

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN ÉP VÀ LOẠI KEO DÁN ĐẾN TÍNH CHẤT CẤU KIỆN GỖ HÌNH CHỮ C

Nguyễn Đức Thành¹, Đào Thanh Hải², Nguyễn Văn Định¹, Trần Văn Vũ¹

¹*Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*

²*Khoa Nông Lâm, Trường Đại học Tây Bắc*

TÓM TẮT

Bài viết trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của 03 cấp thời gian ép và 02 loại keo dán đến tính chất cơ học và vật lý của cấu kiện gỗ ép định hình hình chữ C sử dụng ván bóc gỗ Keo tai tượng. Kết quả cho thấy, cả hai yếu tố thời gian ép và loại keo đều ảnh hưởng rõ rệt đến các tính chất cơ học và vật lý của cấu kiện. Trong đó, thời gian ép đóng vai trò quyết định đến hiệu quả liên kết. Với keo Phenol-resorcinol-formaldehyde (PRF), thời gian ép phù hợp là 12 h (gồm 5 h ép nguội định hình và 7 h duy trì trên thiết bị ghép nối). Đối với keo Emulsion polymer isocyanate (EPI), thời gian ép thích hợp là 10 h (5 h ép nguội và 5 h duy trì). So sánh giữa hai loại keo cho thấy cấu kiện sử dụng keo PRF có tính chất cơ lý cao hơn từ 20 đến 30% so với keo EPI. Theo tiêu chuẩn TCVN 12619 - 2:2019, cấu kiện sử dụng keo PRF đạt mức chất lượng tương đương gỗ nhóm III. Kết quả đánh giá khả năng chống tách lớp và độ bền màng keo cũng khẳng định tính ưu việt của PRF trong điều kiện ẩm và môi trường ngoài trời. Kết quả này là cơ sở khoa học cho việc phát triển cấu kiện gỗ định hình kích thước lớn, dạng chữ I hoặc hộp rỗng từ các cấu kiện gỗ hình chữ C, góp phần mở rộng ứng dụng trong xây dựng và sản xuất đồ gỗ nội thất trên nền nguyên liệu từ rừng trồng.

Từ khóa: Ép định hình, gỗ kết cấu, keo dán, Keo tai tượng, tính chất vật lý - cơ học.

STUDY ON THE EFFECTS OF PRESSING TIME AND ADHESIVE TYPE ON THE PROPERTIES OF C-SHAPED MOLDED WOOD COMPONENTS

Nguyen Duc Thanh¹, Dao Thanh Hai², Nguyen Van Dinh¹, Tran Van Vu¹

¹*Research Institute of Forest Industry*

²*Faculty of Agriculture and Forestry, Tay Bac University*

SUMMARY

In this article, the effects of pressing time and adhesive type on the properties of *Acacia mangium* veneer-based composite (VCB) was investigated. The results indicated that both pressing time and adhesive type significantly influenced the physical and mechanical properties of the VCB. Pressing time was found to be a critical factor for bonding performance. As for Phenol-resorcinol-formaldehyde (PRF) adhesive, the optimal pressing time was 12 hours (comprising 5 hours of cold molding press and 7 hours of clamping during assembly). Meanwhile, Emulsion polymer isocyanate (EPI) adhesive required a total of 10 hours (5 hours of cold pressing and 5 hours clamping). There was a clear distinction between the properties of components bonded with PRF and those bonded with EPI, reflecting the different bonding mechanisms. Overall, the VCB bonded with PRF showed 20 - 30% higher than EPI in terms of strength and dimensional stability. According to the Vietnamese standard TCVN 12619 - 2:2019, PRF-bonded components met the requirements equivalent to group III of solid wood. Delamination and glue line assessments further confirmed the superior moisture and weather resistance of PRF-bonded assemblies. These findings provide a scientific foundation for the development of large-sized structural wood components, such as I-beams and hollow box sections, based on C-shaped modular elements, thereby enhancing the application potential in construction and furniture manufacturing using plantation wood.

Keywords: *Acacia mangium*, adhesive, forming press, physico-mechanical properties, structural lumber.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vật liệu gỗ ép định hình kích thước lớn từ ván bóc đang ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực xây dựng, nội thất và sản xuất đồ mộc (Gilbert *et al.*, 2014). Loại vật liệu này được chế tạo bằng cách ép nhiều lớp ván bóc dưới áp suất và nhiệt độ thích hợp, kết hợp với keo dán chuyên dụng, cho phép tạo ra các cấu kiện có kích thước lớn (Gilbert *et al.*, 2018; Grabner *et al.*, 2016). Gỗ ép định hình lõi rỗng có nhiều ưu điểm nổi bật như khối lượng nhẹ (chỉ bằng khoảng 50 % so với gỗ đặc cùng kích thước), độ bền cao, ổn định kích thước tốt (Hata *et al.*, 2001; Berard *et al.*, 2011). Bên cạnh đó, vật liệu này còn có các đặc tính kỹ thuật ưu việt như khả năng định hình linh hoạt thông qua thiết kế khuôn ép phù hợp, giúp sản xuất được các sản phẩm có kích thước lớn mà gỗ xẻ khó thực hiện được (Gilbert *et al.*, 2014; Hirschmüller *et al.*, 2014). Trong xây dựng, gỗ ép định hình được sử dụng làm dầm, xà, cột, vách ngăn,... Trong lĩnh vực nội thất, vật liệu này được ứng dụng để sản xuất bàn, ghế, tủ, giường và các sản phẩm đồ mộc khác (Gilbert *et al.*, 2020).

