dan panas pada proses pencetakan *Wood Plastic Composite* (WPC) akan membuat matriks yang bersifat *thermoplastic* dapat terdistribusi secara merata (Waluyo *et al.* 2020; Riza *et al.* 2022). Tekanan pada saat pengempaan dapat mengakibatkan ikatan antar muka matriks dan penguat (serat alam) menaikkan dan menurunkan akan terjadinya gelembung atau *void* dan cacat berpori (Saputra *et al.* 2013).

Penelitian Terkait Papan Komposit

Papan Komposit dengan matriks Polipropilena (PP)

Pada penelitian (Dedi & Yulianto 2020), plastik PP dicampur dengan serat buah kelapa sawit. Kelapa sawit adalah jenis tanaman budidaya yang mampu menghasilkan minyak nabati berupa *Crude Palm Oil* (CPO). Serat buah kelapa sawit mengandung protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (yang 26% nya merupakan lignin). Untuk pembuatan komposit, serat buah kelapa sawit dipotong dan diayak sehingga menghasilkan partikel yang seragam, berukuran 16 *mesh*. Komposit dibuat dengan perbandingan komposisi antara serat buah kelapa sawit dan PP sebesar 80%:20% PP, 75%:25% PP, 70%:30% PP. Proses pengempaan dilakukan pada suhu 190 °C dengan waktu 15 menit. Tekanan pengempaan berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan sifat mekanis papan komposit. Pernyataan serupa juga disampaikan pada penelitian (Waluyo *et al.* 2020). Pada penelitian Umam *et al.* (2017), bahan yang digunakan yaitu berupa serat kulit batang sagu dengan ukuran potongan panjang 30 cm, plastik jenis *polypropylene* (PP), bambu tali dan finir meranti putih dibuat dengan ukuran tebal kurang lebih 1 mm serta panjang 30 cm. Papan komposit dibuat pada cetakan dengan ukuran 30 cm x 30 cm dan tebal 1 cm serta target kerapatan 0,7 g/cm³. Pengempaan dilakukan dengan menggunakan kempa panas (*hot pressing*) dengan suhu 180 °C dan tekanan ± 25 kgf/cm² selama 10 menit. Selain ukuran serat, jenis kayu (berat jenis rendah atau tinggi), terdapat pengaruh dari struktur kayu yang digunakan dan atau partikel, suhu pengempaan dan jenis perekat yang digunakan terhadap karakteristik papan yang dihasilkan.

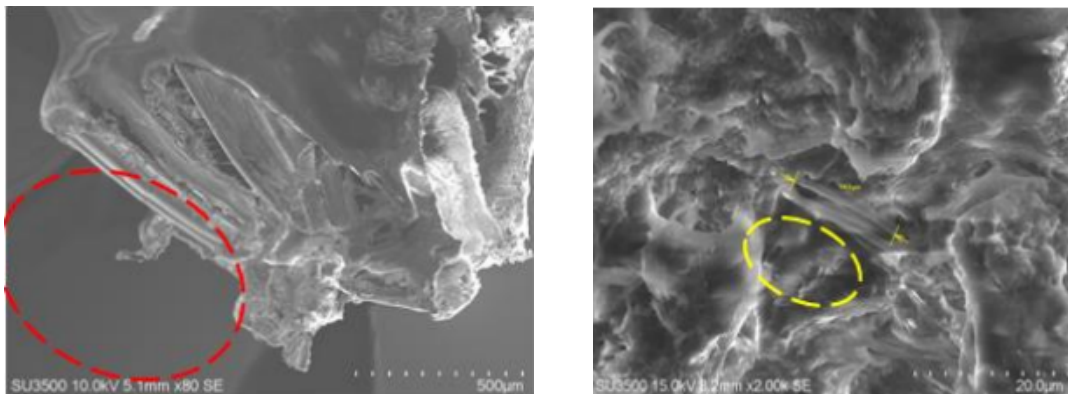
Hal lain yang mempengaruhi karakteristik papan komposit PP dan serat alam adalah lemahnya interaksi atau *interfacial adhesion* antara permukaan PP dengan partikel serat alam, penyebaran partikel serat alam yang kurang merata di seluruh matriks PP, transfer (perpindahan) tegangan antara fase yang rendah yang kemudian dapat menyebabkan mutu kekompakan atau kesesuaian (*compatibility*) menjadi kurang baik yaitu antara PP dengan partikel serat alam yang lemah (Nurjannah *et al.* 2015).

