

# ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ CÁC THÀNH PHẦN NGUYÊN LIỆU ĐẾN CHẤT LƯỢNG KEO MELAMINE UREA FORMALDEHYDE CHO SẢN XUẤT VÁN DÁN CHỐNG ẨM VÀ THÂN THIỆN MÔI TRƯỜNG

Nguyễn Hồng Minh, Trần Đức Trung

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

**Từ khóa:** Quy trình tổng hợp keo, keo Melamine-Urea-Formaldehyde (MUF), hàm lượng dư formaldehyde, ván dán, tiêu chuẩn E1

**Keywords:** Adhesive Synthesis process, Melamine-Urea-Formaldehyde adhesive (MUF), free formaldehyde content, E1 standard, plywood

## TÓM TẮT

Sử dụng keo Melamine Urea Formaldehyde (MUF) trong ngành công nghiệp ván gỗ nhân tạo là hướng tiếp cận để cấu thành nên các sản phẩm gỗ an toàn về độ bền chống chịu ẩm ướt, giảm phát thải khí độc hại formaldehyde tự do với chi phí giá thành cạnh tranh. Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ tương tác nguyên liệu tổng hợp keo MUF ở các quy mô 2 kg; 100 kg và 1.000 kg/mẻ. Các tỷ lệ định lượng mol giữa (Formaldehyde/Urea + Melamine) lần lượt là 1,5; 1,75; 2,0. Kết quả thí nghiệm cho thấy các chỉ tiêu của keo MUF sau khi tổng hợp (24h) đạt các thông số chất lượng: màu trong suốt, hàm lượng khô: 48 - 53%; độ nhớt: 15 - 17mpas; pH = 7,0 - 8,0; thời gian sống 20 ngày (30 - 35°C). Hàm lượng formaldehyde tự do của ván ép sử dụng keo MUF tổng hợp đạt tiêu chuẩn E1 của châu Âu đối với tỷ lệ F/U + M = 1,5 và 1,75. Hàm lượng Formaldehyde tự do tăng dần theo tỷ lệ F/U + M. Cường độ dán dính của ván dán đạt 1,5 - 1,8 MPA, Class 2 theo tiêu chuẩn EN 314 - 1&2 cho điều kiện sử dụng trong môi trường ẩm ướt có mái che. Ván dán có giá trị cường độ chịu lực cao ở mức độ bền uốn MOR đạt từ 78 - 88 Mpa, mô đun đàn hồi MOE đạt 7.900 - 9.000 Mpa.

## Effect of raw material ingredient ratio to the quality of Melamine Urea Formaldehyde adhesive for moisture resistance and eco-friendly plywood manufacturing

The use of Melamine Urea Formaldehyde (MUF) adhesive in the wood-based panel industry is the approach to create wood products that are durable to humid use condition and safe in minimizing formaldehyde toxic emission at cost into competition. This study evaluated the effects of raw material mol ratio for sythesyzing MUF adhesive at the scales of 2 kg; 100 kg and 1.000 kg/batch. The molar quantitative ratios (Formaldehyde/Ure + Melamine) are 1.5; 1.75; 2.0. Experimental results showed technical parameters of MUF glue after synthesis (24 hours) achieved the following quality parameters: transparent color, dry content: 48 - 53%; Viscosity: 15 - 17 mpas; pH = 7.0 - 8.0; Pot life: 20 days (30 - 35°C). The free formaldehyde content of plywood using synthesized MUF adhesive meets European E1 standard for the ratio of F / U + M = 1.5 and 1.75. The adhesion strength of the plywood gained by 1.5 - 1.8 MPA, Class 2 according to EN 314 - 1&2 standard for use in humid environments. The plywood has high mechanical strength value of bending strength (MOR) by 78 - 88 Mpa and modulus of elascticity (MOE) by 7,900 - 9,000 Mpa.

### I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chiếm tỷ trọng đáng kể trong ngành gỗ phải kể đến việc phát triển và sử dụng keo dán gỗ trong công nghiệp sản xuất và xuất khẩu ván dán. Keo dán đã và sẽ tiếp tục đóng một vai trò quan trọng không chỉ trong việc sử dụng có hiệu quả nguồn tài nguyên gỗ mà còn phải đáp ứng các tiêu chuẩn chất lượng ngày một cao để tạo các sản phẩm đáp ứng tiêu chuẩn xuất khẩu chất lượng cao tới thị trường các nước phát triển. Một số hãng sản xuất keo có tên tuổi trên thế giới đã cung cấp các sản phẩm keo dán Melamine Urea Formaldehyde (MUF), Urea Formaldehyde (UF) chất lượng cao ở Việt Nam với số lượng lớn như AICA (Nhật Bản), Casco Adhesives (Thụy Điển), Better Resin (Trung Quốc), Hearin (Hàn Quốc), Quang Minh (Trung Quốc),... Tuy nhiên, giá bán các loại keo này thường cao và chiếm trị giá đáng kể trong giá thành sản phẩm. Đó là một trong những trở ngại lớn đối với các doanh nghiệp sản xuất ván dán chất lượng cao xuất khẩu cũng như đáp ứng nhu cầu sản phẩm chất lượng cao tiêu dùng trong nước ngày một tăng.

