

# การศึกษาการใช้วัสดุผสมของพอลิโพรพิลีนและใยมะพร้าวเป็นวัสดุทดแทนไม้

## Study of Polypropylene and Coconut Fiber Powder Composite as a Wood Replacing Material

นาวาอากาศเอกหญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สันสนีย์ เหมาคม<sup>1</sup>

Group Captain Assistant Professor Sansanee Haemakom<sup>1</sup>

นาวาอากาศตรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โชคชัย แจ่มอำพร<sup>2\*</sup>

Squadron Leader Assistant Professor Chokchai Chamamporn<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>กองส่งเสริมและพัฒนางานวิจัย โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

171/1 ถ.พลโยธิน แขวงคลองถนน เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร 10220

<sup>1</sup>Support and Research Division, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

171/1 Phahonyothin Rd. Klongthanon, Saimai, Bangkok 10220

<sup>2\*</sup>อาจารย์กองการศึกษา ภาควิชาวัสดุศาสตร์ทางการทหาร โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

171/1 ถ.พลโยธิน แขวงคลองถนน เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร 10220

<sup>2\*</sup>Lecturer, Material Science and Engineering Department, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal

Air Force Academy, 171/1 Phahonyothin Rd. Klongthanon, Saimai, Bangkok 10220

\*Corresponding Author. E-mail : bakiuta@gmail.com

(Received: May 8, 2020, Accepted: July 3, 2020)

**บทคัดย่อ :** งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการผลิตวัสดุทดแทนไม้จากพลาสติกพอลิโพรพิลีนและวัสดุจากธรรมชาติคือ ใยมะพร้าว รวมทั้งสารคู่ควบคือ มาเลอิกแอนไฮไดรด์กราฟเทดพอลิโพรพิลีน นำมาผสมรวมกันด้วยอัตราส่วนของ พอลิโพรพิลีน : สารคู่ควบ : ใยมะพร้าวเป็น 3 แบบ ได้แก่ 50 : 5 : 45, 60 : 5 : 35, 70 : 5 : 25 และใช้กระบวนการอัดขึ้นรูปร้อนเพื่อให้ได้แผ่นไม้พลาสติกตามต้องการ ซึ่งจากการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลตามมาตรฐาน ASTM พบว่าที่อัตราส่วน 70 : 5 : 25 จะมีความเหมาะสมมากที่สุดทั้งในด้านสมบัติทางกายภาพและทางกล ซึ่งประกอบด้วย 1) การดูดความชื้นต่ำมีค่า 1.67% 2) ความหนาแน่น 0.87 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร 3) การพองตัวตามความหนา เพียง 1.99% 4) มีความแข็งแรงสูงตามค่ามอดูลัสการแตกหัก 24.49 MPa และ 5) ความต้านแรงดึง 23.86 kgf/cm<sup>2</sup> ตามลำดับ ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้เป็นทางเลือกในการเป็นวัสดุทดแทนไม้ในการตกแต่งได้ดี แต่ยังมีข้อด้อยในด้านของความสวยงาม และความแข็งแรงที่ไม่สูงมากนัก ซึ่งในการประยุกต์ใช้จะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับประเภทของงานที่นำไปใช้ และหากต้องการคุณสมบัติที่ดีขึ้น จะต้องนำไปทำการวิจัยต่อยอดและพัฒนาให้ได้วัสดุที่ดีขึ้นต่อไป

**คำสำคัญ :** ใยมะพร้าว พอลิโพรพิลีน วัสดุทดแทนไม้

**Abstract :** This research is a study on the production of wood substitute materials from polypropylene plastic and natural materials, namely coconut fiber powder. Including the coupled substance is Maleic anhydride grafted polypropylene mixed together with the ratio of polypropylene: co-additives: coconut fiber powder into 3 types which are 50: 5: 45, 60: 5: 35, 70: 5: 25 and using hot extrusion process. In order to get the plastic sheet as needed according to the ASTM standard physical and mechanical properties, it is found that the ratio 70: 5: 25 is the most suitable for both physical and mechanical properties consisting of 1) low hygroscopicity with 1.67% 2) density of 0.87 grams/cubic centimeter 3) swelling by thickness of only 1.99% 4) high strength according to modulus of fracture at 24.49 MPa and 5 ) Tensile strength 23.86 kgf/cm<sup>2</sup>, respectively. Therefore, it can be used as an alternative to wood as a substitute for decoration. But there are still disadvantages in terms of beauty and hardness that is not very high. In which the application must be considered to be suitable for the type of work used and if you want a better qualification, you will have to research and develop this for getting better material.

**Keywords :** Coconut Fiber Powder, Polypropylene, Wood Replacing Material

## 1. บทนำ

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไม้เพื่อการปลูกสร้างบ้านเรือนหรือการทำเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งจากข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2550 มีเหลืออยู่เพียง 172,185.28 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 33.34% [1] ในขณะที่ส่วนใหญ่ยังนิยมนำไม้มาใช้ในการก่อสร้างและตกแต่งเพราะมีความสวยงามและให้ความรู้สึกเหมือนอยู่ในธรรมชาติ [2] รวมทั้งการปลูกป่าทั้งของภาครัฐและเอกชนยังไม่สนองต่อความต้องการใช้ไม้ที่มีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงต้องมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อหาวัสดุมาใช้ทดแทนไม้ธรรมชาติซึ่งจะสอดคล้องกับนโยบายที่เป็นยุทธศาสตร์แห่งชาติในเรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ที่มุ่งเน้นในการหาวัสดุทดแทนไม้ด้วยการนำเศษพืชเหลือใช้ทางการเกษตรกรรม วัชพืช หรือจากอุตสาหกรรมทำไม้ เช่น ขี้เลื่อยและวัสดุของเสียอื่นๆ มาอัดขึ้นแผ่นโดยใช้กาวเป็นตัวเชื่อมประสาน แต่วัสดุชนิดใหม่เหล่านี้จะสามารถนำไปใช้งานได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากยังไม่มี ความสวยงาม แข็งแรง และทนทานเพียงพอ [3] ต่อมาจึงได้มีการนำวัสดุอื่น เช่น ซีเมนต์หรือพลาสติกชนิดต่างๆ มาผสมกับเศษพืชแล้วนำไปอัดเป็นแผ่น เพื่อให้ได้วัสดุทดแทนไม้ที่มีความแข็งแรงทนทานมากขึ้น ในขณะเดียวกันยังคงรักษาบุคลิกภาพความสวยงามที่คล้ายคลึงกับไม้ไว้ได้อีกด้วย [4]

