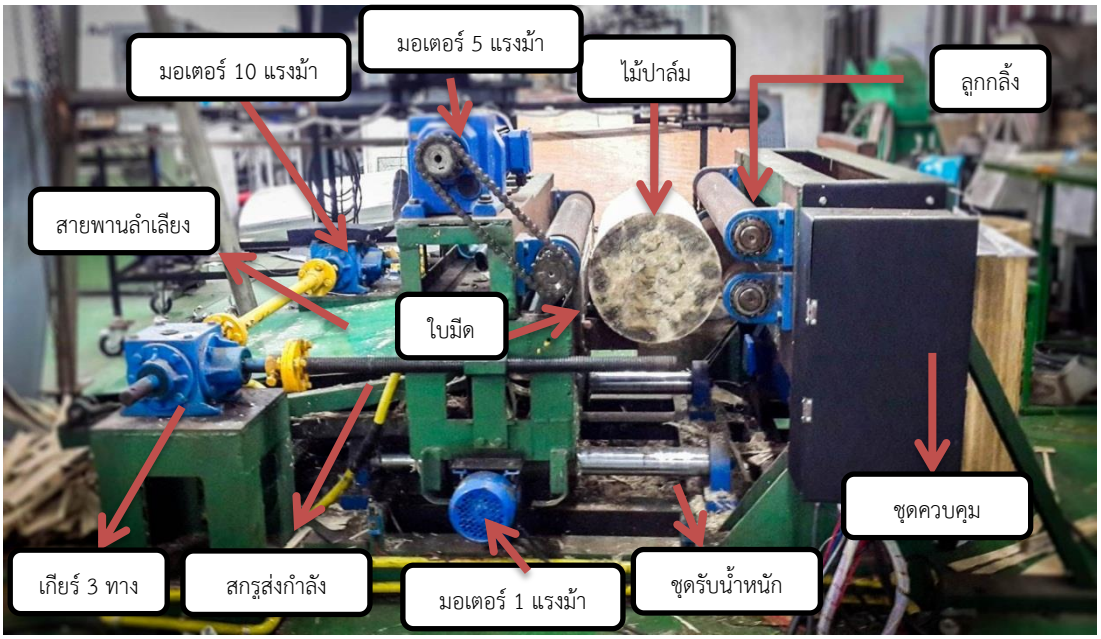
บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองเครื่องปอกไม้บางและเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อนชนิดสายพานลำเลียง จะใช้ไม้ปาล์มพันธุ์เทเนอร่าที่มีอายุ 25 – 26 ปี โดยไม้ปาล์มจะตัดไม้ปาล์มที่มีความยาวท่อนละ 70 เซนติเมตร จะทำการปอกไม้บางโดยใช้เครื่องปอกไม้บางแบบโรตารี่ ในการทดลองจะใช้ความเร็วรอบชุดมีดที่ 0.17, 0.22 และ 0.26 เมตรต่อนาที ไม้จะมีความหนา 2 - 3 มิลลิเมตร หลังจากได้บางแล้ว จะนำไม้บางไปอบด้วยเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อนชนิดสายพานลำเลียง โดยเราจะทำการทดลองอบไม้บางที่ ไมโครเวฟ 1,800 W, 2,400 W, 3,200 W ลมร้อน 50 ℃, 70 ℃, 90 ℃ และ ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่วัตต์และอุณหภูมิต่างๆ เมื่อได้ไม้บางที่ผ่านการอบแล้วจะนำไม้บางไปทดสอบทางกล โดยจะทดสอบ แรงดึง แรงเฉือนตั้งฉากเสี้ยน และแรงเฉือนขนานเสี้ยน เพื่อศึกษาความแข็งแรงของไม้ที่ผ่านการอบ และจะทำการส่องกล้อง Scanning Electron Microscope เพื่อศึกษาลักษณะของไม้ที่ผ่านการอบ โดยเราจะแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