Selain menggunakan biji plastik PP yang murni (*virgin*), pembuatan komposit juga dapat memanfaatkan biji plastik PP daur ulang. Penggunaan plastik PP daur ulang yang masuk dalam kategori termoplastik memiliki kelebihan dapat didaur ulang dengan cara pemanasan, sedangkan matriks yang bersifat *thermoset* umumnya memiliki sifat termal yang tinggi namun tidak dapat didaur ulang, jika dipanaskan akan rusak sekaligus tidak dapat kembali seperti semula. Plastik PP juga memiliki kelebihan biaya produksi yang rendah, fleksibilitas, transparansi dan memiliki stabilitas dimensi yang lebih baik dibandingkan dengan jenis polimer lainnya. Namun keberadaan gugus -OH pada serat alam menyebabkan interaksi yang kurang baik antara PP dengan serat pengisi pada papan komposit yang

akan menurunkan sifat mekanik dan stabilitas panas. Masalah tersebut dapat diatasi dengan metode perlakuan fisik atau kimia (Dinh Vu *et al.* 2018).

Papan Komposit dengan Bahan Pengisi berupa Jerami Padi

Komposit berbahan jerami dan perekat *thermoset* telah diteliti Anita *et al.* (2013), yang melakukan penelitian papan komposit dengan bahan jerami dan perekat urea formaldehida (UF). Ukuran partikel yang digunakan $\pm 0,5$ cm. Selanjutnya partikel jerami dikeringkan pada oven dengan suhu 103 ± 2 °C sampai memiliki kadar air $\pm 5\%$. Papan komposit dibuat dengan kombinasi variasi berat komposisi 450 g, 540 g, 630 g serta kadar perekat urea formaldehida (UF) bervariasi 12%, 14%, 16%. Papan komposit dibuat pada cetakan ukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm. Semua bahan kemudian diaduk hingga homogen secara manual, selanjutnya dimasukkan pada cetakan yang telah disiapkan. Kemudian diberi tekanan pertama, selanjutnya dilakukan proses pengempaan panas pada suhu 140 °C dengan tekanan sebesar 27 kg/cm² dengan durasi 10 menit. Setelah proses kempa, papan komposit kemudian didiamkan selama ± 1 minggu sehingga didapatkan hasil perekatan sempurna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa papan komposit yang dihasilkan memiliki kerapatan yang rendah hingga sedang yaitu dalam rentang 0,44 g/cm³-0,53 g/cm³. Pada penelitian Wahyuni *et al.* (2019), yang menggunakan bahan berupa jerami padi dan *polypropylene* menunjukkan hasil semakin kecil ukuran partikel jerami padi akan meningkatkan kekuatan tarik.



Gambar 4 (a) *Filler size 10-35 mesh* dan (b) *Filler size 325 mesh* (Wahyuni *et al.*, 2019)

Mikrograf SEM pada Gambar 4 menunjukkan bahwa komposit dengan ukuran *filler 18-35 mesh* (dengan pembesaran 80 X dalam lingkaran merah) memiliki *void* yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran *filler 325 mesh* (Gambar 4 dengan pembesaran 2000 X). Semakin besar rongga akan menurunkan kekuatan tarik komposit. Diamati juga bahwa pengisi berukuran lebih kecil dapat terdistribusi lebih seragam dalam matriks daripada partikel yang lebih besar (Wahyuni *et al.* 2019).