เนื่องจากในทุกภูมิภาคของประเทศไทยจะมีอุตสาหกรรมเกี่ยวกับมะพร้าวอยู่เป็นจำนวนมากและของเหลือคือกาบมะพร้าวจะถูกนำไปทิ้งหรือแปรรูปเป็นปุ๋ยอินทรีย์ แต่ด้วยปริมาณที่มีอยู่เป็นจำนวนมากจึงทำให้เกิดปัญหาในการเผาทำลายทิ้ง รวมทั้งจะเกิดมลพิษทางอากาศเป็นจำนวนมาก สำหรับเม็ดพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีนจะสามารถหาได้ง่ายและมีอยู่แล้วเป็นจำนวนมาก ทำให้เป็นการประหยัดหากมีการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ด้วยการนำมาทำเป็นวัสดุผสมของใยมะพร้าวและพอลิโพรพิลีนทดแทนไม้

ไม่มีประโยชน์อย่างมากในงานวิศวกรรมโยธาซึ่งส่วนใหญ่เป็นไม้เนื้อแข็งมาใช้เพื่อการก่อสร้างทั้งในส่วน ของโครงสร้างหลักและโครงสร้างรอง รวมทั้งในงาน ตกแต่ง ปัจจุบันไม้มีปริมาณน้อยลงและมีราคาสูงขึ้นมาก ดังนั้นจึงมีการผลิตวัสดุทดแทนไม้ เพื่อให้ได้วัสดุชนิดใหม่ที่มีลักษณะคล้ายไม้จริง ถึงแม้ว่าวัสดุทดแทนไม้อาจมีสมบัติทางกำลังด้านวิศวกรรมบางประการด้อยกว่าไม้จริง แต่ก็มีสมบัติอยู่หลายประการที่มีความโดดเด่นกว่า เช่น มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่มีสภาพการกัดกร่อนรุนแรง เช่น น้ำทะเล และน้ำเสีย ไม่ดูดซึมน้ำ ไม่มีการเสียหายเนื่องจากปลวก ไม่มีปัญหาเรื่องการขยายตัว ทนต่อการผุพังเนื่องจากความชื้นและเชื้อรา และสามารถผลิตหน้าตัดเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ตามต้องการ สามารถนำมาใช้ทดแทนไม้จริงในส่วนของงานตกแต่งและงานพื้น โดยกระบวนการผลิตจะมีการทดลองผสมในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อให้ได้สมบัติตามมาตรฐาน เช่น ค่าความหนาแน่นและค่าความแข็งแรงทางวิศวกรรม เป็นต้น [5] และคาดว่าในปี พ.ศ. 2563 จะมีความต้องการแผ่นไม้เทียมไม่น้อยกว่า 2.0 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยเฉพาะแผ่นไม้อัดเทียมชนิดแผ่นใยไม้ความหนาแน่นปานกลางซึ่งเป็นแผ่นใยไม้อัดชนิดอัดแน่น นำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างและตกแต่งเพราะมีต้นทุนต่ำ ทนทาน และสามารถนำไปใช้ได้อย่างแพร่หลาย ซึ่งจะช่วยเพิ่มมูลค่าและลดการตัดไม้ทำลายป่าได้เป็นอย่างดี [6]

งานวิจัยนี้คือการนำเอาวัสดุที่ทิ้งแล้ว คือ ใยมะพร้าว และเม็ดพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน โดยการนำมาแปรรูปเป็นวัสดุผสม เพื่อใช้สำหรับทำวัสดุทดแทนไม้และส่งเสริมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมซึ่งผลจากการวิจัยนี้สามารถนำไปขยายผลเชิงพาณิชย์ได้เพราะเป็นการสร้างนวัตกรรม การผลิตที่สำคัญในอนาคตให้กับธุรกิจอุตสาหกรรมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ทันต่อความต้องการทางด้าน เศรษฐกิจและสังคม และการเมือง เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างความเจริญให้กับระบบเศรษฐกิจ สังคม และประเทศชาติ ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการใช้วัสดุผสมจากใยมะพร้าว ผงพอลิโพรพิลีนและสารคู่ควบเป็นวัสดุทดแทนไม้ โดยการศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของแผ่นไม้พลาสติก ตามมาตรฐาน ASTM D 7031-04 [7]

## 3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วัสดุทดแทนไม้ คือ วัสดุประกอบจากส่วนประกอบ 2 ชนิดขึ้นไป โดยมีวัสดุไม้เป็นส่วนประกอบหนึ่งร่วมกับวัสดุอื่น เช่น พอลิเมอร์ หรือสารอินทรีย์ มาผลิตจนได้ผิวสัมผัส สีสน และลักษณะรูปร่างที่ใกล้เคียงกับไม้จริง โดยส่วนประกอบแต่ละชนิดจะต้องแสดงสมบัติของแต่ละส่วนแยกกันอย่างชัดเจน ซึ่งช่วยแก้ปัญหาบางประการที่ก้าวข้ามขีดจำกัดของไม้ เช่น ความชื้น ความร้อน ปลวก และแมลงต่างๆ โดยวัสดุทดแทนไม้ประเภทไม้พลาสติก หมายถึง วัสดุผสมที่มีไม้และพลาสติกเป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีไม้เป็นสารตัวเติมและมีพลาสติกเป็นตัวเชื่อมประสานซึ่งพลาสติกอาจเป็นได้ทั้งแบบเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซต อาจเติมสารเติมแต่งต่างๆ เพื่อให้มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน [8]

จากการศึกษาสมบัติทางกลและทางกายภาพของเส้นใยธรรมชาติและพอลิโพรพิลีน Patharee Kamthita (2015) ได้ศึกษาสมบัติกายภาพและเชิงกลของพอลิโพรพิลีนคอมพอสิตเสริมแรงด้วย เส้นใยจากผักตบชวาและเส้นใยเยื่อกระดาษด้วยเทคนิคการละลายและตกตะกอน โดยใช้ตัวทำละลายพาราไซลีนละลายพลาสติกพอลิโพรพิลีนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ผสมกับเส้นใย 10-40 % โดยน้ำหนัก ลดอุณหภูมิเพื่อตกตะกอนและขึ้นรูปแผ่นด้วยเครื่องบีบอัด ผลการวิจัยพบว่า พอลิโพรพิลีนคอมพอสิตที่ผสมเส้นใยจากผักตบชวาและเยื่อกระดาษ มีสมบัติทางกายภาพ ความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สำหรับผลทดสอบทางกลพบว่า พอลิโพรพิลีนคอมพอสิตที่ผสมเส้นใยจากผักตบชวา มีสมบัติดีกว่าเส้นใยเยื่อกระดาษ ซึ่งพอลิโพรพิลีนคอมพอสิต