Trên thế giới, công nghệ sản xuất cấu kiện gỗ từ ván bóc đã được nghiên cứu và triển khai ứng dụng (Underhill, 2017; Gilbert *et al.*, 2017). Quy trình thường bao gồm ép định hình cấu kiện (dạng chữ C hoặc bán nguyệt) bằng khuôn trụ rỗng kết hợp ép nguội hoặc vôi phun áp lực, sau đó cắt cạnh và dán ghép thành cấu kiện hình chữ C, I, trụ rỗng hoặc hộp rỗng (Hirschmüller *et al.*, 2014; Hata *et al.*, 2001). Các sản phẩm này đã được ứng dụng nhiều trong thực tế như cột điện, vách ngăn, cột trang trí,...

Tại Việt Nam, một số đề tài khoa học đã tập trung nghiên cứu cấu kiện gỗ lớn từ gỗ xẻ và ván bóc (Phạm Văn Chương, 2017; Nguyễn Quang Trung, 2012). Tuy nhiên, sản phẩm chủ

yếu là cấu kiện đặc, có khối lượng lớn, phù hợp cho các kết cấu chịu lực cao như dầm, sàn và cột (Phạm Văn Chương, 2017; Nguyễn Quang Trung, 2019). Đối với các vị trí yêu cầu vật liệu nhẹ, chịu lực vừa phải hoặc mang tính trang trí nội thất, các cấu kiện đặc khó phát huy hiệu quả do chi phí nguyên liệu cao và hiệu suất sử dụng thấp (Phạm Văn Chương, 2020; Nguyễn Quang Trung, 2019). Trong đó, một số công trình nghiên cứu ảnh hưởng của thông số chế độ ép (Phạm Văn Chương *et al.*, 2015) và loại keo dán (Nguyễn Trọng Kiên *et al.*, 2020) đến tính chất composite gỗ đã được thực hiện để xác định được thông số công nghệ phù hợp.

Việc nghiên cứu công nghệ ép định hình từ ván bóc nhằm tạo ra cấu kiện gỗ kích thước lớn, khối lượng nhẹ, phù hợp làm nguyên liệu trong xây dựng và nội thất là cần thiết. Nghiên cứu này nhằm xác định được ảnh hưởng của thời gian ép và loại keo dán đến tính chất cơ lý của cấu kiện gỗ hình chữ C. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần đa dạng hóa sản phẩm gỗ kỹ thuật, đồng thời nâng cao giá trị sử dụng của nguồn nguyên liệu gỗ rừng trồng trong nước, đặc biệt là nguồn gỗ keo đã và đang phát triển rộng rãi trên toàn quốc.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và thiết bị nghiên cứu

- Ván bóc gỗ Keo tai tượng (*Acacia mangium*), có kích thước ván bóc (dài × rộng × dày): 1.270 × 680 × 1,8 mm và độ ẩm: $12 \pm 2\%$. Chất lượng ván bóc đáp ứng yêu cầu theo TCVN 10316:2015 và TCVN 10574:2014.

- Keo Phenol Resorcinol Formaldehyde - PRF, AkzoNobel, có thông số kỹ thuật: độ nhớt 3000 - 9000 cps, hàm lượng khô: 54 - 58%, độ pH: 6,5 - 8,5.

- Keo Prefere 6191/660 (Emulsion Polymer Isocyanate - EPI), AICA Đồng Nai, có thông số kỹ thuật: độ nhớt: 12.000 - 13.500 cps, hàm lượng khô 90 - 95%.

- Thiết bị ép định hình ván bóc do Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng - Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam thiết kế, chế tạo. Thông số kỹ thuật chính bao gồm: 01 bộ khuôn ép định hình gồm 2 khuôn âm dương, kích thước lòng khuôn (dài × rộng × cao) tương ứng $1.400 \times 350 \times 300$ mm, bán kính góc cong của khuôn ép 50 mm; lực ép: 100 tấn.

- Thiết bị ghép nối tạo cấu kiện gỗ kích thước lớn do Viện nghiên cứu Công nghiệp rừng thiết kế, chế tạo. Thông số kỹ thuật chính bao gồm: Kích thước bao (dài × rộng × cao): $3.500 \times 800 \times 1.400$ mm. Lực ghép nối thông qua vít me đạt giá trị trung bình 5.000 ± 100 N.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