Papan Komposit dengan Bahan Pengisi berupa Serat Kelapa

Penelitian Hidanto (2019), menggunakan serbuk limbah gergaji kayu, tandan kelapa sawit, tempurung kelapa serta resin untuk perekat. Pertama, tandan kelapa sawit direndam dalam air panas bersuhu 100 °C selama 2 jam untuk mengeluarkan zat ekstraktif yang dapat mencegah pengikat bereaksi dengan komponen selulosa. Ukuran butir yang digunakan adalah tandan buah sawit yang diayak dengan ukuran 50 *mesh*, dan ukuran serbuk tempurung kelapa serta serbuk gergaji kayu lolos diayak 100 *mesh*. Hasil saringan dibagi lima komponen dengan perbandingan serbuk gergaji kayu (meranti): tempurung kelapa adalah 25:5, 20:10, 15:15, 10:20, 5:25. Permukaan sampel dihaluskan dengan tutup yang disediakan pada cetakan dan di *press* dengan *hot press* kapasitas beban 2000 kg disuhu 150 °C untuk bagian atas serta bawah pada kurun waktu 10 menit. Pada hasil uji fisis hasil terbaik didapat pada papan komposit dengan komposisi 5:25 dengan nilai densitas 0,97 g/cm³, kadar air papan terendah 0,89% dan daya serap air terendah 15,17% . Hasil uji mekanis papan komposit terbaik pada komposisi 25:5 dengan nilai *modulus of elasticity* (MOE) sebesar 984,93 kg/cm² dan *modulus of rupture* (MOR)

tertinggi 199,91 kg/cm². Hasil uji sifat mekanis dan sifat fisis pada papan telah sesuai dengan standar yang digunakan yaitu SNI 03-2105-2006 kecuali pada nilai uji MOE dan densitas.

Roza *et al.* (2015), melakukan penelitian dengan bahan yang digunakan antara lain serbuk sabut kelapa, kayu sengon, pengikat urea formaldehida (UF), emulsi 25% (parafin) 40% dan katalis (NH₄CL). Komponen yang digunakan adalah serbuk serat kelapa dan kayu sengon. Bahan kayu sengon diayak dengan ayakan ukuran 10 *mesh* dan serbuk serat kelapa tertahan dengan ayakan 40 *mesh*, kemudian kedua bahan tersebut dimasukkan ke dalam oven untuk mengurangi kadar air hingga ± 5%. Papan dicetak dengan dimensi 30 cm x 30 cm x 1 cm serta target kerapatan 0,6 gr/cm³, menghasilkan berat bahan baku 540 gr. Papan diproduksi dengan 100% bahan kayu sengon: 0% serbuk serat kelapa serta 80% kayu sengon: 20% serbuk serat kelapa. Konsentrasi pengikat adalah 12% urea formaldehida, 14% berat bahan. Campuran bahan serat alam dan bahan pengikat dicetak dengan cetakan kayu dan diawetkan dengan pengepresan panas selama 8 menit dengan tekanan 25 kg/cm² pada suhu 140 °C. Komposisi bahan baku berpengaruh signifikan terhadap nilai absorbansi, MOE dan MOR. Papan terbaik adalah papan dengan komposisi bahan baku 80% kayu sengon: serbuk sabut kelapa 20% dengan konsentrasi pengikatan 16%. Dalam penelitian yang dilakukan Obasi *et al.* (2021), selain komposisi bahan baku ukuran partikel juga berpengaruh dalam meningkatkan kekuatan mekanik papan komposit. Papan yang dibuat dapat diaplikasikan sebagai material yang tidak membutuhkan beban besar seperti insulasi dinding, furnitur dan partisi.

Persyaratan Material Kapal Penangkapan Ikan

Berdasarkan peraturan Biro Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut (BKI) terkait peraturan kapal kayu, ada beberapa hal yang harus dipenuhi dalam pembuatan kapal kayu. Bahan yang digunakan dalam pembuatan kapal kayu harus memenuhi persyaratan berikut:

- “Untuk lunas, linggi haluan dan linggi buritan, wrang, gading-gading, balok buritan, tutup sisi geladak: kayu dengan berat jenis minimum 700 kg/m³”
- “Pada gading-gading yang berlapis (laminat), lapisan tengah boleh dibuat dari kayu yang lebih ringan (minimum 450 kg/ml), dengan ketentuan tebal seluruhnya dari lapisan tengah tidak boleh melebihi 30% tebal gading-gading.”
- “Untuk kulit luar, balok geladak, galar balok, lutut balok, penumpu geladak, dudukan mesin, kayu mati dan lain-lain: kayu dengan berat jenis minimum 560 kg/m³.”
- “Untuk geladak dan galar bilga: kayu dengan berat jenis minimum 450 kg/m³.”
- “Berat jenis kayu berlaku dengan kelembaban sebesar 15%.”
- “Bila dipergunakan kayu yang lebih ringan dari apa yang dijelaskan di atas maka ukuran konstruksi masing-masing harus diperbesar (untuk papan tebalnya, untuk gading-gading balok geladak dan penegar sekat modulus penampangnya, untuk lunas luas penampangnya) sesuai dengan perbandingan berat jenis minimum kayu menurut peraturan, terhadap berat jenis kayu sebenarnya.”

Pada aturan kelas kuat dan kelas awet BKI mensyaratkan untuk bagian konstruksi yang penting harus dipergunakan kayu dengan mutu minimum kelas kuat III dan kelas awet III. Sedangkan ketentuan untuk bangunan atau bagian di atas garis air kayu yang dipergunakan yang penting harus baik, sehat, tidak ada celah dan tidak ada cacat-cacat yang dapat membahayakan dan harus mempunyai sifat mudah dikerjakan. Kayu yang tidak tahan terhadap air, cuaca, jamur dan serangga tidak boleh dipergunakan. Oleh karenanya penggunaan papan komposit plastik pada kapal penangkap ikan tradisional bila akan digunakan sebagai lunas, linggi haluan, linggi buritan, wrang, gading gading, balok buritan, tutupan sisi geladak harus memiliki densitas kayu sebesar 700 kg/m³, penggunaan untuk bagian lain boleh kurang dari densitas tersebut namun harus memiliki kelembaban sebesar 15% serta memenuhi standar kelas kuat dan kelas awet yang tertera pada BKI 1996.

Bahan Kapal Penangkap Ikan dan Penelitian Terkait Material Komposit Kapal Penangkap Ikan

Direktorat Jendral Perikanan Tangkap menunjukkan hampir 90% kapal tradisional perikanan tangkap berbahan dasar kayu. Pembuatan kapal ikan tradisional dengan kayu ini dianggap lebih mudah dalam pembuatannya karena tidak memerlukan penggunaan teknologi tinggi, serta harganya relatif murah. Pembuatan kapal ikan tradisional berbahan dasar kayu juga memiliki beberapa kekurangan seperti perlunya bahan tambahan sebagai pengawetan dari organisme yang dapat merusak serta pelapukan kayu. Oleh karena kapal ikan tradisional berbahan kayu memerlukan perbaikan atau pengecekan (*docking*) kurang lebih 6 bulan sekali (Huwae & Santoso 2016). Selain itu, kayu memiliki sifat *non-isotropic* (mempunyai sifat-sifat mekanis tidak sama ke berbagai arah) (Bochary & Larengi 2012). Bahan pembuatan kapal penangkapan ikan yang lain saat ini adalah *fiberglass*. Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Republik Indonesia pada tahun 2016 memberikan bantuan kapal penangkapan ikan sebanyak 754 semuanya berbahan dasar *fiberglass*. 754 kapal tersebut terdiri dari kapal ukuran 3 GT 371 unit, ukuran 5 GT 185 unit, ukuran 10 GT 120 unit, kapal ukuran 20 GT 60 unit dan kapal ukuran 30 GT 18 unit. Meskipun *fiberglass* umumnya merupakan suatu bahan yang dapat digunakan pada semua bagian konstruksi pada kapal, akan tetapi serat *fiberglass* merupakan serat sintesis dengan sifat limbah yang sulit untuk dilakukan proses pengolahan kembali sehingga dapat menyebabkan polusi pada lingkungan. *Fiberglass* tidak bisa terurai serta akan mengkontaminasi lingkungan karena memiliki sifat anorganik. *Fiberglass* yang dibuat dari bahan serat kaca (*mate*) dapat mengakibatkan iritasi kulit atau gatal ketika bersentuhan pada kulit. Material *fiberglass* dibuat dari bahan kimia serta serat kaca yang sulit untuk terdegradasi secara alami. Proses daur ulang *fiberglass* dapat dilakukan dengan cara mekanik namun proses mekanik tersebut menghasilkan gas CO dan debu berbahaya bagi kesehatan sehingga diperlukan bahan baku alternatif dengan risiko lebih rendah dan ramah lingkungan (Iswidodo *et al.* 2022).