ที่มีปริมาณของเส้นใยผักตบชวาประมาณ 10-20% โดยน้ำหนัก จะมีความต้านทานต่อแรงกระแทกและการตัดโค้งลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับพอลิเมอร์ที่ไม่ผสมเส้นใย ในขณะที่ ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นมากขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใย ทำให้วัสดุคอมพอสิตมีความแข็งแรงตึงมากขึ้น [9] และจากการศึกษาสมบัติทางกลของพอลิโพรพิลีนโดยการเติมแก้วกลบพบว่า ปริมาณการเพิ่มขึ้นของแก้วกลบส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงตึงและค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของพอลิโพรพิลีนผสมแก้วกลบมีค่าลดลง จึงส่งผลให้ค่ามอดูลัสความยืดหยุ่นมีค่าเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มตามปริมาณการเติมแก้วกลบที่เพิ่มขึ้น [10]

Jintana Suksawat และคณะ (2011) ได้ทำการศึกษาไม้พลาสติก จากพลาสติกพอลิโพรพิลีน และเส้นใยธรรมชาติที่เป็นเศษเหลือจากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ได้แก่ เส้นใยทะลายปาล์มเปล่า และเส้นใยทางใบ โดยควบคุมอัตราส่วนพอลิโพรพิลีนต่อเส้นใย 50:50 จากนั้นนำไปศึกษาสมบัติเชิงกล ซึ่งเติมสารช่วยผสมพอลิโพรพิลีนต่อกึ่งด้วยมาเลอิกแอนไฮไดรด์ (0-3% โดยน้ำหนัก) เป็นสารคู่ควบจากผลการทดลองพบว่าไม้พลาสติกที่เตรียมสารพอลิโพรพิลีนต่อกึ่งด้วยมาเลอิกแอนไฮไดรด์ (0-3% โดยน้ำหนัก) เป็นสารคู่ควบ ช่วยเพิ่มสมบัติเชิงกลโค้งงอเฉพาะไม้พลาสติกที่เตรียมจากเส้นใยทะลายปาล์มทางใบ และจากการศึกษาสัญญาณวิทยา ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่า เส้นใยทะลายปาล์มทางใบมีลักษณะผิวขรุขระ เป็นเส้นสม่ำเสมอและมีการยึดเกาะที่ดีกับพลาสติกพอลิโพรพิลีนมากกว่าเส้นใยทะลายปาล์มเปล่า [11] และจากการศึกษาของ กุศยา สุวรรณวิหค และคณะ (2556) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาวัสดุทดแทนไม้จากการนำใบสนคาริเปียและขวดพลาสติกพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) ที่ผ่านการใช้แล้วมาทำเป็นวัสดุผสมเพื่อใช้ทดแทนไม้ โดยมีมาเลอิกแอนไฮไดรด์ กราฟเทตพอลิเอทิลีน เป็นสารคู่ควบ ซึ่งใช้อัตราส่วน LDPE : สารคู่ควบ : เศษใบสน 65 : 5 : 30 และ 75 : 5 : 20 วัตถุดิบทุกชนิดนำมาบดเป็นผงและผสมให้เข้ากัน

แล้วนำมาผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปความร้อนเป็นแผ่นไม้พลาสติกนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลพบว่าแผ่นไม้พลาสติกที่มีอัตราส่วน LDPE : สารคู่ควบ : เศษใบสน 75:5:20 มีสมบัติทั้งทางกายภาพและทางกลที่ดีกว่าอีกอัตราส่วนหนึ่ง ซึ่งไม้พลาสติกของงานวิจัยสามารถนำไปใช้ตกแต่งทำเฟอร์นิเจอร์ที่ไม่ต้องการการรับน้ำหนักมากได้ [12]

สำหรับงานวิจัยนี้จะเน้นการใช้การวัสดุที่ทิ้งแล้วนำมาแปรรูปเป็นวัสดุผสมเพื่อใช้สำหรับทำวัสดุทดแทนไม้ โดยการใช้เส้นใยมะพร้าวเป็นเส้นใยหลัก เนื่องจากเส้นใยมะพร้าวมีลักษณะเส้นใยสั้นมีความเหนียวพอประมาณ ความโค้งงอต่ำ ทนต่อความชื้นและการทำลายของจุลินทรีย์และเชื้อราได้ดี ใยมะพร้าวมีส่วนเซลลูโลสประมาณ 35-37% มีลิกนินและเพนินสูง [13] โดยเลือกมาเลอิกแอนไฮไดรด์กราฟเทดพอลิโพรพิลีน (Maleic Anhydride grafted Polypropylene, MAPP) ปริมาณมาเลอิกแอนไฮไดรด์ 8-10% โดยน้ำหนัก จากบริษัท ออลดริช เคมีสทรี จำกัด เกรดห้องปฏิบัติการเป็นสารคู่ควบ และเลือกใช้เม็ดพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) จากบริษัท เอ็มดีอาร์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด เนื่องจากพอลิโพรพิลีนมีคุณสมบัติ คือ มีความแข็งแรง ความเปราะและแตกง่ายน้อยกว่าพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene, HDPE) และมีความยืดหยุ่นน้อยกว่าพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low density polyethylene, LDPE) คงตัวสูงไม่เสียรูปง่าย มีน้ำหนักเบา ซึ่งมีความหนาแน่นน้อย ในช่วง 0.855-0.946 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีจุดหลอมเหลวสูง 130-171 องศาเซลเซียส มีค่าความแข็งแรงดึง 29.3-38.6 MPa และเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีมาก [14]

#### 4. วิธีดำเนินการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้วัสดุผสมของใยมะพร้าวและพอลิโพรพิลีนเป็นวัสดุทดแทนไม้ โดยจะเริ่มจากการเตรียมวัตถุดิบในห้องปฏิบัติการเพื่อคำนวณหาความชื้นและปริมาณของพอลิโพรพิลีนและผงใยมะพร้าวที่จะใช้ต่อแผ่นไม้พลาสติกหนึ่งแผ่น รวมทั้งการเตรียมสารคู่ควบ MAPP ต่อจากนั้นทำการผสมเพื่อขึ้นรูปแผ่นไม้พลาสติก และทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกล โดยมีวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

##### 4.1 การจัดเตรียมวัตถุดิบ

4.1.1 การเตรียมใยมะพร้าวโดยการล้างใยมะพร้าวด้วยน้ำสะอาดและผึ่งให้แห้ง นำมาเข้าเครื่องบดเพื่อทำให้เป็นผงใยมะพร้าว จากนั้นนำมาหาค่าความชื้นก่อนนำไปใช้อัดขึ้นรูป

4.1.2 การเตรียมผงพอลิโพรพิลีนด้วยการบดด้วยเครื่องบดให้เป็นผงและนำผงที่ได้มาหาค่าความชื้นก่อนนำไปใช้ในการอัดขึ้นรูป

4.1.3 การเตรียมสารคู่ควบโดยนำ MAPP มาบดให้เป็นผงด้วยเครื่องบดและเก็บใส่ถุงพลาสติกกันความชื้นเพื่อนำไปใช้ในการอัดขึ้นรูป