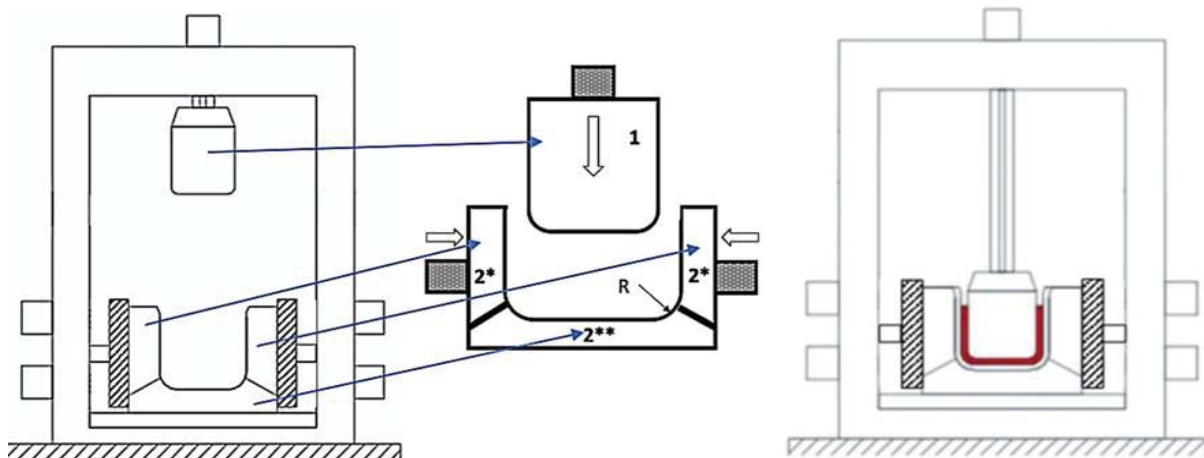
2.2.1. Tạo cấu kiện gỗ hình chữ C

Số lớp ván trong 1 tấm là 11 lớp, được xếp song song theo chiều thớ gỗ. Chiều dày cấu kiện gỗ 18 mm. Dựa vào kết quả nghiên cứu tạo ván dán và thông số công nghệ của keo dán, mỗi loại keo (keo PRF hoặc keo EPI) được sử dụng với định mức 150 g/m^2 bề mặt ván bóc. Keo được tráng lên cả 2 bề mặt của ván bóc (trừ lớp ván ngoài cùng chỉ tráng keo 1 mặt). Quá trình ép tạo cấu kiện gỗ hình chữ C được thực hiện trên thiết bị ép định hình ván bóc. Thông số chế độ ép gồm:

- Nhiệt độ ép: nhiệt độ môi trường;

- Áp suất ép: $1,2 \pm 0,1 \text{ MPa}$;

- Thời gian ép: 10 h, 12 h và 14 h (trong đó: 3 cấp thời gian ép trên máy ép nguội định hình: 3 h, 5 h và 7 h; Thời gian duy trì trên thiết bị ghép nối là 7 h).



Hình 1. Nguyên lý hoạt động của máy ép định hình từ ván bóc gỗ rừng trồng

1 - Khuôn dương; 2 khuôn âm (2* Phần di chuyển tịnh tiến 2 bên, 2** Phần khuôn cố định với đế máy ép)

2.2.2. Xác định tính chất của cấu kiện gỗ

Các mẫu thí nghiệm được cắt từ cấu kiện gỗ hình chữ C. Số lượng mẫu sử dụng cho việc xác định tính chất cơ lý của cấu kiện gỗ là 20 mẫu mỗi tính chất. Mẫu thí nghiệm được giữ ổn định trong môi trường có độ ẩm tương đối của không khí là $65 \pm 5\%$, nhiệt độ $27 \pm 2^\circ\text{C}$ trong thời

gian 24 h. Sau quá trình ổn định mẫu thử, tiến hành đánh giá một số tính chất cơ lý bao gồm:

- Xác định khối lượng riêng theo tiêu chuẩn TCVN 5694:2014.

- Xác định độ trương nở chiều dày theo tiêu chuẩn TCVN 12445:2018.

- Xác định độ bền uốn tĩnh theo tiêu chuẩn TCVN 12446:2018.
- Xác định độ bền nén song song với thớ theo tiêu chuẩn TCVN 13707-17:2023.
- Xác định chất lượng dán dính theo tiêu chuẩn TCVN 10572-1:2014.
- Xác định độ tách lớp theo tiêu chuẩn JAS 1152:2007.

Đánh giá tính chất cơ lý gỗ được thực hiện theo tiêu chuẩn TCVN 12619 - 2:2019. Dựa trên tính chất cấu kiện gỗ đã xác định được, sẽ lựa chọn

được thông số phù hợp để tạo cấu kiện gỗ hình chữ C.

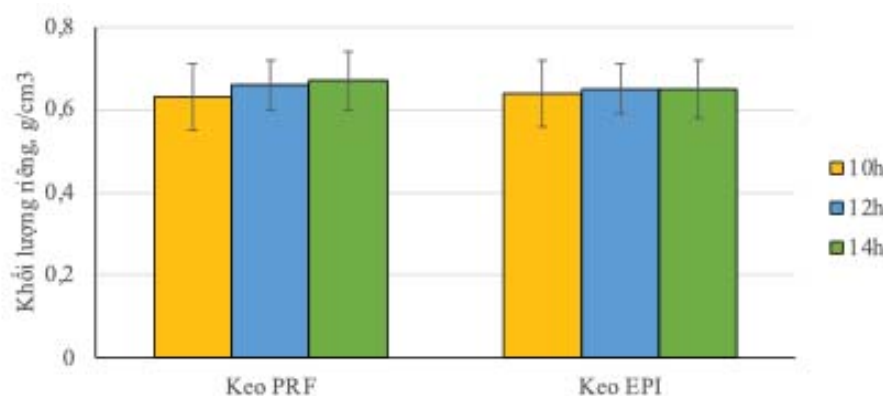
2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Được thực hiện theo phương pháp thống kê áp dụng trong lâm nghiệp.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khối lượng riêng

Kết quả đánh giá sự ảnh hưởng của thời gian ép và loại keo dán đến khối lượng riêng cấu kiện gỗ hình chữ C được thể hiện tại hình 2.



Hình 2. Kết quả xác định khối lượng riêng

Từ kết quả thí nghiệm khối lượng riêng ở 2 loại keo và 3 cấp thời gian, đánh giá so sánh sai khác thống kê của các giá trị trung bình của 3 cấp

thời gian và so sánh 2 loại keo với nhau được kết quả giá trị P ở bảng 1 sau:

Bảng 1. Kết quả đánh giá so sánh sai khác thống kê khối lượng riêng

Loại keo	Nội dung	Giá trị P	Kết luận
PRF	So sánh 3 cấp thời gian	$3,65 \times 10^{-10}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 10 h và 12 h	$1,52 \times 10^{-10}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 12 h và 14 h	0,07	Không sai khác thống kê
EPI	So sánh 3 cấp thời gian	0,09	Không sai khác thống kê
	So sánh keo PRF và EPI	$3,22 \times 10^{-4}$	Có sai khác thống kê