Penelitian terkait pemanfaatan bahan alternatif plastik komposit pada pembuatan kapal penangkap ikan masih minim dilakukan. Iswidodo *et al.* (2022), melakukan penelitian dengan pencampuran antara resin *epoxy* dengan serat pelepah kelapa. Hasil uji tarik ASTM D638-02 menunjukkan penambahan serat lebih banyak tidak menentukan kekuatan tarik serta pada uji *bending* ASTM D790-03 menunjukkan hasil penambahan serat kelapa akan meningkatkan nilai kelenturan. Pada penelitian Widodo (2018), menggunakan bambu laminasi sebagai pembangunan kapal perikanan. Hasil didapatkan adanya peningkatan 40% kekuatan mekanis pada komposit laminasi bambu serta memenuhi persyaratan bahan untuk pembangunan kapal non baja sesuai BKI. Hal ini juga sesuai dengan penelitian (Manik *et al.* 2022), yang menggunakan bambu apus (*Gigantochloa apus*) dengan serat fiber. Laminasi bambu dibuat dengan arah serat 450/-450. Hasil menunjukkan penggunaan serat bambu yang tipis serta jumlah lapisan laminasi dapat meningkatkan kekuatan mekanik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan bahasan yang telah disampaikan, pada pembuatan papan komposit, ukuran partikel mempengaruhi kekuatan papan komposit. Ukuran partikel yang seragam menyebabkan bahan penyusun papan komposit akan saling mengikat dan menghasilkan kualitas papan komposit yang jauh lebih baik. Selain itu komposisi bahan, jumlah matriks juga perlu diperhatikan serta perlu penambahan *coupling agent*, atau *compatibilizer* dan inisiator guna meningkatkan nilai antara ikatan serat alam atau filler dengan perekat papan komposit sehingga diharapkan papan komposit memiliki sifat kekuatan dan ketahanan yang lebih baik. Papan komposit yang dibuat dapat digunakan sebagai material yang tidak membutuhkan beban besar seperti insulasi dinding, partisi dan *furniture*. Penggunaan papan komposit sebagai bahan pembuatan kapal penangkap ikan harus mempertimbangkan peraturan sesuai dengan BKI.

Hasil ulasan atau *literature review* yang didapat menggambarkan kekuatan papan plastik komposit yang masih terbatas pada penggunaan papan sebagai bahan papan yang tidak bisa diberikan

pembebanan besar. Oleh karena itu penulis menyarankan untuk melakukan kajian lebih lanjut dalam hal komposisi bahan papan serta metode pembuatan papan komposit plastik sehingga didapat papan yang diharapkan dapat memiliki nilai kekuatan yang lebih baik. Kekuatan papan yang semakin baik nantinya dapat dilanjutkan dengan kajian lanjutan dalam pengaplikasiannya pada media lain (bahan kapal penangkap ikan).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang memberikan fasilitas penelitian di *Integrated Laboratory of Bioproduct (iLAB)*-BRIN.