4.1.4 การหาความชื้นของผงใยมะพร้าวและผงพอลิโพรพิลีน

ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ จะต้องคำนวณปริมาณของผงพอลิโพรพิลีนและผงใยมะพร้าวที่จะใช้ต่อแผ่นไม้พลาสติกหนึ่งแผ่น แต่ต้องมีการคำนวณเพื่อในกรณีที่วัสดุมีการติดอยู่กับภาชนะที่ใช้ผสม เพื่อที่จะนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาน้ำหนักที่แท้จริง โดยมีลำดับขั้นตอนต่อไป คือ

4.1.5 แบ่งผงพอลิโพรพิลีนเป็น 5 ถัง และผงใยมะพร้าว 3 ถัง โดยมีน้ำหนักถังละ 2 กิโลกรัม

4.1.6 สุ่มตัวอย่างจากแต่ละถัง ลงในปิកเกอร์ที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้วแบ่งใส่ จำนวน 3 ใบ ใบละ 10 กรัม แล้วทำสัญลักษณ์ไว้

4.1.7 หาค่าความชื้นโดยนำเข้าสู่ตูบที่อุณหภูมิ  $103 \pm 2$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง อบนานจนกว่าน้ำหนักจะคงที่ [15]

4.1.8 เมื่อครบ 4 ชั่วโมงแล้วนำบีกเกอร์ออกมาทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

4.1.9 นำบีกเกอร์มาชั่งน้ำหนัก จดบันทึกผลที่ได้และหาค่าความชื้น

4.1.10 ทำซ้ำขั้นตอนที่ (4.1.5) - (4.1.7) อีกครั้ง

4.1.11 เปรียบเทียบผลที่ได้จากการหาความชื้นทั้ง 2 ครั้ง ถ้าความแตกต่างไม่เกิน  $\pm 0.1\%$  ถือว่าค่าความชื้นที่ได้เป็นความชื้นของวัตถุดิบ

#### 4.2 การทำไม้พลาสติก

ในการขึ้นรูปไม้พลาสติกในงานวิจัยนี้ มีวัตถุดิบ คือ ผงพอลิโพรพิลีน : MAPP : ผงใยมะพร้าว ซึ่งแบ่งออกเป็นสามอัตราส่วน คือ 50 : 5 : 45, 60 : 5 : 35 และ 70 : 5 : 25 ตามลำดับ ซึ่งแสดงปริมาณอัตราส่วนวัตถุดิบสำหรับแผ่นไม้พลาสติกดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ปริมาณอัตราส่วนวัตถุดิบสำหรับแผ่นไม้พลาสติก

| อัตราส่วน<br>ระหว่างผงพอลิ<br>โพรพิลีน :<br>สารคู่ควบ MAPP<br>: ผงใยมะพร้าว | ปริมาณวัตถุดิบ (กรัม) |      |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|-----------------|
|                                                                             | ผงพอลิ<br>โพรพิลีน    | MAPP | ผงใย<br>มะพร้าว |
| 50 : 5 : 45                                                                 | 515                   | 50   | 465             |
| 60 : 5 : 35                                                                 | 615                   | 50   | 360             |
| 70 : 5 : 25                                                                 | 720                   | 50   | 260             |

หลังจากเตรียมวัตถุดิบเป็นที่เรียบร้อยแล้วให้นำวัตถุดิบทั้ง 3 อัตราส่วน ใส่ลงภาชนะ แล้วทำการผสมเข้าด้วยกันด้วยมือ และนำไปขึ้นรูปเป็นไม้พลาสติก ในแต่ละอัตราส่วนให้ได้จำนวนอัตราส่วนละ 5 แผ่น ขนาดแผ่นละ  $35 \times 35$  เซนติเมตร หนา 10 มิลลิเมตร โดยมีวิธีการอัดขึ้นรูปแผ่นไม้พลาสติก ดังนี้

4.2.1 นำแผ่นเหล็กทรงอัดมาวางลงบนโต๊ะ และวางทับด้วยแผ่นเทฟลอนอีกชั้นเพื่อป้องกันการติดกัน เมื่ออัดแผ่นเสร็จแล้วและนำเหล็กที่เป็นตัวกำหนดขนาดความหนาของแผ่นไม้พลาสติกขนาด 10 มิลลิเมตร วางลงบนแผ่นเหล็กทรงอัดแผ่นล่าง และนำกล่องสี่เหลี่ยมโปร่งมาวางครอบบนแผ่นเหล็กเพื่อเป็นกรอบในการโรยวัตถุดิบ

4.2.2 นำส่วนผสมที่ได้จากขั้นตอนที่แล้วโรยในกล่องให้สม่ำเสมอมากที่สุดและใช้แผ่นไม้กดลงบนวัสดุที่โรยลงไป แล้วยกแผ่นไม้ที่กดทับออก นำแผ่นเทฟลอนและแผ่นเหล็กทรงอัดปิดทับลงไปตามลำดับ

4.2.3 เปิดเครื่องอัดไม้ (อัดด้วยความร้อน) ยี่ห้อ Burkel รุ่น LA-64 ให้ทำงาน ตั้งอุณหภูมิที่ 220 องศาเซลเซียสและความดัน 200 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร นำแผ่นไม้พลาสติกที่เตรียมไว้แล้วมาวางบนแท่นอัดไม้ และเปิดสวิทช์เครื่องอัดไม้ด้วยความร้อน เมื่อความดันขึ้นไปถึงความดันที่ตั้งไว้ทำการอัดขึ้นรูปเป็นเวลา 5 นาที และนำแผ่นไม้พลาสติกออกจากเครื่องอัดไม้ด้วยความร้อน

4.2.4 ลอกแผ่นเทฟลอนออกจากแผ่นไม้พลาสติก วางไว้ในอุณหภูมิห้องเพื่อปรับสภาพให้มีการคืนตัวของแผ่นทางด้านความหนา ทำสัญลักษณ์และทิ้งไว้ 7 วัน เพื่อปรับสภาวะก่อนนำไปทดสอบทำซ้ำ จนได้ครบ 15 แผ่น นำแผ่นที่ได้ไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกล จำนวนอัตราส่วนละ 3 แผ่น และเก็บไว้เพื่อการเสียหายจากการตัดทดสอบอัตราส่วนละ 2 แผ่น



#### 4.3 การทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกล

การทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของแผ่นไม้พลาสติก ตามมาตรฐาน ASTM D 7031-04 (Standard guide for evaluating mechanical and physical properties of wood-plastic composite product) โดยทำการทดสอบ ดังนี้