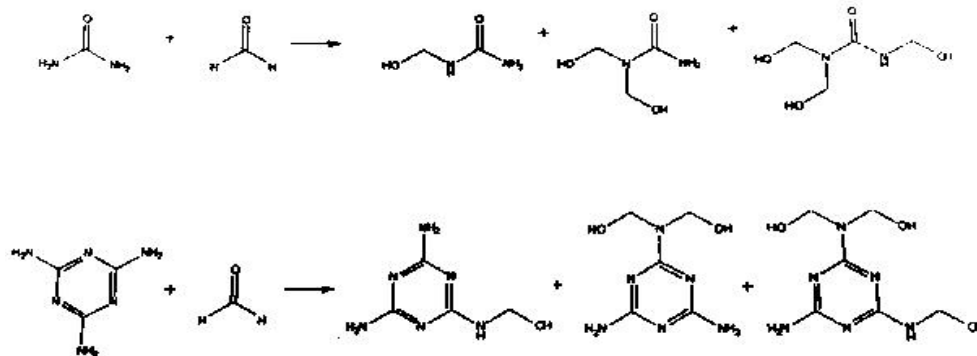
Nghiên cứu công nghệ tổng hợp keo MUF nhằm tạo cho sản phẩm ván dán sau khi đóng rắn có độ bền chịu ẩm tăng, độ bền cơ học và khả năng bám dính của keo cao cũng như có hàm lượng phát thải Formaldehyde thấp. Công

nghệ tổng hợp keo UF biến tính bằng melamine cần được nghiên cứu với những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng của keo dán MUF như: tỷ lệ sử dụng các thành phần nguyên liệu, thời gian phản ứng cho từng giai đoạn, kiểm soát pH, nhiệt độ phản ứng, tốc độ khuấy trộn nguyên liệu trong nồi phản ứng,... Một trong những yếu tố đầu tiên của việc nghiên cứu xây dựng quy trình tổng hợp keo dán MUF, có thể đáp ứng được các mục tiêu chất lượng cao và hạ giá thành keo MUF là nghiên cứu yếu tố ảnh hưởng của tỷ lệ các thành phần nguyên liệu Melamine, Urea và Formalin được đưa vào tổng hợp tạo keo biến tính MUF.

Keo dán MUF là một loại polyme nhiệt rắn được sản xuất bởi phản ứng giữa Urea, Melamine và Formaldehyde, chất lượng MUF bị ảnh hưởng bởi lượng tỷ lệ mol của Urea, Melamine với Formaldehyde ở mỗi giai đoạn phản ứng (Zhang, J. *et al.*, 2013). Keo UF biến tính với Melamine có thể được tạo thành với phát thải Formaldehyde thấp. Phản ứng tạo keo xảy ra theo 3 phương thức như hình 1, 2 & 3 (Cơ sở hoá học các hợp chất cao phân tử, 1997).

Keo MUF được tổng hợp dựa trên các phản ứng tạo liên kết và mạch trung gian như hình 1 & 2

- Methyl hóa ở điều kiện kiềm.

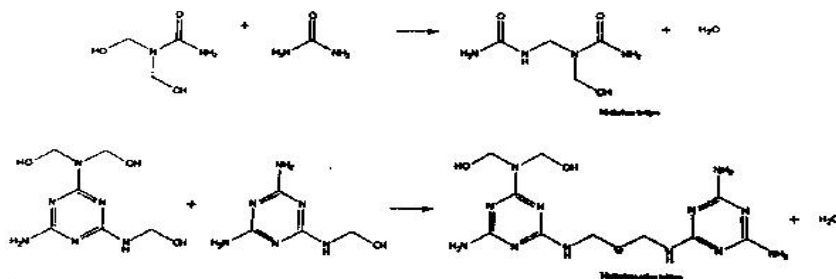


**Hình 1.** Sự hình thành methylolureas và methylolmelamines (mono-, di- và tri-) khi phản ứng Formaldehyde, Urea và Melamine xảy ra (Paiva, N. T. *et al.*, 2012)

Trong phản ứng này, việc bổ sung một đến ba phân tử formaldehyde vào một phân tử urea hình thành methylolureas. Đồng thời, phản

ứng của 1 - 6 phân tử formaldehyde với một phân tử melamine tạo ra methylolmelamines.

- Ngưng tụ ở điều kiện axit.



**Hình 2.** Sự ngưng tụ của methylolureas và methylolmelamines tạo thành các ete metylene và các cầu methylene (Dunky, 1998)

Polyme MUF được tạo thành khi methylolurea và methylolmelamine phản ứng với urea và formaldehyde tự do, tạo ra các sản phẩm mạch thẳng và mạch mạng lưới có khối lượng phân tử từ trung bình đến cao.

Keo MUF an toàn hơn so với MF và UF vì sự kết hợp của melamin và urea sẽ làm giảm hàm lượng phát thải khí dư độc hại formadehyde (N.T. Paiva *et al.*, 2012). Hơn thế nữa, cải thiện tính bền vững và ổn định của keo UF trong các sản phẩm gỗ nhằm mở rộng phạm vi ứng dụng của nó trong các sản phẩm ở những điều kiện môi trường khác nhau để đem lại hiệu quả kinh tế

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nguyên liệu hóa chất

*Hóa chất tổng hợp keo dán MUF:* Formalin (37%), Urea, Melamine, Urotropin và các chất phụ trợ khác (NaOH, NH<sub>4</sub>Cl) được cung cấp bởi Công ty Cổ phần Better Resin - Chi nhánh Bắc Ninh.