Kết quả hình 2 và bảng 1 xác định cho thấy đối với keo EPI giá trị P lớn hơn 0,05 nên thời gian

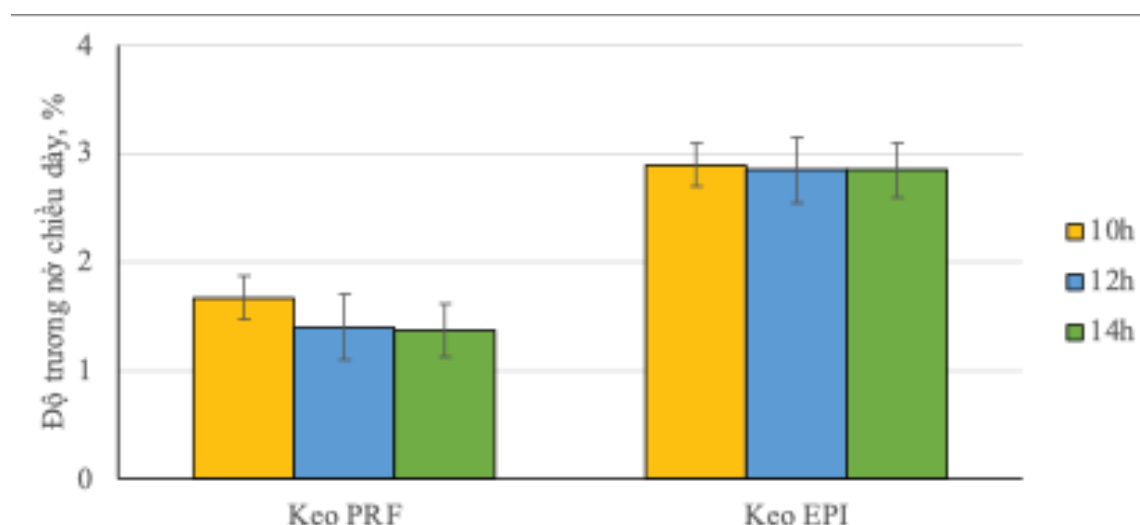
ép không có sự ảnh hưởng nhiều đến khối lượng riêng của cấu kiện gỗ. Đối với keo PRF đến thời

gian ép 12 h khối lượng riêng của cấu kiện không sai khác so với thời gian 12 h. Khi so sánh với gỗ Keo tai tượng có khối lượng riêng trung bình là $0,57 \text{ g/cm}^3$ (Nguyễn Quang Trung, 2019), khối lượng riêng của cấu kiện gỗ ở cả hai loại keo tăng lên khoảng 16%. Điều này có thể giải thích rằng, khối lượng riêng tăng lên là do trong ván có khối lượng của keo dán và quá trình dán ép ván bóc từ gỗ keo đã làm cho gỗ bị nén ép lại, các khoảng trống trong gỗ giảm. Với khối lượng riêng trung bình đối với cả 2 loại keo

trong khoảng $0,65 \text{ g/cm}^3$ thì có thể xếp cấu kiện gỗ định hình chữ C tương đương nhóm III theo tiêu chuẩn TCVN 12619-2:2019 đối với các loại gỗ dùng trong xây dựng và chịu lực.

3.2. Độ trương nở chiều dày

Kết quả xác định độ trương nở chiều dày được trình bày ở hình 3 và đánh giá so sánh thống kê các kết quả thí nghiệm độ trương nở chiều dày được trình bày ở bảng 2.



Hình 3. Kết quả xác định độ trương nở chiều dày

Bảng 2. Kết quả đánh giá so sánh sai khác thống kê độ trương nở chiều dày

Loại keo	Nội dung	Giá trị P	Kết luận
PRF	So sánh 3 cấp thời gian	$1,10 \times 10^{-19}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 10 h và 12 h	$1,40 \times 10^{-10}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 12 h và 14 h	0,29	Không sai khác thống kê
EPI	So sánh 3 cấp thời gian	0,54	Không sai khác thống kê
	So sánh keo PRF và EPI	$1,60 \times 10^{-5}$	Có sai khác thống kê

Kết quả xác định cho thấy độ trương nở chiều dày với keo PRF ở các cấp thời gian ép 10 h và 12 h giảm từ 1,7% xuống 1,4%. Nhưng khi thời gian ép tăng lên 14 h, độ trương nở chiều dày

không sai khác thống kê với cấp thời gian 12 h. Với keo EPI, độ trương nở chiều dày không sai khác thống kê giữa 3 cấp thời gian ép, đạt trung bình 2,9% thể hiện ở giá trị P lớn hơn 0,05.