4.3.1 การทดสอบปริมาณความชื้น โดยการชั่งน้ำหนักของชิ้นทดสอบ 2 ชิ้น ขนาดแต่ละชิ้นเท่ากับ  $76.2 \times 38.1$  มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำชิ้นทดสอบไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ  $103 \pm 2$  องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่โดยชั่ง 2 ครั้งเป็นเวลาห่างกัน 4 ชั่วโมง จะต้องไม่แตกต่างกันเกิน 0.1% ของน้ำหนักของชิ้นทดสอบ และนำมาใส่ในเคชิกเคเตอร์ปล่อยไว้ให้เย็น นำชิ้นทดสอบมาชั่งน้ำหนักหลังอบและทำการจดบันทึก นำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตรปริมาณความชื้น จากสมการ

$$\text{ปริมาณความชื้น} = 100 (I - F) / F \quad (1)$$

เมื่อ

$I$  = น้ำหนักเริ่มต้นของชิ้นทดสอบ (กรัม)

$F$  = น้ำหนักสุดท้ายหลังอบของชิ้นทดสอบ (กรัม)

4.3.2 การทดสอบปริมาณความหนาแน่นของชิ้นงาน โดยการใช้ชิ้นทดสอบ 2 ชิ้น ขนาด แต่ละชิ้นเท่ากับ  $76.2 \times 38.1$  มิลลิเมตร โดยการนำชิ้นทดสอบไปชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบ ขนานกับขอบแล้วหาค่าเฉลี่ย วัดความหนาของชิ้นทดสอบโดยใช้ไมโครมิเตอร์เป็นตัววัดแล้วหาค่าเฉลี่ยความหนา

4.3.3 การทดสอบหาค่าการพองตัวตามความหนา โดยการใช้ชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น ขนาดชิ้นทดสอบเท่ากับ  $76.2 \times 38.1$  มิลลิเมตร โดยการนำชิ้นทดสอบที่ผ่านการทดสอบในการหาความชื้นมาใช้ในการหาค่าการพองตัวตามความหนา โดยทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดความหนาตรงมุมทั้งสี่ ของชิ้นทดสอบโดยวัดเข้ามาจากขอบทั้ง

4 ด้าน ด้านละ 25 มิลลิเมตร วัดความหนาของชิ้นทดสอบก่อนนำไปแช่น้ำ หลังจากนั้นนำชิ้นทดสอบไปแช่น้ำสะอาดที่อุณหภูมิ  $20 \pm 2$  องศาเซลเซียส โดยให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับน้ำประมาณ 1 นิ้วเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำชิ้นจากน้ำและเช็ดชิ้นทดสอบนำไปชั่งน้ำหนักและวัดความหนาที่ตำแหน่งเดิมทันที และนำค่าที่ได้มาหาค่าการพองตัวตามความหนาจากสูตร

$$\% \text{ ค่าการพองตัว} = [(t_2 - t_1) / t_1] \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ

$t_1$  คือ ความหนาของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

$t_2$  คือ ความหนาของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

4.3.4 การทดสอบหาค่ามอดุลัสยืดหยุ่นและมอดุลัสการแตกร้าว โดยใช้ชิ้นทดสอบ 2 ชิ้น ขนาดแต่ละชิ้นเท่ากับ  $40 \times 210$  มิลลิเมตร โดยการวางชิ้นทดสอบบนแท่งรองรับที่มีระยะห่าง 15 เท่าของความหนาของชิ้นทดสอบ และต้องไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร ให้ปลายยื่นออกไปจากจุดรองรับ ข้างละประมาณ 25 มิลลิเมตร หลังจากนั้นให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางโดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกดจนกระทั่งชิ้นทดสอบแตกหักต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่มากกว่า 90 วินาที ซึ่งผลการทดลองจะแสดงออกมาทางคอมพิวเตอร์และสามารถพิมพ์ออกมาเป็นข้อมูลได้

4.3.5 การทดสอบหาค่าความต้านแรงดึง โดยใช้ชิ้นทดสอบ 2 ชิ้น ขนาดชิ้นละ  $14 \times 350$  มิลลิเมตร มีวิธีการทดลอง คือ ตัดผิวหน้าทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแผ่นดิ่ง โดยใช้กาวสังเคราะห์ที่ให้แรงยึดระหว่างชิ้นทดสอบกับแผ่นดิ่งได้มากกว่าแรงยึดตัวในชิ้นทดสอบและนำชิ้นทดสอบที่เตรียมได้แล้วไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ชิ้นทดสอบแยกออกจากกันโดยอัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มจนกระทั่งชิ้นทดสอบแยกออกจากกันต้องไม่น้อยกว่า 10 วินาที แต่ไม่เกิน 10 นาที

## 5. ผลการศึกษา

5.1 ผลการศึกษาหาค่าความชื้นของวัตถุดิบจากผงใยมะพร้าวและพอลิโพรพิลีนก่อนนำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นไม้พลาสติก ได้ผลการศึกษาวิจัย ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาหาค่าความชื้นของผงใยมะพร้าวก่อนนำไปขึ้นรูป มีน้ำหนักก่อนอบเฉลี่ย 27.78 กรัม น้ำหนักหลังอบเฉลี่ย 27.71 กรัม และมีค่าความชื้นเฉลี่ย 0.25% และผลการศึกษาหาค่าความชื้นของผงพอลิโพรพิลีนก่อนนำไปขึ้นรูป มีน้ำหนักก่อนอบเฉลี่ย 10.00 กรัม น้ำหนักหลังอบเฉลี่ย 9.96 กรัม และมีค่าความชื้นเฉลี่ย 0.40% ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาหาค่าความชื้นของวัตถุดิบ

| วัตถุดิบ       | นน.ก่อนอบเฉลี่ย (กรัม) | นน.หลังอบเฉลี่ย (กรัม) | ความชื้นเฉลี่ย (%) |
|----------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| ผงใยมะพร้าว    | 27.78                  | 27.71                  | 0.25               |
| ผงพอลิโพรพิลีน | 10.00                  | 9.96                   | 0.40               |

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการพองตัวตามความหนา

| ชั้นตัวอย่าง/อัตราส่วน | ความหนาเฉลี่ยก่อนแช่น้ำ (มม.) | ความหนาเฉลี่ยหลังแช่น้ำ (มม.) | การพองตัว (%) |
|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1 50:5:45              | 10.03                         | 10.27                         | 2.39          |
| 2 60:5:35              | 10.03                         | 10.26                         | 2.29          |
| 3 70:5:25              | 10.03                         | 10.23                         | 1.99          |