DAFTAR PUSTAKA

- Anita GL, Dirhamsyah, Setyawati D. 2013. Sifat Fisik Mekanik Papan Partikel Jerami Padi. *Jurnal Hutan Lestari* 3(1): 458-465. doi:10.26418/jhl.v1i1.4123.
- Arao Y, Nakamura S, Tomita Y, Takakuwa K, Umemura T, & Tanaka T. 2014. Improvement on fire retardancy of wood flour/polypropylene composites using various fire retardants. *Polymer degradation and stability*. 100: 79-85.
- Badan Standar Nasional. 2006. Jenis Kayu untuk Bangunan Perkapalan. Standar Nasional Indonesia SNI 01-7210-2006.
- Bera M, Alagirusamy R, Das A. 2010. A study on Interfacial Properties Of Jute-PP Composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites* 29(20): 3155–3161. doi:10.1177/0731684410369723.
- Biro Klasifikasi Indonesia. 1996. Buku Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Kayu. Jakarta. Biro Klasifikasi Indonesia.
- Bochary L, Larengi F. 2012. Alternatif Penggunaan Gading Baja pada Pembangunan Kapal Kayu 30 GT. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTEK)* 10(2): 145-156.
- Dedi Kurniawan A, Yulianto D. 2020. Utilization Of Palm Oil Fiber Waste And Recycled Plastic (Polypropylene) As Particle Board Composite Materials. *Journal of Renewable Energy & Mechanics (REM)* E-ISSN 03:2614–8315. Available from <http://journal.uir.ac.id/index.php/>. Vol 03(2): 60-70. doi: 10.25299/rem.2020.vol3(02).4884.
- Dinh Vu N, Thi Tran H, Duy Nguyen T. 2018. Characterization of Polypropylene Green Composites Reinforced by Cellulose Fibers Extracted from Rice Straw. *International Journal of Polymer Science*. Hindawi Limited. Volume 2018, Article ID 1813847. Page 1-10. doi: 10.1155/2018/1813847.
- Fauziah, Wahyuni D, dan Lapanporo B P. 2014. Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel Berbahan Dasar Sekam Padi. *Positron*. 4(2): 60-63.
- Franco-Marquès E, Méndez JA, Pèlach MA, Vilaseca F, Bayer J, Mutjé P. 2011. Influence of coupling agents in the preparation of polypropylene composites reinforced with recycled fibers. *Chemical Engineering Journal* 166(3): 1170–1178.
- Hart C. 2018. *Doing a literature review: Releasing the research imagination*. Sage Publication Ltd. ISBN 978-15264-1920-0
- Haryo Bimo Setiarto R. 2013. Prospek dan Potensi Pemanfaatan Lignoselulosa Jerami Padi Menjadi Kompos, Silase dan Biogas Melalui Fermentasi Mikroba. *Selulosa* 3(2): 51–66. doi: 10.25269/jsel.v3i02.44.