#### *Ván mỏng*

Ván mỏng được bóc từ gỗ Keo tai tượng (*Acacia mangium*): 6 tuổi, dày 1,7 mm và 2,5 mm được sấy đến độ ẩm 8%. Ván mỏng được sử dụng để ép tạo ván dán sử dụng keo MUF

đã tổng hợp. Ván sau khi ép được đánh giá các chỉ tiêu cơ lý, qua đó chất lượng keo dán được tổng hợp với việc thay đổi tỷ lệ các thành phần sử dụng sẽ được đánh giá.

### 2.2. Thiết bị thực nghiệm

Hệ thống gia nhiệt kết hợp máy khuấy keo có điều chỉnh nhiệt độ quy mô phòng thí nghiệm 2 kg/m<sup>3</sup> (Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng). Bộ gia nhiệt theo phương pháp cách thủy, mô tơ truyền động trục cánh khuấy (50 - 100 vòng/phút). Bộ phận điều nhiệt cho phép đặt nhiệt độ và tự ngắt theo yêu cầu.

Nồi tổng hợp keo thí nghiệm quy mô 250 kg/m<sup>3</sup> (Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng). Bao gồm: Hệ thống gia nhiệt kết hợp máy khuấy keo. Bộ gia nhiệt theo phương pháp cách thủy, mô tơ truyền động trục cánh khuấy (50 - 100 vòng/phút). Bộ phận điều nhiệt cho phép đặt nhiệt độ và tự ngắt theo yêu cầu.

Việc tổng hợp keo quy mô 1.000 kg/m<sup>3</sup> được thực hiện trên hệ thống nồi nấu keo ở doanh nghiệp phối hợp là Công ty Cổ phần Việt Nhật Hi - Tech (hình 3): Bộ phận gia nhiệt xung quanh vỏ nồi được cấp bởi hơi nước quá nhiệt. Bộ điều khiển nhiệt độ điều khiển van hơi cấp nhiệt, có cảm biến nhiệt tự ngắt khi đạt yêu cầu và điều chỉnh được nhiệt độ từ 30 - 100°C.



**Hình 3.** Thiết bị tổng hợp keo ở quy mô thực nghiệm 1.000 - 3.000 kg/m<sup>3</sup> (Công ty Cổ phần Việt Nhật Hi - Tech)

*Các thiết bị thí nghiệm khác:*

- + Tủ sấy mẫu Memmert; nhiệt kế điện tử; máy đo pH METTLER TOLEDO Sevencompact; Máy đo độ ẩm cầm tay Ligno; Cân điện tử Ohaus chính xác tới 0,0001 g; Máy đo độ nhớt VISCOTESTER-345030.
- + Tủ khí hậu SPX-250B, SHKT.

+ Bộ dụng cụ thí nghiệm xác định formaldehyde dư: Bình định mức, cốc đong, pipet thẳng, pipet bầu, micro pipet, máy khuấy từ.

+ Máy ép nhiệt của Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng và nhà máy đối tác tạo ván dán với sản phẩm keo MUF đã được tổng hợp.

+ Cường độ uốn tĩnh, modul đàn hồi và cường độ dán dính của ván dán được đo trên Máy thử cơ lý INSTRON 5569.

+ Máy đo quang phổ UV-VIS GENESYS 20 để đo độ hấp thụ quang của dung dịch hấp phụ Formaldehyde.

### 2.3. Thực nghiệm tổng hợp keo dán và tạo ván dán

*Tổng hợp keo dán gỗ MUF*

Tỷ lệ nguyên liệu

Nghiên cứu tổng hợp keo ở các quy mô thí nghiệm được thực hiện với 3 công thức tỷ lệ nguyên liệu tổng hợp keo (bảng 1).

**Bảng 1.** Công thức tỷ lệ các thành phần nguyên liệu tổng hợp keo MUF E1

Quy mô	Nguyên liệu	Khối lượng đơn keo (kg)		
		Đ.1.1	Đ.1.2	Đ.1.3
2 kg/m <sup>3</sup>	Ure 98%	0,4	0,4	0,4
	Melamine 99,5%	0,4	0,308	0,2
	Formalin 37%	1,2	1,292	1,4
	Urotropin	12pkl	12pkl	12pkl
	NaOH 13,8%	1 lượng vừa đủ để điều chỉnh pH	1 lượng vừa đủ để điều chỉnh pH	1 lượng vừa đủ để điều chỉnh pH
100 kg/m <sup>3</sup>	Ure 98%	20	20	20
	Melamine 99,5%	20	15,4	10
	Formalin 37%	60	60	70
	Urotropin	12pkl	12pkl	12pkl
	NaOH 13,8%	1 lượng vừa đủ để điều chỉnh pH	1 lượng vừa đủ để điều chỉnh pH	1 lượng vừa đủ để điều chỉnh pH
1.000 kg/m <sup>3</sup>	Ure 98%	200	200	200
	Melamine 99,5%	200	154	100
	Formalin 37%	600	600	700
	Urotropin	12pkl	12pkl	12pkl
	NaOH 13,8%	1 lượng vừa đủ để điều chỉnh pH	1 lượng vừa đủ để điều chỉnh pH	1 lượng vừa đủ để điều chỉnh pH

Các mẫu keo được sử dụng để dán dính tạo ván dán và kiểm tra các đặc tính chất lượng của ván dán tạo thành:

+ Số lượng thí nghiệm lặp được thực hiện 03 lần ở quy mô 2 kg/m<sup>2</sup> và 100 kg/m<sup>2</sup>. Trên cơ sở các kết quả đạt được từ các quy trình tổng hợp keo, đúc rút ở các quy mô thí nghiệm nhỏ, thí nghiệm kiểm tra cuối cùng được thực hiện 01 lần ở quy mô 1.000 kg/m<sup>2</sup>.