## 5.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นไม้พลาสติก

5.2.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นไม้พลาสติก เมื่อนำแผ่นไม้พลาสติกที่ขึ้นรูปแล้วทั้งสามอัตราส่วน มาทดสอบสมบัติทางกายภาพ ดังนี้ คือ ผลการทดสอบการพองตัวตามความหนา ดังแสดงในตารางที่ 3 ผลการทดสอบความหนาแน่นและความชื้น ดังแสดงในตารางที่ 4 และในงานวิจัยนี้ได้นำผลการทดลองเปรียบเทียบกับผลการทดลองของงานวิจัยอื่นและไม้อัดมาตรฐานความหนาแน่นปานกลางซึ่งมีค่าคุณสมบัติใกล้เคียงกับไม้พลาสติกในงานวิจัยนี้ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความหนาแน่นและความชื้น

| ชั้นตัวอย่าง (อัตราส่วน/ ชั้นทดสอบ) | ความหนาแน่น (กรัม/ซม. <sup>3</sup> ) | ความชื้น (%) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| 50:5:45                             | 1 0.83                               | 2.28         |
|                                     | 2 0.81                               | 2.30         |
|                                     | 3 0.83                               | 2.29         |
| 60:5:35                             | 1 0.81                               | 1.92         |
|                                     | 2 0.85                               | 1.69         |
|                                     | 3 0.83                               | 1.79         |
| 70:5:25                             | 1 0.88                               | 1.61         |
|                                     | 2 0.86                               | 1.73         |
|                                     | 3 0.87                               | 1.66         |



**ตารางที่ 5** เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของแผ่นไม้พลาสติกแผ่นไม้อัดความหนาแน่นปานกลางและงานวิจัยอื่น

| สมบัติทางกายภาพ                      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|
| ความชื้น (%)                         | 2.29 | 1.80 | 1.67 | 8.26 | -    |
| ความหนาแน่น (กรัม/ซม. <sup>3</sup> ) | 0.82 | 0.83 | 0.87 | 0.94 | 1.10 |
| การพองตัวตามความหนา (%)              | 2.39 | 2.29 | 1.99 | 7.83 | 8.69 |

หมายเหตุ 1 = PP : MAPP : ผงใยมะพร้าว 50:5:45  
 2 = PP : MAPP : ผงใยมะพร้าว 60:5:35  
 3 = PP : MAPP : ผงใยมะพร้าว 70:5:25  
 4 = แผ่นไม้อัดความหนาแน่นปานกลางชนิดผสมกาไวโอไฮยาเนต 7% [16]  
 5 = ไม้พลาสติกที่มีส่วนประกอบคือ ไม้ 64% พอลิโพรพิลีน 25% อื่นๆ 11% [17]

### 5.3 ผลการทดสอบสมบัติทางกลของแผ่นไม้พลาสติก

5.3.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกลของแผ่นไม้พลาสติก เปรียบเทียบกับผลการทดสอบของงานวิจัยอื่น และไม้อัดมาตรฐานความหนาแน่นปานกลางซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับไม้พลาสติกในงานวิจัยนี้ ดังแสดงในตารางที่ 6

**ตารางที่ 6** เปรียบเทียบสมบัติทางกลของแผ่นไม้พลาสติกแผ่นไม้อัดความหนาแน่นปานกลางและงานวิจัยอื่น

| สมบัติทางกล                          | 1      | 2      | 3      | 4       | 5            |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|---------|--------------|
| MOR (MPa)                            | 19.59  | 21.87  | 24.49  | 23.61   | 10.35-25.53  |
| MOE (MPa)                            | 917.57 | 898.43 | 880.27 | 1756.15 | 690-1794     |
| ความต้านแรงดึง (kg/cm <sup>2</sup> ) | 11.11  | 16.52  | 23.86  | -       | 14.55-130.50 |

หมายเหตุ 1 = PP : MAPP : ผงใยมะพร้าว 50:5:45  
 2 = PP : MAPP : ผงใยมะพร้าว 60:5:35  
 3 = PP : MAPP : ผงใยมะพร้าว 70:5:25  
 4 = แผ่นไม้อัดความหนาแน่นปานกลางชนิดผสมกาไวโอไฮยาเนต 7%  
 5 = ตัวอย่างที่ 1 คือ ไม้พลาสติกที่มีส่วนประกอบคือ ไม้ 64% พอลิโพรพิลีน 25% อื่นๆ 11%

### 6. สรุปผลและอภิปรายผล

สรุปผลการวิจัยการใช้วัสดุผสมของใยมะพร้าวและพอลิโพรพิลีนเป็นวัสดุทดแทนไม้ มีดังต่อไปนี้

6.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นของผงใยมะพร้าว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25% ซึ่งเป็นความชื้นปกติที่อุณหภูมิห้อง ดังนั้นการชั่งน้ำหนักของผงใยมะพร้าวที่มีน้อยก่อนการขึ้นรูปนั้นมีผลต่อสมบัติต่างๆ เพราะเมื่อความชื้นน้อยลงความทนทานต่อแมลงและราจะดีขึ้น และค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น

6.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นของผงพอลิโพรพิลีน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.40% ซึ่งเป็นความชื้นปกติที่อุณหภูมิห้องซึ่งถือว่าน้อยมาก ดังนั้น การชั่งน้ำหนักก่อนอัดแผ่นจึงไม่ต้องเผื่อเกินเนื่องจากความชื้น นอกจากนี้ความชื้นที่มีน้อยมากมีผลต่อสมบัติต่างๆ เพราะไม้พลาสติกจะมี

ความชื้นที่น้อย เมื่อเทียบกับไม้ทั่วไป และมีความทนทาน ต่อแมลงและกันเชื้อราได้ดีกว่า

6.3 ผลวิเคราะห์ค่าการอัดไม้พลาสติกทุกแผ่นที่ได้ จะใช้กรรมวิธีโรยเยื่อด้วยมือเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นโดยการอัด ด้วยเครื่องอัดไม้ (อัดด้วยความร้อน) ดังนั้นจึงอาจมีสมบัติ ที่ไม่สม่ำเสมอทั้งแผ่นได้ แผ่นไม้พลาสติกที่ได้มีความหนาในช่วง 0.9-1 เซนติเมตร เมื่อได้รับความร้อนที่เพิ่มมากขึ้นและใช้เวลานานยิ่งขึ้น ส่วนพลาสติกส่วนเกินนั้น จะไหลออกมาตามรูระบายอากาศของเหล็กกัน ดังนั้น เมื่อ จะทำการขึ้นแผ่นโดยวิธีการอัดขึ้นรูปร้อนนั้นควรจะมีการ อุ่นวัตถุดิบก่อนที่จะขึ้นรูป เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาคความ ร้อนกระจายตัวไม่ทั่วชิ้นงานซึ่งมีผลทำให้ชิ้นงานเกิดการ แยกชั้น ส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลได้