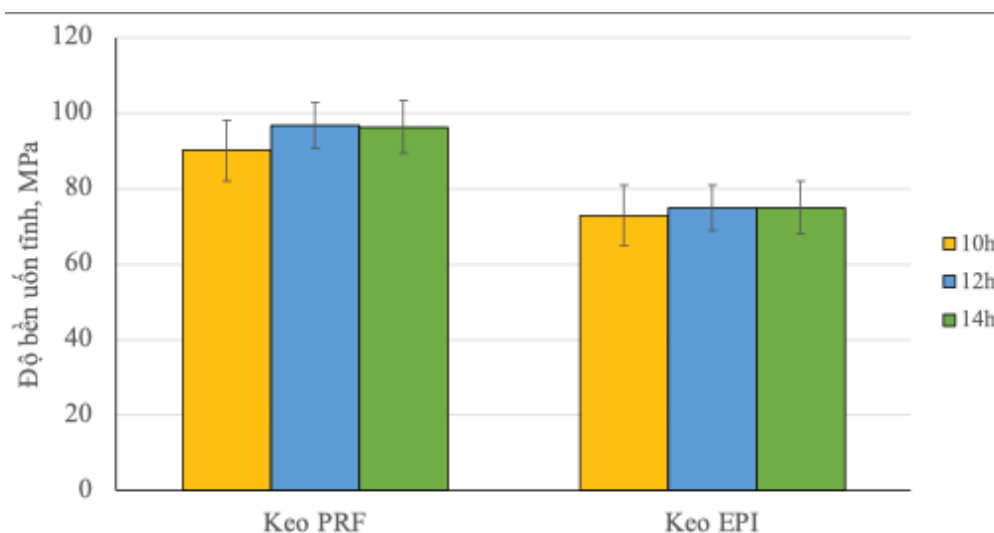
Khi so sánh giữa hai loại keo, giá trị P nhỏ hơn 0,05 nên độ trương nở chiều dày có sự khác biệt lớn giữa hai loại keo PRF và keo EPI. Kết quả xác định cho thấy cấu kiện gỗ sử dụng keo PRF có độ trương nở chiều dày thấp, khoảng 1,4%. Trong khi đó, cấu kiện gỗ sử dụng keo EPI có độ trương nở chiều dày cao gấp 2 lần, khoảng 2,9%. Điều này do keo PRF là loại keo có khả năng chống chịu nước và chuyên sử dụng cho các vật liệu gỗ ngoại thất. Điều này cũng sẽ ảnh hưởng tích cực đến các tính chất cơ học khác của cấu kiện gỗ. Giá trị độ trương nở chiều dày của cấu kiện gỗ thấp hơn so với mẫu ván dán sử dụng keo UF và tương đồng với các kết quả nghiên cứu về sử dụng keo PRF (Phạm Văn

Chương, 2020; Nguyễn Quang Trung, 2019). Điều này được lý giải là do loại keo PRF chịu nước, chuyên dụng cho sản xuất các vật liệu gỗ chịu lực.

Với cấu kiện gỗ sử dụng keo EPI phù hợp trong những ứng dụng ở điều kiện khô hoặc ít tiếp xúc với môi trường ẩm ướt. Trong khi đó, cấu kiện gỗ sử dụng keo PRF có thể sử dụng ở những vị trí thường xuyên tiếp xúc với môi trường có độ ẩm cao.

3.3. Độ bền uốn tĩnh

Kết quả đánh giá ảnh hưởng thời gian ép và loại keo dán đến giá trị độ bền uốn tĩnh được thể hiện ở hình 4 và bảng 3.



Hình 4. Kết quả xác định độ bền uốn tĩnh

Bảng 3. Kết quả đánh giá so sánh sai khác thống kê độ bền uốn tĩnh

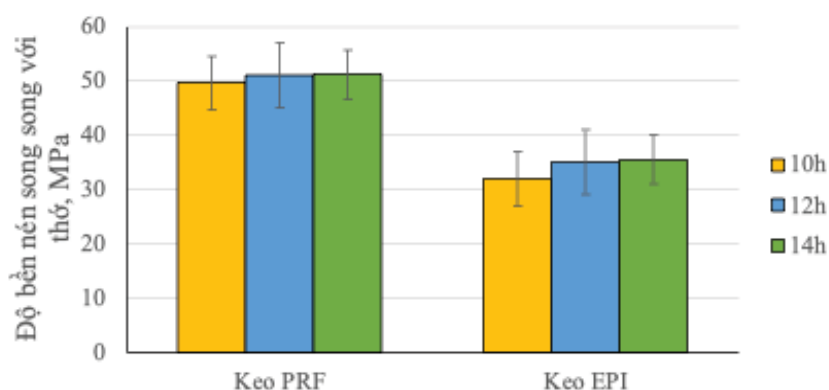
Loại keo	Nội dung	Giá trị P	Kết luận
PRF	So sánh 3 cấp thời gian	$3,40 \times 10^{-15}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 10 h và 12 h	$2,10 \times 10^{-9}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 12 h và 14 h	0,34	Không sai khác thống kê
EPI	So sánh 3 cấp thời gian	0,28	Không sai khác thống kê
	So sánh keo PRF và EPI	0,03	Có sai khác thống kê

Độ bền uốn tĩnh của mẫu sử dụng keo EPI tương đối ổn định ở cả 3 cấp thời gian ép với giá trị P lớn hơn 0,05, đạt độ bền uốn tĩnh trung bình 75 MPa. Trong khi đó, giá trị của mẫu sử dụng keo PRF không sai khác từ thời gian ép 12 h và 14 h với giá trị P lớn hơn 0,05 và đạt độ bền uốn tĩnh 97 MPa. Có sự khác biệt độ bền uốn tĩnh giữa hai loại keo PRF và keo EPI. Kết quả xác định cho thấy cấu kiện gỗ sử dụng keo PRF có độ bền uốn tĩnh cao hơn khoảng 19% so với mẫu sử dụng keo EPI. Khi so sánh với Tiêu

chuẩn TCVN 12619 - 2:2019 cho thấy, độ bền uốn tĩnh của ván sử dụng keo PRF tương đương với một số loài gỗ nhóm III. Từ kết quả trên cho thấy, độ bền uốn tĩnh của ván sử dụng keo PRF với thời gian ép 5 h và thời gian duy trì 7 h đạt giá trị cao nhất.

3.4. Độ bền nén song song với thớ

Kết quả xác định độ bền nén song song với thớ và so sánh thống kê các giá trị được thể hiện lần lượt tại hình 5 và bảng 4.