- Hasan KMF, Horváth PG, Bak M, Alpár T. 2021. A State of The Art Review on Coir Fiber-Reinforced Biocomposites. Royal Society of Chemistry. 11(18): 10548-10571.
- Hidanto W. 2019. Analisis Pengaruh Komposisi Serbuk terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Papan Partikel dari Tandan Kosong Kelapa Sawit, Serbuk Kayu dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Fisika Unand* 8(2): 106-112 . doi: 10.25077/jfu.8.2.106-112.2019.
- Huwae J, Santoso H. 2016. Pojok Ilmiah Laminasi Fiberglass Sebagai Alternatif Untuk Melindungi Konstruksi Lambung Kapal Kayu. *Buletin Matric* 13(2): 29-33.
- Idawati, Setyawati D, Nurhaida, Diba F. 2014. Kualitas Papan Komposit Batang Kelapa Sawit (Elaeis Guineensisjacq) dan Limbah Plastik Polipropilena Berbagai variasi Rasio dan Penambahan Maleic Anhydrid. *Jurnal Hutan Lestari* 2(3): 546-554. doi: 10.26418/jhl.v2i3.8542.
- Iswidodo W, A RAL, Prasetyo T. 2022. Pemanfaatan Serat Pelepah Kelapa dalam Pembuatan Komposit sebagai Bahan Lambung Kapal. In *Proceeding Technology of Renewable Energy and Development Conference Vol. 2(2022)*: 50-58.
- Karyanto K, & Nurani T W. 2020. Kajian pasokan dan kebutuhan kayu untuk pembuatan kapal di Kabupaten Batang Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap*. 5(2):54-61.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2020. DJPT. [diakses 7 Mei 2023]. Tersedia pada: <https://kkp.go.id/djpt/artikel/18709-kkp-berikan-berbagai-kemudahan-untuk-masyarakat-perikanan-di-tengah-pandemi-covid-19>.
- Kumar S, Shamprasad MS, Varadarajan YS, Sangamesha MA. 2021. Coconut coir fiber reinforced polypropylene composites: Investigation on fracture toughness and mechanical properties. Pages 2471–2476 *Materials Today: Proceedings*. Elsevier Ltd.
- Mallampati M, Raju B, KrishnaM T. 2018. Evaluation of Mechanical Properties of Rice Straw Fibre Polypropylene Composites. Page SSRG International Journal of Mechanical Engineering (SSRG-IJME)-Special Issue. Available from <http://www.internationaljournalsssrg.org>. Vol. 4, Issue 1(Version 2), page 182-187. ISSN: 2248-9622.
- Manik P, Samuel S, Tuswan T, Jokosisworo S, Nadapdap RK. 2022. Mechanical Properties of Laminated Bamboo Composite as A Sustainable Green Material For Fishing Vessel: Correlation Of Layer Configuration In Various Mechanical Tests. *Journal of the Mechanical Behavior of Materials* 31(1): 673–690. De Gruyter Open Ltd.
- Mawardi I, Rizal S, Aprilia S, Faisal M. 2021. Kajian Stabilitas Termal Bahan Baku Material Insulasi Panas Berbasis Serat Alam: Kayu Kelapa Sawit dan Serat Rami. *Jurnal Polimesin* 19(1): 16-21. doi: 10.30811/jpl.v19i1.2007.
- Mirza H, Mahdie MF, dan Thamrin GAR. 2020. Sifat fisik dan mekanik papan partikel dari serbuk gergajian kayu sengon laut (*Paraserianthes falcataria*) menggunakan perekat PVAC. *Jurnal Sylva Scienteeae*. 3(5), 855-867.
- Mohammadi H, Mirmehdi S, Hugen LN. 2016. Rice Straw/Thermoplastic Composite: Effect of Filler Loading, Polymer Type and Moisture Absorption on The Performance. *Cerne* 22(4): 449–456. Federal University of Lavras. doi: 10.1590/01047760201622042192.
- Nana CN, Fikri A, Rizal A. 2020. Pengaruh Panjang Serat Jerami Terhadap Tegangan Tarik pada Komposit untuk Aplikasi Mobil Listrik. *Jurnal Fakultas Teknik UNISA Kuningan* 1(1): 5-8.
- Ndapamuri MH, Epa MP, Andung VUT, Koedoe W. 2022. Sistem Penanganan Pasca Panen Padi di Kecamatan Lewa. *Jurnal Agro Indragiri* 7(2): 32-38. doi.org/10.32520/jai.v4i1