6.4 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่น ไม้พลาสติกด้วยการหาค่าความหนาแน่นของแผ่นไม้ พลาสติกที่มีอัตราส่วนพอลิโพรพิลีน : MAPP : ผงใยมะพร้าว 50:5:45, 60:5:35 และ 70:5:25 ได้ค่าความหนาแน่น เท่ากับ 0.82, 0.83 และ 0.87 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้น ตามปริมาณของพอลิโพรพิลีนที่เพิ่มขึ้นตามอัตราส่วน เนื่องจากไม้พลาสติกที่ผลิตได้เป็นวัสดุคอมพอสิต ที่มีพอลิโพรพิลีนเป็นเมทริกซ์ ซึ่งเป็นวัสดุหลักที่มีความ หนาแน่นมากกว่าส่วนเสริมแรง คือ เส้นใยมะพร้าว ดังนั้น หากปริมาณพอลิโพรพิลีนในอัตราส่วนผสมเพิ่มขึ้นย่อม ส่งผลต่อความหนาแน่นโดยรวมของวัสดุคอมพอสิตที่ได้ สำหรับผลการทดลองค่าความชื้นของแผ่นไม้พลาสติกที่มี อัตราส่วนพอลิโพรพิลีน : MAPP : ผงใยมะพร้าว 50:5:45, 60:5:35 และ 70:5:25 มีความชื้น 2.29%, 1.80% และ 1.67% ตามลำดับ ซึ่งทุกค่ามีความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง พบว่าไม้พลาสติกนี้มีความชื้นน้อยกว่ามาก ซึ่งแสดงถึง แนวโน้มของการเกิดเชื้อราต่ำ สามารถใช้งานในสภาพ แวดล้อมที่มีความชื้นได้ โดยไม่ทำให้ความสามารถทาง กลเปลี่ยนแปลงไป และค่าความชื้นของชิ้นงานจะลดลง

ตามปริมาณของพอลิโพรพิลีนที่เพิ่มขึ้นรวมทั้งปริมาณ ผงใยมะพร้าวที่ลดลงตามอัตราส่วน สำหรับค่าการพองตัว ตามความหนาของแผ่นไม้พลาสติกที่มีอัตราส่วนผล พอลิโพรพิลีน : MAPP : ผงใยมะพร้าว 50:5:45, 60:5:35 และ 70:5:25 ที่มีค่าการพองตัวตามความหนา 2.39%, 2.29% และ 1.99% ตามลำดับ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณ ของพอลิโพรพิลีน เมื่อมีมากจะทำให้ค่าการพองตัวน้อย และเมื่อมีน้อยจะมีค่าการพองตัวจะมาก ในการวิจัยครั้งนี้ มีค่าการพองตัวตามความหนาที่น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ ความหนาของไม้พลาสติกกับไม้อัดความหนาแน่น ปานกลาง ซึ่งจะเห็นได้ว่าไม้พลาสติกนี้มีค่าการพองตัว ตามความหนาที่น้อยกว่ามาก และเมื่อเปรียบเทียบกับ ไม้พลาสติกที่มีส่วนผสมของพลาสติกพอลิโพรพิลีนที่มี อัตราส่วนผสมของไม้ : พอลิโพรพิลีน : วัสดุอื่นๆ ด้วย อัตราส่วน 64:25:11 พบว่าจะมีการพองตัวตามความหนา น้อยกว่ามาก แสดงว่าแผ่นไม้พลาสติกมีการดูดความชื้น ได้น้อย เมื่อนำไปใช้กับสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงหรือ เมื่อสัมผัสน้ำจะสามารถคงสภาพได้ดี ไม่พองตัว

6.5 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกลของแผ่นไม้ พลาสติก ประกอบด้วย ค่ามอดุลัสการแตกหักของแผ่น ไม้พลาสติกที่มีอัตราส่วนพอลิโพรพิลีน : MAPP : ผงใย มะพร้าว 50:5:45, 60:5:35 และ 70:5:25 จะมีค่ามอดุลัส การแตกหัก 19.59, 21.87 และ 24.49 MPa ตามลำดับ โดยค่ามอดุลัสของการแตกหักจะแปรผันตรงกับปริมาณ ของพอลิโพรพิลีน โดยอัตราส่วนที่มีพอลิโพรพิลีนที่มาก จะมีค่ามอดุลัสการแตกหักมากขึ้นตามไปด้วย เนื่องจาก พอลิโพรพิลีนมีผลต่อความแข็งแรงของชิ้นงานและเมื่อมีความ แข็งแรงมาก มอดุลัสการแตกหักก็จะมากขึ้น สำหรับค่า มอดุลัสการยืดหยุ่นของแผ่นไม้พลาสติกที่มีอัตราส่วน พอลิโพรพิลีน : MAPP : ผงใยมะพร้าว 50:5:45, 60:5:35 และ 70:5:25 จะมีค่ามอดุลัสการยืดหยุ่น 917.57, 898.43 และ 880.27 MPa ตามลำดับ ดังนั้น ค่ามอดุลัสการ ยืดหยุ่นจะแปรผกผันกับปริมาณของพอลิโพรพิลีน โดย อัตราส่วนที่มีมาก จะมีค่ามอดุลัสการยืดหยุ่นน้อยลงตาม

ไปด้วย เพราะจะมีผลต่อความยืดหยุ่นของชิ้นงานและเมื่อมีความยืดหยุ่นมาก มอดูลัสการยืดหยุ่นก็จะมากขึ้นและสำหรับค่าความต้านแรงดึงของแผ่นไม้พลาสติกที่มีอัตราส่วนพอลิโพรพิลีน : MAPP : ผงไยมะพร้าว 50:5:45, 60:5:35 และ 70:5:25 จะมีค่าความต้านทานแรงดึง 11.11, 16.52 และ 23.86 kgf/cm<sup>2</sup> ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่า ค่าความต้านทานแรงดึงแปรผันตรงกับปริมาณของพอลิโพรพิลีน โดยอัตราส่วนที่มีพอลิโพรพิลีนมาก ค่าความต้านทานแรงดึงจะมากขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากพอลิโพรพิลีนมีผลต่อความแข็งแรงของชิ้นงาน เมื่อมีความแข็งแรงมาก ความต้านทานแรงดึงก็จะมากขึ้นด้วย

6.6 ไยมะพร้าวเมื่อนำมาบดให้เป็นผงจำนวน 5 กิโลกรัม จะได้ผงไยมะพร้าว 3.8 กิโลกรัม คิดเป็น 76% ของน้ำหนักก่อนบดและจะมีความชื้นภายในเนื้อไม้ 7.09% เม็ดพลาสติกพอลิโพรพิลีน 9 กิโลกรัม เมื่อนำมาบดให้เป็นผงได้น้ำหนัก 7.9 กิโลกรัม คิดเป็น 87% ของน้ำหนักก่อนบด สำหรับแผ่นไม้พลาสติกที่มีอัตราส่วนพอลิโพรพิลีน : MAPP : ผงไยมะพร้าว 50:5:45 จะมีคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ ความชื้น 2.29% การพองตัวตามความหนา 2.39% ในอัตราส่วน 60:5:35 มีความชื้น 1.80% และการพองตัวตามความหนา 2.29% ส่วนในอัตราส่วน 70:5:25 จะมีความชื้น 1.67% และการพองตัวตามความหนา 1.99% ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแผ่นไม้พลาสติกที่มีอัตราส่วนพอลิโพรพิลีน : MAPP : ผงไยมะพร้าวในอัตราส่วน 70:5:25 และมีสมบัติทางกายภาพที่ดีที่สุด