Việc tổng hợp keo được thực hiện theo các bước như sau:

Bước 1: Chuẩn bị, nạp nguyên liệu (Formalin, Melamine, Urea, Urotropin) vào nồi phản ứng

Bước 2: Khuấy trộn và gia nhiệt đến 75°C (45 phút)

Bước 3: Ổn định nhiệt 75°C trong 30 phút;

Bước 4: Tăng nhiệt đến 85°C;

Bước 5: Ổn định nhiệt 85°C trong 30 phút;

Sử dụng NaOH nếu cần để đảm bảo pH ≥ 7;

Bước 6: Điều chỉnh môi trường phản ứng pH ≥ 9 để có thể bảo quản được lâu dài;

Bước 5: Làm lạnh đến 40°C (1h - 1h30 phút), đóng thùng; Bảo quản Keo MUF-E1.M13.

Trong quá trình tổng hợp cần phải kiểm soát nhiệt độ, tốc độ tăng nhiệt, tốc độ khuấy trộn và đặc biệt là giá trị pH, những yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng quá trình tổng hợp keo.

#### 2.4 Kiểm tra các chỉ tiêu kỹ thuật chất lượng keo MUF

Sau khi keo được tổng hợp theo 5 công thức trên ở quy mô 3.000 kg/m<sup>2</sup> keo MUF được làm mát và được xác định các tính chất của keo như:

- Xác định Hàm lượng khô của keo: Dùng phương pháp cân sấy.
- Xác định độ nhớt: Sử dụng máy đo độ nhớt mã hiệu VISCOTESTER-345030.
- Xác định giá trị pH của keo: Giấy đo pH và Máy đo pH METTLER TOLDEO SevenCompact.

- Xác định hàm lượng Formaldehyde dư trong keo - Phương pháp chuẩn độ axit dư.
- Xác định thời gian sống của keo.

#### 2.5. Đánh giá chất lượng ván dán sử dụng keo MUF tổng hợp

Keo MUF tạo thành sau khi tổng hợp, được sử dụng để ép nhiệt tạo ván dán và được kiểm tra theo các điều kiện như sau:

*Ép nhiệt tạo sản phẩm:*

- Kết cấu ván dán 7 lớp: 1,7 - 1,7 - 2,2 - 2,2 - 2,2 - 1,7 - 1,7
- Chất đóng rắn NH<sub>4</sub>Cl 20% được pha vào keo MUF với tỷ lệ chiếm (3)%/tổng khối lượng dung dịch.
- Lượng keo tráng 170 g/m<sup>2</sup>.
- Chế độ ép: Áp lực ép: 110 kgf/cm<sup>2</sup>; Nhiệt độ ép: 115°C; Thời gian ép: 2 phút/mm chiều dày sản phẩm.

*Các tiêu chuẩn/phương pháp kiểm tra chất lượng sản phẩm ván dán:*

- Chất lượng dán dính theo EN 314 - 1:2004 và EN 314 - 2:1993;
- Độ bền uốn tĩnh và (MOR) và modul đàn hồi uốn tĩnh (MOE) theo EN 310:1993;
- Độ trương nở chiều dày theo EN 317:1993;
- Khối lượng thể tích theo EN 323:1993;
- Độ ẩm của ván theo EN 322: 1993;
- Hàm lượng Formaldehyde phát thải tự do theo EN 717 - 3:1996.

### III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Các chỉ tiêu chất lượng của keo MUF

Keo MUF được tạo thành sau quá trình tổng hợp có kết cấu lỏng lẻo, màu trong suốt thể hiện mức độ polymer thấp và đồng đều. Thời gian dùng phản ứng ở các quy mô nhỏ thí nghiệm là xấp xỉ 120 phút. Với quy mô lớn 1.000 kg/m<sup>2</sup> thời gian làm mát diễn ra lâu hơn nên tổng thời gian thực hiện một mẻ tổng hợp

keo xấp xỉ 135 phút. Với quy trình công nghệ hiện tại cho phép tạo keo MUF monomer, phân tử lượng thấp, mạch keo ngắn.

*Độ pH:* Khi vừa kết thúc quá trình tổng hợp, keo có độ pH trong khoảng 7 - 7,5. Để

đảm bảo có thể kéo dài thời gian sống của keo, NaOH (13,8%) được bổ sung để đạt độ pH = 8 - 8,5. Các kết quả đo các đặc tính của keo theo các công thức (đơn) tổng hợp được thể hiện ở bảng 2.