- Nurjannah, Hernawati, Rahmaniah. 2015. Analisis Papan Komposit dari Limbah Plastik Polypropylene (PP) dan Sekam Padi. *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya* 2(1): 23-32. doi: 10.24252/jft.v2i0.16889.
- Obasi HC, Mark UC, Mark U. 2021. Improving The Mechanical Properties Of Polypropylene Composites with Coconut Shell Particles. *Composites and Advanced Materials*. SAGE Publications vol 30(1): 1–10 doi: 10.1177/26349833211007497.
- Prasetyo D, Wisnu RW. 2013. Pengaruh Penambahan Coupling Agent Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Polyester-Cantula Dengan Anyaman Serat 3d Angle Interlock. *Mekanika* 12(1): 1-12.
- Riza M, Aprilia S, Razali N, Rabani Fikry M, Saputra H. 2022. Characterization of Eco-Friendly Composite Board as a Heat Insulator Based on Polypropylene Waste with Coconut Coir Filler. *Journal of Applied Technology* 1(9): 7–15.
- Roza D, Dirhamsyah M, Nurhaida. 2015. Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel dari Kayu Sengon (*Paraserianthes Falcataria*. L) Dan Serbuk Sabut Kelapa (*Cocos Nucifera*.L). *Jurnal Hutan Lestari* 3(3): 374–382. doi: 10.26418/jhl.v3i3.11210.
- Saputra W, Diharjo K, Wisnu WiR. 2013. Pengaruh Tekanan Pengepresan Terhadap Kekuatan Geser Tekan dan Bending Komposit Limbah Kertas HVS-Sekam Padi. *Jurnal Kajian Teknologi* 9(2): 127-133.
- Satito A, Hariyanto, Supandi. 2020. Rancang Bangun Mesin Pengurai Sabut Kelapa Menjadi Cocopeat dan Cocofiber dalam Upaya Penganekaragaman Produk Pada Kelompok Tani “Sumber Rejeki”. In *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat* vol. 3, No. 1: Pages 711–722.
- Sepriyanto. 2018. Alat Pengurai Sabut Kelapa dengan Blade Portable Untuk Menghasilkan Cocofiber dan Cocopeat. *Jurnal Civronlit Unbari* 3(1): 46-54. doi: 10.33087/civronlit.v3i1.31.
- Septyanto Putro T, Yeni D, Pratiwi R. 2021. Pengaruh Panjang Serat Jerami Terhadap Karakteristik Kuat Tarik Komposit. *Journal of Science Nusantara* 1(2): 11-15.
- Techawinyutham L, Frick A, Siengchin S. 2016. Polypropylene/Maleic Anhydride Grafted Polypropylene (MAGPP)/Coconut Fiber Composites. *Advances in Mechanical Engineering*, 8(5):1-9, 1687814016645446.
- Trimulyono A, Amiruddin W, Purwanto ED, Sasmito B, Perkapalan JT. 2015. Kajian Penggunaan Program Aplikasi Desain Kapal Tradisional Pada Galangan Kapal Kayu di Kabupaten Batang. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*. 12(3): 139-144.
- Umam T, Setyawati D, Diba F. 2017. Kualitas Papan Komposit Serat Kulit Batang Sagu dan Plastik Polipropilena (PP) Berlapis Finir dan Bambu. *Jurnal Hutan Lestari*. 5(4): 942–951. doi: 10.26418/jhl.v5i4.22837.
- Wahyuni NLE, Soeswanto B, Aulia H, Fadhilah RA. 2019. The Effects of Rice Straw Weight Fraction and Particle Size on Thermal Conductivity and Mechanical Properties of Polypropylene Composite. *Journal of Physics: Conference Series* vol 1295(1):1-8. doi: 10.1088/1742-6596/1295/1/012067.
- Waluyo R, Royanto Ahmad A, Nurrachmad A, Ibn Khaldun Bogor U. 2020. Pengaruh Tekanan Pengepresan Terhadap Sifat Mekanis Wood Plastic Composite (WPC) Campuran Recycle HDPE dan Serbuk Gergaji Kayu. *Prosiding LPPM UIKA Bogor*, [S.l.], Vol oct. 2020(1): 98-106. ISSN 2477-4014. Available at: <<https://pkm.uikabogor.ac.id/index.php/prosiding/article/view/633>>.
- Wardani L, Massijaya MY, Machdie MF. 2013. Pemanfaatan Limbah Pelepah Sawit dan Plastik Daur Ulang (RPP) sebagai papan komposit plastik. *Jurnal Hutan Tropis*. Vol 1(1):46-53. doi:10.20527/jht.v1i1.1483.

- Widodo AB. 2018. Karakterisasi Bambu Laminasi Sebagai Bahan Pembangunan Kapal Perikanan. *Archipelago Engineering (ALE) Proceeding*, 2018(1): 16-25.
- Yanuartono Y, Indarjulianto S, Purnamaningsih H, Nururrozi A, Raharjo S. 2019. Fermentasi: Metode untuk Meningkatkan Nilai Nutrisi Jerami Padi. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 14(1): 49-60. doi: 10.31186/jspi.id.14.1.49-60.