Hình 5. Kết quả xác định độ bền nén song song với thớ

Bảng 4. Kết quả đánh giá so sánh sai khác thống kê độ bền nén song song với thớ

Loại keo	Nội dung	Giá trị P	Kết luận
PRF	So sánh 3 cấp thời gian	$8,30 \times 10^{-7}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 10 h và 12 h	$4,80 \times 10^{-4}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 12 h và 14 h	0,73	Không sai khác thống kê
EPI	So sánh 3 cấp thời gian	$9,81 \times 10^{-17}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 10 h và 12 h	$4,32 \times 10^{-9}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 12 h và 14 h	0,20	Không sai khác thống kê
	So sánh keo PRF và EPI	$8,91 \times 10^{-5}$	Có sai khác thống kê

Ảnh hưởng của thời gian ép ở cả hai loại keo đến độ bền nén song song với thớ là khá rõ ràng khi tăng thời gian ép từ 10 h đến 12 h thể hiện ở giá trị P nhỏ hơn 0,05, nhưng với 12 h và 14 h

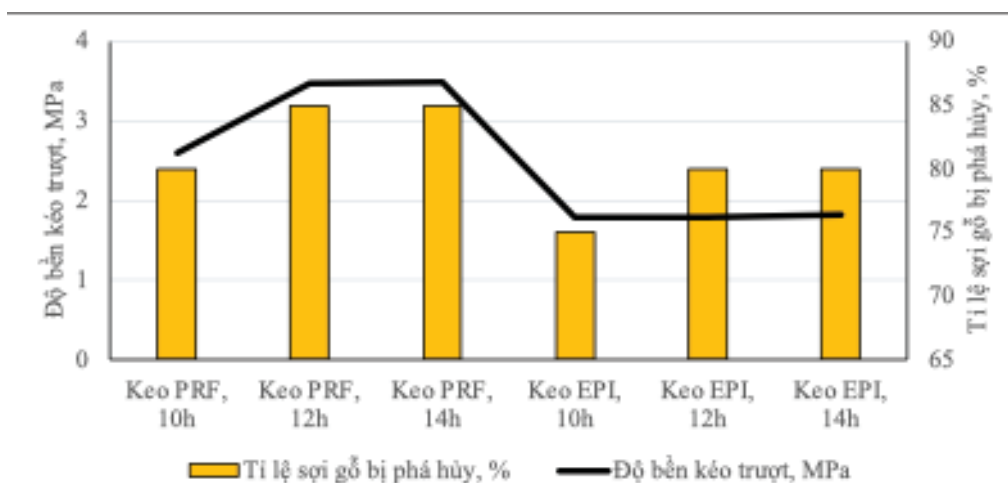
độ bền nén song song với thớ không có sai khác thống kê khi giá trị P đều lớn hơn 0,05. Kết quả độ bền nén song song với thớ của cả keo PRF và EPI đều đạt giá trị ổn định ở thời gian ép 12 h.

Độ bền nén song song với thớ của mẫu sử dụng keo PRF có sai khác thống kê và cao hơn độ bền nén song song với thớ của mẫu sử dụng keo EPI là khoảng 23%. Khi so sánh với các tính chất cơ học khác của cấu kiện gỗ cho thấy keo PRF có chất lượng, độ dán dính tốt hơn keo EPI. Khi so sánh với Tiêu chuẩn TCVN 12619 - 2:2019, độ bền nén song song với thớ của cấu kiện gỗ sử dụng keo PRF đạt tương đương gỗ nhóm III,

trong khi đó độ bền nén song song với thớ của cấu kiện gỗ sử dụng keo EPI chỉ đạt tương đương gỗ nhóm IV.

3.5. Chất lượng dán dính

Kết quả xác định chất lượng dán dính (phương pháp thử kéo trượt màng keo) và so sánh thống kê các kết quả được trình bày ở hình 6 và bảng 5.



Hình 6. Kết quả xác định chất lượng dán dính của cấu kiện gỗ

Bảng 5. Kết quả đánh giá so sánh sai khác thống kê chất lượng dán dính

Loại keo	Nội dung	Giá trị P	Kết luận
PRF	So sánh 3 cấp thời gian	$3,21 \times 10^{-28}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 10 h và 12 h	$5,02 \times 10^{-14}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 12 h và 14 h	0,71	Không sai khác thống kê
EPI	So sánh 3 cấp thời gian	0,81	Không sai khác thống kê
	So sánh keo PRF và EPI	$9,71 \times 10^{-30}$	Có sai khác thống kê

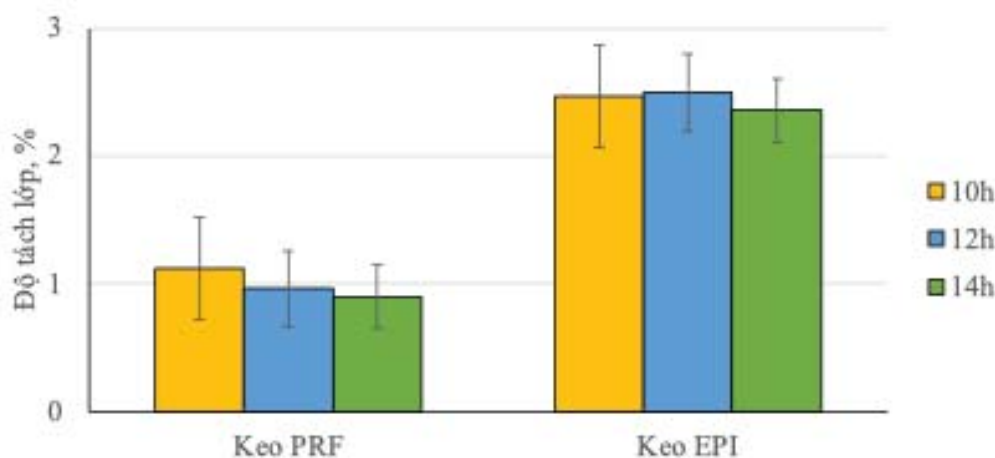
Kết quả xác định chất lượng dán dính (độ bền kéo trượt và tỷ lệ gỗ bị phá hủy) của cấu kiện gỗ sử dụng 2 loại keo dán gỗ khác nhau là rất khác biệt thể hiện ở giá trị P nhỏ hơn 0,05. Kết quả xác định cho thấy cấu kiện gỗ sử dụng keo PRF có chất lượng dán dính cao gấp 2 lần so với cấu kiện gỗ sử dụng keo EPI. Chất lượng dán dính