**Bảng 2.** Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng keo MUF sau 24h được tổng hợp ở quy mô 2 kg/m<sup>3</sup>, 100 kg/m<sup>3</sup> và 1.000 kg/m<sup>3</sup>

Quy mô	Chỉ tiêu đánh giá	Tỷ lệ mol	Màu sắc	Hàm lượng khô (%)	Độ nhớt (ở 30°C) (mPa.s)	pH	Thời gian sống (30 - 35°C) ngày
Quy mô 2 kg/m <sup>3</sup>	Đơn 1	F/(U+M) 1,5:1	Trong suốt	53	15 - 17	7,0 - 8,0	15 - 20
	Đơn 2	F/(U+M) 1,75:1		51			
	Đơn 3	F/(U+M) 2:1		50			
Quy mô 100 kg/m <sup>3</sup>	Đơn 1	F/(U+M) 1,5:1	Trong suốt	52	15 - 17	7,0 - 8,0	15 - 20
	Đơn 2	F/(U+M) 1,75:1		49			
	Đơn 3	F/(U+M) 2:1		48			
Quy mô 1.000 kg/m <sup>3</sup>	Đơn 1	F/(U+M) 1,5:1	Trong suốt	53	15 - 17	7,0 - 8,0	15 - 20
	Đơn 2	F/(U+M) 1,75:1		50			
	Đơn 3	F/(U+M) 2:1		48			

*Độ nhớt:* Độ nhớt của dung dịch keo MUF được xác định 01 ngày sau khi tổng hợp keo, có giá trị ở mức 15 - 17 mPa.s (trục đo 3). Với việc thay đổi thành phần tỷ lệ nguyên liệu; nhưng cố định các thông số tốc độ và mức độ gia nhiệt, keo MUF được tổng hợp ở các quy mô 2 kg/m<sup>3</sup>, 100 kg/m<sup>3</sup> và 1.000 kg/m<sup>3</sup> có độ nhớt tương đối đồng đều. Độ nhớt keo MUF có thể đạt ở mức lỏng lẻo 15pas trục 3.

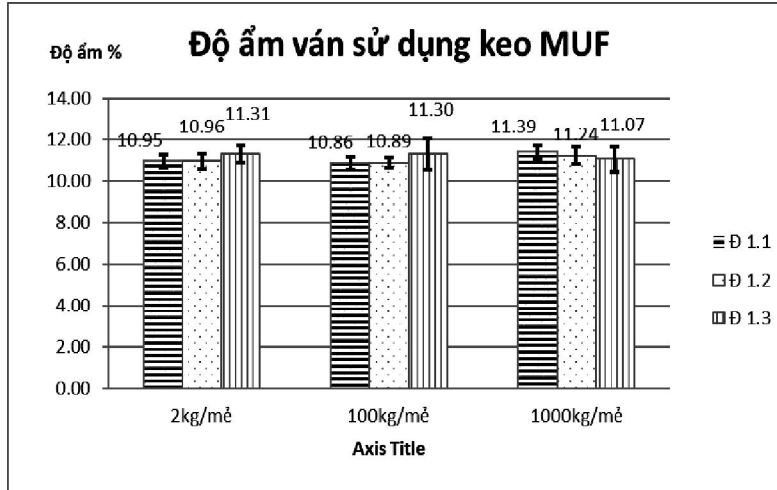
*Hàm lượng khô:* Với công thức đơn keo Đơn 1, 2 và 3 đã xác định cho thấy hàm lượng khô của keo được tổng hợp từ Đơn 1 cao hơn so với 2 đơn còn lại là do hàm lượng các chất rắn Urea và Melamine cao hơn. Hàm lượng khô của keo dán ảnh hưởng bởi hàm lượng Melamine thêm vào, hàm lượng khô của keo tăng lên khi lượng Melamine tăng lên.

Thời gian gel time giảm khi hàm lượng Melamine tăng lên. Tác động của hàm lượng Melamine đến thời gian gel time nhanh hơn khi ở điều kiện phản ứng là môi trường là axit, khi so sánh ở cùng một điều kiện pH phản ứng thì thời gian gel time giảm khi pH tăng lên (Hse,C.Y *et al.*, 2008).

### 3.2. Các tính chất của ván dán sử dụng keo MUF

#### 3.2.1. Độ ẩm ván dán

Kết quả độ ẩm ván dán gỗ Keo tại tượng sử dụng keo MUF tổng hợp được hiển thị trong hình 4. Kết quả xác định độ ẩm của ván sau khi ép cho thấy, độ ẩm trung bình đối với ván ép gỗ keo (Đơn 1, 2, 3) đạt khoảng 10,9 - 11,4% tương ứng. Với các độ ẩm của ván sau khi ép ở 11%, ván phù hợp với điều kiện thực tế sản xuất ở các nhà máy sản xuất ván dán.

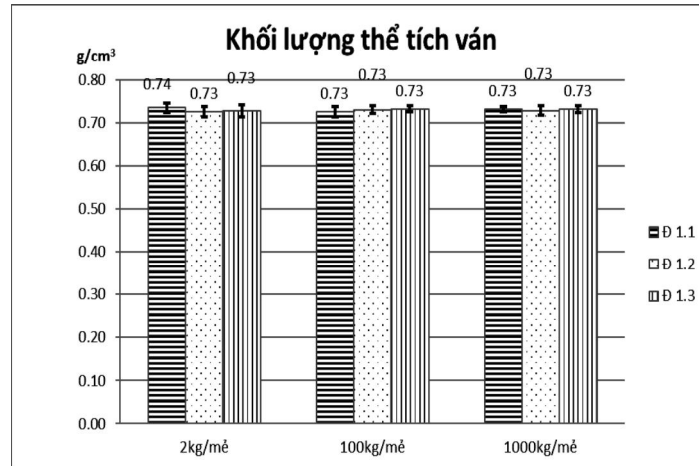


**Hình 4.** Độ ẩm ván dán gỗ keo sử dụng keo MUF tổng hợp ở 3 quy mô 2 kg/m<sup>2</sup>, 100 kg/m<sup>2</sup>, 1.000 kg/m<sup>2</sup>

Qua biểu đồ ta thấy sự chênh lệch độ ẩm của ván sử dụng keo được tổng hợp trong phòng thí nghiệm quy mô 2 kg/m<sup>2</sup> với keo được tổng hợp quy mô 100 kg/m<sup>2</sup>, 1.000 kg/m<sup>2</sup> không có nhiều sự thay đổi. Kết quả là do ván mỏng đưa vào ép nhiệt sử dụng đồng đều về độ ẩm, lượng trải keo và hàm lượng keo tương đối đồng đều, chế độ ép nhiệt cố định.