6.7 เมื่อเปรียบเทียบกับไม้พลาสติกกับไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง พบว่าสมบัติทางกายภาพได้แก่ ความชื้นและการพองตัวตามความหนาของไม้พลาสติกมีค่าน้อยกว่าไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง เนื่องจากในการขึ้นรูปแผ่นไม้พลาสติกนั้นใช้ผงไยมะพร้าว ซึ่งเป็นส่วนเสริมแรงในวัสดุผสมในปริมาณที่น้อย ทำให้สมบัติทางกายภาพมีค่าน้อยกว่าแผ่นไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง แต่ทำให้สมบัติในการป้องกันการเสื่อมสภาพจากเชื้อราได้ดีกว่า

6.8 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกล พบว่าพอลิโพรพิลีนมีผลทำให้ค่าความแข็งแรงและสมบัติทางกลของไม้เพิ่มขึ้น โดยค่ามอดูลัสการแตกหักและความต้านแรงดึงจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของพอลิโพรพิลีนที่เพิ่มขึ้นตามอัตราส่วน

6.9 การใช้วัสดุผสมของไยมะพร้าวและพอลิโพรพิลีนเป็นวัสดุทดแทนไม้ จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ทั้งในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะเป็นการพัฒนาวัสดุผสมระหว่างไยมะพร้าวและพอลิโพรพิลีนให้มีสมบัติที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้จริงกับงานด้านวิศวกรรมโยธาและการตกแต่งในงานเฟอร์นิเจอร์ แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้งานที่ต้องรับน้ำหนัก เช่น โตะ หรือเก้าอี้ได้ เนื่องจากความแข็งแรงยังมีไม่เพียงพอ ด้านเศรษฐกิจและสังคม เป็นการนำไยมะพร้าวและพอลิโพรพิลีนเป็นวัสดุทดแทนไม้ที่ใช้งานได้จริงเป็นการลดการใช้ไม้จริงและอาจจะผลิตเพื่อการส่งออกและนำรายได้เข้าประเทศได้ ด้านสิ่งแวดล้อม การผลิตวัสดุทดแทนไม้ที่ทำจากไยมะพร้าวและพอลิโพรพิลีนจะเป็นการสนับสนุนให้มีการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และการใช้ไม้เทียมที่ผลิตได้จะช่วยลดปัญหาการตัดไม้ทำลายป่า ด้านอุตสาหกรรมและพาณิชย์ โดยสามารถนำผลงานวิจัยไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตวัสดุผสมระหว่างไยมะพร้าวและพอลิโพรพิลีนได้มากขึ้น และสำหรับทางด้านวิชาการ คาดว่างานวิจัยฉบับนี้จะสามารถตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการหรือนำมาเป็นแนวทางในการทำงานวิจัยต่อไป

## 7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาคีวิชาเคมี-ฟิสิกส์ กองวิชาวิทยาศาสตร์ กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศ นวมินทราชดิยาธิราช ที่ให้การสนับสนุนในการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ และขอขอบคุณ บุคลากรภาคีชาวนผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำในการใช้เครื่องมือทดสอบสมบัติต่างๆ ของไม้พลาสติก รวมถึงการสนับสนุนเครื่องมือในการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของงานวิจัยนี้

## 8. บรรณานุกรม

- (1) กนกอร แสงสุวรรณ, "ไม้พอลิเมอร์คอมโพสิตจากพอลิ โอลิฟินส์ และเส้นใยมะพร้าว," วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพอลิเมอร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2553.
- (2) ณัฏฐา ญาณภา ธนวัฒนาศิริกุล, "การปรับปรุงความแข็งแรงของไม้พลาสติกจากไม้ปาล์ม," วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2554.
- (3) J. A. Brydson, "Plastics Materials," 7th ed., Butterworth Heinemann, Oxford, pp. 247-259, 2000.
- (4) A. B. Strong, "PLASTICS : Materials and Processing, 2nd ed., Prentice-Hall Inc., Ohio, pp. 208-210, pp. 419-446, 2000.
- (5) C. W. Brandt, Fridley, "Load-Duration Behavior of Wood-Plastic Composite," Journal of Material in Civil Engineering, vol.15, pp. 524-536, 2003.
- (6) M. Bengtsson, P. Gatenholm, K. Oksman, "The effect of crosslinking on the properties of polyethylene/wood flour composite," Composites Science and Technology, pp. 1468-1479, 2005.
- (7) American Society of Testing Materials, "Standard Method for Compressive Properties of Plastics Lumber and Shapes," ASTM D 7031-04. ASTM. Philadelphia, PA, 2003.
- (8) วรธรรม อุ๋นจิตติชัย, "วัสดุทดแทนไม้," กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้, สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ, 2555.
- (9) P. Kamthita, "Physico-Mechanical properties of Bio-fibers reinforced Polypropylene Composites," Rangsit University Journal of Engineering and Technology, vol. 18, no. 2, pp. 17-26, 2015.
- (10) อาทร แยมทะเล และคณะ, "การศึกษาสมบัติทางกลของ พอลิโพรพิลีนโดยการเติมเส้นใยกล้วย," การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ, หน้า B293-B297, ปี 2560.
- (11) J. Suksawat et al., "Mechanical and Morphological Studies of Wood Plastic Composites (WPC) made from Polypropylene (PP) and Waste Oil Palm Fibers: Empty Fruit Bunch Fibers (EFBF) and Frond Fibers (FF)," The 8th Kasetsart University Kamphaeng Saen Conference, pp. 1578-1585, 2011.
- (12) กุศยา สุวรรณวิทย์ และคณะ, "การศึกษาการใช้วัสดุผสมของไบสนคาร์เบียและพอลิเอทิลีนเป็นวัสดุทดแทนไม้," วารสารวิชาการโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, ปีที่ 11, หน้า 45-50, 2556.
- (13) J. E. G. Dam et al., "Industrial Crops and Products," vol. 19, pp. 207-216, 2004.
- (14) O. R. Ebebele, "Polymer Science and Technology," CRC Press., Washington D.C., pp. 421-423, 2000.
- (15) M. Chaisupakitsin et al., "Properties of Fiberboard Made from Coconut Coir/Polystyrene Foam Containing Flame Retardant," Burapha Science Journal, vol. 15, no. 2, pp. 57-66, 2010.
- (16) กิตติคุณ สีสถาพรพันธุ์ ประเสริฐ แก้ววิจิต, "เอกสารวิจัยเรื่อง การศึกษาวัสดุทดแทนไม้จากไบสนคาร์เบีย," สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ทางการทหารและอากาศยาน, กองวิชาวิทยาศาสตร์, โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช.
- (17) J. Douglas, Gardener, "Extrusion of Wood Plastic Composites, University of Maine," 2010.