của mẫu sử dụng keo PRF đạt giá trị bằng ở thời gian ép 12 h với giá trị P 10 h và 12 h có sai khác thống kê nhưng 12 h và 14 h không sai khác thống kê, trong khi đó với keo EPI là 10 h với giá trị P khi so sánh 3 cấp thời gian là không sai khác thống kê. Kết quả xác định này cho thấy xu hướng tương đồng với một số tính chất

cơ học khác của cấu kiện gỗ keo PRF và keo EPI. Khi so sánh với kết quả nghiên cứu khác sử dụng keo PRF cho thấy kết quả là tương đương (Phạm Văn Chương, 2020; Nguyễn Quang Trung, 2019). So với sản phẩm ván sử dụng keo UF thì chất lượng dán dính của cấu kiện gỗ cao

gấp hơn 2 lần. Với kết quả trên, cho thấy chất lượng dán dính của mẫu sử dụng keo PRF đạt giá trị cao nhất 3,74 MPa ở thời gian ép 12 h (thời gian ép 5 h và thời gian duy trì 7 h).

3.6. Độ tách lớp



Hình 7. Kết quả xác định độ tách lớp

Bảng 6. Kết quả đánh giá so sánh sai khác thống kê độ tách lớp

Loại keo	Nội dung	Giá trị P	Kết luận
PRF	So sánh 3 cấp thời gian	$8,40 \times 10^{-7}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 10 h và 12 h	$1,51 \times 10^{-4}$	Có sai khác thống kê
	So sánh 12 h và 14 h	0,15	Không sai khác thống kê
EPI	So sánh 3 cấp thời gian	0,08	Không sai khác thống kê
	So sánh keo PRF và EPI	0,02	Có sai khác thống kê

Kết quả hình 7 và bảng 6 cho thấy ảnh hưởng của thời gian ép đến độ tách lớp cho xu hướng tương đương với các tính chất đã xác định ở trên. Mẫu sử dụng keo PRF đạt giá trị bằng nhau ở thời gian ép 12 h, trong khi đó với keo EPI là 10 h. Độ tách lớp sau khi ngâm nước và sấy phụ thuộc vào mức độ liên kết bề mặt giữa keo và gỗ, nội ứng suất khi co rút và giãn nở của màng keo và gỗ cũng như khả năng chịu nước của keo. Kết quả xác định độ tách lớp cho thấy cấu kiện gỗ sử

dụng keo EPI có độ tách lớp cao gấp 2 lần so với cấu kiện gỗ sử dụng keo PRF. Kết quả xác định cho thấy cấu kiện gỗ sử dụng keo PRF phù hợp sử dụng ở các điều kiện môi trường thường xuyên nóng, ẩm.

IV. KẾT LUẬN

- Mỗi loại keo có thời gian ép phù hợp khác nhau. Keo PRF có thời gian ép 12 h (tương ứng với thời gian ép 5 h trên máy ép nguội định hình và thời gian duy trì 7 h trên thiết bị ghép nối) là

phù hợp và thời gian ép của keo EPI là 10 h (tương ứng với thời gian ép 5 h trên máy ép nguội định hình và thời gian duy trì 5 h trên thiết bị ghép nối).

- Trong phạm vi nghiên cứu, tính chất vật lý và cơ học của cấu kiện gỗ sử dụng keo PRF và keo EPI là khác biệt. Về tổng thể, các tính chất của cấu kiện gỗ sử dụng keo PRF tốt hơn tính chất của cấu kiện gỗ sử dụng keo EPI khoảng 20 - 30%. Khi so sánh với Tiêu chuẩn TCVN 12619 - 2:2019, cấu kiện gỗ sử dụng keo PRF đạt tính chất tương đương gỗ nhóm III. Kết quả xác định chất lượng màng keo (chất lượng dán dính, độ tách lớp) cho thấy cấu kiện gỗ sử dụng keo PRF có khả năng chống chịu ẩm, thời tiết tốt hơn keo EPI.

- Với những ứng dụng không yêu cầu tính chịu lực, chịu ẩm cao (ốp tường, vách ngăn) có thể sử dụng keo EPI. Trong khi đó, với những vị trí

yêu cầu có tính chịu lực, thường xuyên tiếp xúc với môi trường ẩm ướt thì nên sử dụng keo FRP. Kết quả này là cơ sở để tiến hành nghiên cứu ghép nối tạo cấu kiện gỗ hình chữ I, hình hộp rỗng kích thước lớn sử dụng trong xây dựng và đồ gỗ nội thất.