**3.2.2. Khối lượng thể tích ván**

Các kết quả cho thấy ván ép sử dụng keo MUF có khối lượng thể tích hầu như không khác nhau đáng kể khi thay đổi tỷ lệ sử dụng nguyên liệu. Kết quả khối lượng thể tích của ván dán gỗ keo dày 7 lớp sử dụng keo dán tổng hợp MUF ở các quy mô 2 kg/m<sup>2</sup>, 100 kg/m<sup>2</sup> và 1.000 kg/m<sup>2</sup> được thể hiện ở hình 5.



**Hình 5.** Khối lượng thể tích ván dán gỗ Keo tại tương sử dụng keo MUF tổng hợp ở 3 quy mô 2 kg/m<sup>2</sup>, 100 kg/m<sup>2</sup>, 1.000 kg/m<sup>2</sup>.

Các kết quả khối lượng riêng của ván dán đạt được từ 0,72 ~ 0,74g/cm<sup>3</sup>, cải thiện đáng kể so với gỗ Keo tai tượng tự nhiên khi ván được ép sử dụng keo MUF, đáp ứng được nhu cầu sử

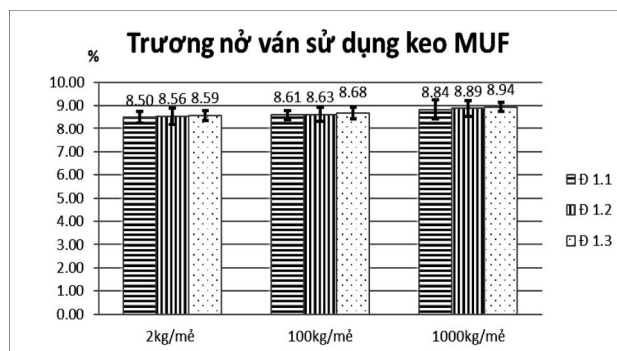
dụng cho các công trình xây dựng cũng như đồ nội thất. Kết quả khối lượng riêng của ván theo các đơn keo sử dụng, tương đối đồng đều là do ván mỏng đưa vào ép nhiệt sử dụng đồng

đều về loại gỗ, độ ẩm, lượng trải keo, hàm lượng khô của keo, chế độ ép với áp lực ép nhiệt cố định.

Các kết quả cho thấy ván ép sử dụng keo MUF có khối lượng thể tích hầu như không khác nhau đáng kể khi thay đổi tỷ lệ sử dụng nguyên liệu

### 3.2.3. Độ trương nở chiều dày ván

Ván được ép từ keo tổng hợp có tỷ lệ Melamine nhiều hơn thì có khả năng chống chịu trương nở tốt hơn so với ván được ép từ keo có hàm lượng Melamine thấp hơn, điều này là hoàn toàn hợp lý. Kết quả trung bình trương nở chiều dày ván đạt từ 8,50% ~ 8,94% (hình 6).



**Hình 6.** Độ trương nở ván dán gỗ Keo tại tương với 3 đơn keo MUF tổng hợp ở 3 quy mô 2 kg/m<sup>2</sup>, 100 kg/m<sup>2</sup>, 1000 kg/m<sup>2</sup>.

Khả năng chống chịu trương nở của ván khi sử dụng lượng Melamine ở mức độ khác nhau tương đồng với kết quả cường độ kéo trượt của ván ép sử dụng keo MUF đã tổng hợp. Melamine có mức độ phản ứng cao hơn Urea do đó do sự góp mặt của Melamine trong quá trình tổng hợp keo làm tăng số lượng liên kết dán dính (Zhou *et al.*, 2013).

Tỷ lệ sử dụng Melamin tăng trong các đơn tổng hợp keo cho phép tạo ván dán 7 lớp gỗ Keo tai tượng có khả năng chống ẩm tăng và do đó độ trương nở của ván giảm, tỷ lệ nghịch.

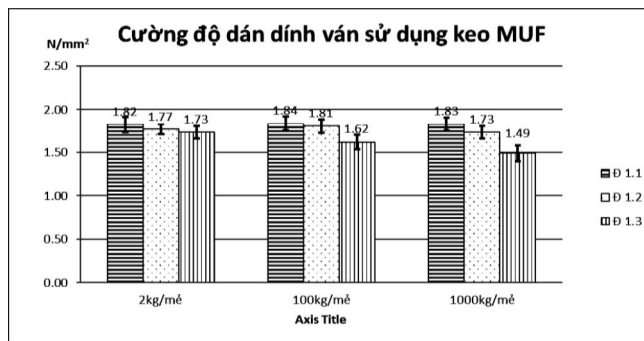
### 3.2.4. Cường độ dán dính

Ván dán sử dụng keo MUF biến tính ở các công thức thí nghiệm đều có chất lượng dán dính > 1MPa (cấp độ chịu lực cao nhất) đối với Class 2 (6h ngâm nước sôi) đạt từ 1,44 -