LỜI CẢM ƠN: Công trình này thể hiện kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Bộ Nông nghiệp và PTNT “Nghiên cứu công nghệ ép định hình ván bóc gỗ rừng trồng tạo cấu kiện kích thước lớn sử dụng trong xây dựng và đồ gỗ nội thất” theo Quyết định số 4122/QĐ-BNN-KHCN ngày 25/10/2021 của Bộ Nông nghiệp và PTNT. Tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Nông nghiệp và Môi trường, Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường, Cục Lâm nghiệp và Kiểm lâm, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam đã hỗ trợ và tạo điều kiện thuận lợi trong quá trình triển khai đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Berard P, Yang P, Yamauchi H, Umemura K, Kawai S, 2011. Modeling of a cylindrical laminated veneer lumber II: A nonlinear finite element model to improve the quality of the butt joint. *Journal of Wood Science*, Vol. 57, Issue 2, pp 107-113. DOI: 10.1007/s10086-010-1148-8.
2. Gilbert BP, Underhill ID, Bailleres H, Hanandeh E, McGavin RL, 2014. Veneer based composite hollow utility poles manufactured from hardwood plantation thinned trees. In *Construction and Building Materials*, Vol. 66, pp 458 - 466. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2014.05.093.
3. Gilbert BP, Underhill ID, Fernando D, Bailleres H, 2017. Structural solutions to produce long timber Veneer Based Composite hollow sections. In *Construction and Building Materials*, Vol. 139, pp 81-92. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.02.046.
4. Gilbert BP, Underhill ID, Fernando D, Bailleres H, Miller D, 2018. Structural behaviour of hardwood veneer-based circular hollow sections of different compactness. In *Construction and Building Materials*, Vol. 170, pp 557 - 569. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.03.105.
5. Gilbert B, Lebée A, Foret G, 2020. Veneer-based timber circular hollow section beams: Behaviour, modelling and design. *Construction and Building Materials*, pp. 1 - 14. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.120380.
6. Grabner M, Wolf A, Schwabl E, Schickhofer G, 2016. Methods of forming veneer structures. In *WCTE 2016 e-book -World Conference on Timber Engineering*, pp 849 - 858. <http://wcte2016.conf.tuwien.ac.at/home/>
7. Hata T, Umemura K, Yamauchi H, Nakayama A, Kawai S, Sasaki H, 2001. Design and pilot production of a “spiral-winder” for the manufacture of cylindrical laminated veneer lumber. *Journal of Wood Science*, Vol. 47, Issue 2, pp 115 - 123. DOI: 10.1007/BF00780559.

8. Hirschmüller S, Marte R, Englberger A, 2019. Laminated veneer lumber hollow cross-sections for temporary soil nailing. Proceeding of International Scientific Conference on Hardwood Processing, 2019, pp 71 - 84. <https://resolver.tudelft.nl/uuid:3032cdf9-9e7e-48bd-be81-ce2db7dbb0f1>
9. Hirschmüller S, Pravida J, Marte R, Flac M, 2019. Long term material properties of circular hollow laminated veneer lumber sections under water saturation and cement alkaline attack. Wood Material Science & Engineering, pp. 142 - 156. DOI: 10.1080/17480272.2018.1434830
10. Nguyễn Quang Trung, 2012. Nghiên cứu xử lý một số loại gỗ rừng trồng từ nhóm 5 đến nhóm 8 làm nguyên liệu đóng tàu thuyền đi biển. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ Nông nghiệp và PTNT.
11. Nguyễn Quang Trung, 2019. Nghiên cứu công nghệ sản xuất gỗ khối (Multilaminar Block) chất lượng cao từ gỗ keo. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ Nông nghiệp và PTNT.
12. Nguyễn Trọng Kiên, Phạm Văn Chương, Nguyễn Thị Vĩnh Khánh, Lê Ngọc Phước, Vũ Mạnh Tường, 2020. Ảnh hưởng của loại keo và lượng trái keo đến độ bền dán dính của gỗ bạch đàn Urô (*Eucalyptus urophylla*) xử lý bằng phương pháp nhiệt cơ. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp (4) 151-157.
13. Phạm Văn Chương, Vũ Mạnh Tường, Nguyễn Trọng Kiên, Lê Ngọc Phước, 2015. Nghiên cứu ảnh hưởng của thông số chế độ ép đến chất lượng gỗ ghép khối dùng làm dầm chịu lực. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp (3) 85-94.
14. Phạm Văn Chương, 2017. Nghiên cứu công nghệ và thiết bị xử lý gỗ Tổng quá sủ (*Alnus nepalensis* D. Don) để sản xuất cấu kiện xây dựng nhà nông thôn. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ Nông nghiệp và PTNT.
15. Phạm Văn Chương, 2020. Nghiên cứu công nghệ biến tính và bảo quản gỗ rừng trồng nâng cao độ bền cơ học, độ ổn định kích thước của gỗ đáp ứng yêu cầu nguyên liệu sản xuất đồ mộc, ván sàn chất lượng cao. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ Nông nghiệp và PTNT.
16. Tiêu chuẩn JAS 003 - Plywood.
17. Tiêu chuẩn TCVN 5694:2014. Ván gỗ nhân tạo - Xác định khối lượng riêng.
18. Tiêu chuẩn TCVN 12445:2018. Ván gỗ nhân tạo - Xác định độ trương nở chiều dày sau khi ngâm trong nước.
19. Tiêu chuẩn TCVN 10572-1:2014. Gỗ nhiều lớp (LVL) - Chất lượng dán dính - Phần 1: Phương pháp thử.
20. Tiêu chuẩn TCVN 10316:2015 Ván bóc.
21. Tiêu chuẩn TCVN 10574:2014 Ván mỏng - Thuật ngữ và định nghĩa, xác định đặc tính vật lý và dung sai.
22. Tiêu chuẩn TCVN 12619-2:2019 Phân loại gỗ theo tính chất vật lý và cơ học.
23. Underhill ID, 2017. The development and assessment of engineered wood products manufactured from low grade Eucalyptus plantation thinnings. PhD thesis, Queensland College of Art, Australia. DOI: 10.25904/1912/434

Email tác giả liên hệ: nguyenducthanh.fuv@gmail.com

Ngày nhận bài: 08/08/2025

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 11/08/2025; 15/08/2025

Ngày duyệt đăng: 24/09/2025