2,23Mpa, đáp ứng được yêu cầu sản phẩm chống ẩm và chịu nước (Class 2). Kết quả này có thể được giải thích như sau: Căn cứ cấu trúc của sản phẩm nền của keo UF ta thấy có chứa nhóm - CH<sub>2</sub>OH, liên kết ete, kết cấu không chặt chẽ cho nên có độ ẩm cao và các liên kết dễ bị phá hủy bởi độ ẩm môi trường. Biến tính keo UF bằng Melamine nhằm tăng liên kết mạng không gian để khắc phục tính ưa nước và tăng một số tính chất cơ lý. Điều này đạt được là do Melamine có nhiều nhóm chức hoạt tính hơn Urea; mạng liên kết giữa các phân tử dày đặc hơn, do đó ứng suất chịu lực, độ bền, chịu ẩm của sản phẩm đa tụ ở giai đoạn cuối rất lớn.

Tổng hợp các kết quả về cường độ dán dính của keo MUF khi thay đổi hàm lượng Melamine ở các quy mô khác nhau được mô tả ở hình 7.





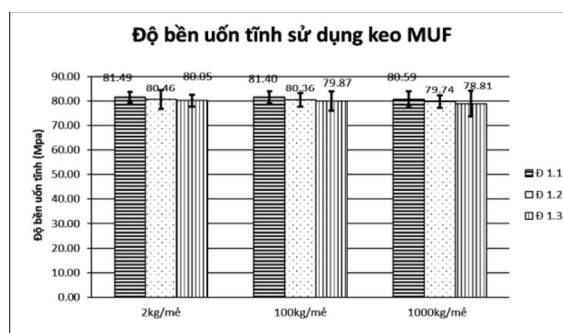
**Hình 7.** Cường độ kéo trượt Class 2 ván dán gỗ Keo tai tượng sử dụng keo MUF tổng hợp ở 3 quy mô 2 kg/m<sup>3</sup>, 100 kg/m<sup>3</sup>, 1.000 kg/m<sup>3</sup>.

Kết quả cho thấy khi hàm lượng Melamine tăng lên thì cường độ dán dính của ván cũng được cải thiện đáng kể đạt Class 2. Tỷ lệ sử dụng Melamin tăng trong các đơn tổng hợp keo cho phép tạo ván dán 7 lớp gỗ Keo tai tượng có cường độ kéo trượt của ván tăng tỷ lệ thuận.

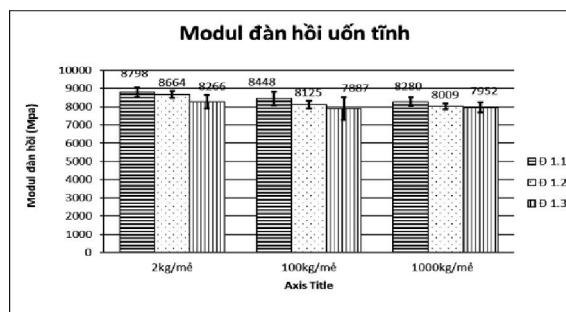
Đánh giá, phân hạng ván dán theo tiêu chuẩn EN 636:2003 cho thấy: Ván dán có giá trị cường độ chịu lực cao ở mức độ bền uốn MOR đạt từ 78 - 88Mpa, mô đun đàn hồi MOE đạt 7.900 - 9.000 Mpa.

**3.2.5. Độ bền uốn tĩnh (MOR) và modul đàn hồi uốn tĩnh (MOE)**

Các kết quả cho thấy khi hàm lượng Melamine tăng lên trong các công thức tổng hợp keo, cường độ uốn tĩnh và modul đàn hồi của ván tăng lên (hình 8).



**Hình 8.** Cường độ uốn tĩnh ván dán gỗ Keo tai tượng sử dụng keo MUF tổng hợp ở 3 quy mô 2 kg/m<sup>3</sup>, 100 kg/m<sup>3</sup>, 1.000 kg/m<sup>3</sup>.



**Hình 9.** Modul đàn hồi uốn tĩnh ván dán gỗ Keo tai tượng sử dụng keo MUF tổng hợp ở 3 quy mô 2 kg/m<sup>3</sup>, 100 kg/m<sup>3</sup>, 1.000 kg/m<sup>3</sup>.

Đối với trường hợp thay đổi các tỷ lệ thành phần tổng hợp keo, cường độ uốn tĩnh và modul đàn hồi có sự thay đổi khá rõ rệt. Melamine có mức độ phản ứng cao hơn urea do đó sự góp mặt của Melamine trong quá trình tổng hợp keo làm tăng số lượng các liên kết dán dính của keo (Zhou *et al.*, 2013). Tỷ lệ sử dụng Melamin tăng trong các đơn tổng hợp

keo cho phép tạo ván dán 7 lớp gỗ Keo tai tượng có cường độ uốn tĩnh và modul đàn hồi tăng tỷ lệ thuận.

### 3.2.6. Hàm lượng Formaldehyde tự do

Các kết quả về lượng dư Formaldehyde từ các mẫu ván ép sử dụng keo theo các đơn được thể hiện trong bảng 3.

**Bảng 3.** Hàm lượng Formaldehyde phát thải của ván dán sử dụng keo dán MUF

EN 717 - 3 Fomaldehyde phát thải (mgHCHO/100g ván)				
F/(U+M)	Đơn vị đo	2kg/m <sup>2</sup>	100/m <sup>2</sup>	1000kg/m <sup>2</sup>
Đơn 1	mg/100g	3,3	3	2,6
Đơn 2	mg/100g	10,2	9,6	7,7
Đơn 3	mg/100g	19,4	17,9	17,2

Các kết quả xác định cho thấy hàm lượng Formaldehyde phát thải theo EN 717 - 3 của ván dán sử dụng keo dán MUF được tổng hợp từ công thức 1 với tỷ lệ mol F/U+M = 1,5 có các giá trị đạt < 8 mg/100g ván khô kiệt (quy đổi tương đương < 0,1 ppm theo ASTM D6007); đạt tiêu chuẩn phát thải Formaldehyde ở mức tiêu chuẩn E1. Đơn keo 2 cho ván dán có hàm lượng Formaldehyde tự do đạt từ 7,7 - 10,2 sát xỉ ngưỡng tiêu chuẩn E1. Đơn keo 3 dùng để tạo ván dán đạt tiêu chuẩn E2. Melamine có mức độ phản ứng cao hơn Urea do đó thu giữ được nhiều Formaldehyde và kết quả là làm giảm lượng phát thải khí Formaldehyde (Zhou *et al.*, 2013).

- Thiết bị tổng hợp keo với quy mô 100 kg/m<sup>2</sup> và 1.000 kg/m<sup>2</sup> có diện tích mặt thoáng ở thiết bị tổng hợp quy mô lớn thì tiết diện bề mặt tiếp xúc lớn hơn, hệ thống quạt hút chân không hoạt động mạnh, làm tăng khả năng bay hơi Formaldehyde trong quá trình tổng hợp. Do đó hàm lượng Formadehyde tự do cho ván dán thu được thấp hơn so với quy mô 2 kg/m<sup>2</sup> ở phòng thí nghiệm.

## IV. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Keo dán MUF được tổng hợp đáp ứng được yêu cầu của keo dán dùng trong ngành chế biến gỗ với các đặc tính chất lượng như sau: Hàm lượng khô đạt 48 - 53%, thời gian sống 15 - 20 ngày, độ pH sau khi tổng hợp đạt 7,0 - 8,0; độ nhớt 15 - 17mPa.s.

Ván dán sử dụng keo MUF có các tính về cơ lý tốt, cường độ chịu lực cao, hàm lượng phát thải Formaldehyde thấp.

Ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu đến chất lượng keo MUF thông qua đánh giá chất lượng ván dán như sau:

+ *Các đặc tính không tạo sự thay đổi đáng kể* bao gồm: Khối lượng thể tích ván dao động 0,72 - 0,74 g/cm<sup>3</sup>; Độ ẩm ván sau ép nhiệt trung bình 10,9 - 11,4%. Độ bền uốn MOR đạt 78 - 81MPa; modul đàn hồi MOE đạt từ 7.900 - 8.800Mpa; cao hơn cường độ uốn tĩnh và mô đun đàn hồi của ván dán thông thường sử dụng keo UF.

+ *Khi thay đổi tỷ lệ, với tỷ lệ Melamine tăng, sẽ làm cho ván ép gia tăng về khả năng chống ẩm, chịu nước:* Trương nở chiều dày đạt từ

8,5 - 9,9%, nhỏ hơn mức độ trương nở của ván dán thông thường sử dụng keo UF; Cường độ dán dính sau 6h ngâm nước sôi, theo Class 2 đạt 1,5 - 1,8 Mpa, tương đương với cấp chất lượng của keo MUF Casco Adhesives trên thị trường.

+ *Khi thay đổi tỷ lệ sử dụng nguyên liệu*, keo UF được biến tính với tỷ lệ Melamine tăng, hàm lượng Formandehyde phát thải của ván dán giảm theo hướng tỷ lệ nghịch. Ở hai mức

tỷ lệ mol 1,5 và 1,75, ván dán đạt đạt tiêu chuẩn E1 thân thiện môi trường cho ván dán dùng nội thất theo tiêu chuẩn của châu Âu.

+ Các đặc tính công nghệ khác của keo như thời gian bảo quản, thời gian tráng keo, độ pH, thông số ép nhiệt của keo tương đương với loại keo MUF hiện có trên thị trường, phù hợp với công nghệ ép tạo ván dán chống ẩm, chịu nước; có thể phù hợp với khả năng sản xuất trên thực tế.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cơ sở hoá học các hợp chất cao phân tử, 1997. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
2. Dunky, M., 1998. Urea-formaldehyde (UF) adhesives resins for wood. Int. J. Adhes. Adhes. 18: 95 - 107.
3. Hse, C. Y; Fu, F.; Pan, H., 2008. Melamine-modified urea formaldehyde resin for bonding particle boards. Forest Prod J, 58, 56.
4. N. T. Paiva, J. Pereira, J. M. Ferra, P. Crsuz, L. Carvalho and F. D. Magalhães, 2012. Study of influence of synthesis condition on properties of melamine-urea formaldehyde resins.
5. Zhou, X., Pizzi, A., and Du, G., 2013. Performance of MUF resins for particleboard before and after spray-drying. Journal of Adhesion Science and Technology 27(20), 2219 - 2225, DOI: 10.1080/01694243.2013.767152.

**Email tác giả chính:** tranvf@gmail.com

**Ngày nhận bài:** 23/12/2020

**Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa:** 07/01/2021

**Ngày duyệt đăng:** 23/02/2021