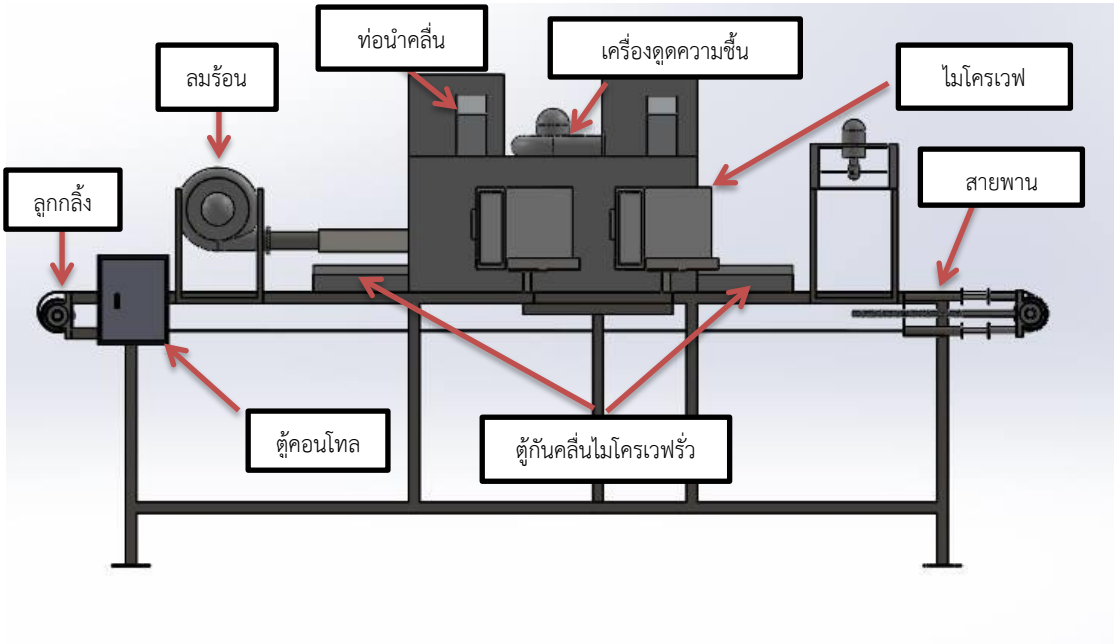
1 การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง

2 การทดลองปอกไม้บางและอบไม้บางด้วยคลื่นไมโครเวฟ, ลมร้อน และ ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

3 การทดสอบความต้านทานทางกล และ การการส่องดูลักษณะไม้ด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope เพื่อศึกษาโครงสร้างของไม้หลังผ่านการอบ



ภาพที่ 3.1 เครื่องปอกไม้บางสำหรับต้นปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 3.2 เครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อนชนิดสายพานลำเลียง.

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง

3.1.1 เครื่องเลื่อยไม้ยี่ห้อ STIHL รุ่น MS 381 เครื่องยนต์ 2 จังหวะ 5.3 แรงม้า

ภาพที่ 3.3 เครื่องเลื่อยไม้STIHL MS 381 (http://www.stihl.com)

3.1.2 ไม้ปาล์มพันธุ์เทเนอร่าที่มีอายุ 25 - 26 ปีและมีความยาว 70 เซนติเมตร

ภาพที่ 3.4 ไม้ปาล์มพันธุ์เทเนอร่า

3.1.3 เครื่องปรับความเร็วรอบ HAITEC H-3400 3 เฟส ขนาด 5 แรงม้า จำนวน 2 เครื่อง

ภาพที่ 3.5 เครื่องปรับความเร็วรอบ

3.1.4 เครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 3 ตำแหน่งขนาด 10 กิโลกรัม

ภาพที่ 3.6 เครื่องชั่งดิจิตอล

3.1.5 เครื่องวัดความเร็วรอบ DIGCON DT-235T ย่านการวัด 0.5–19,999 รอบต่อนาที

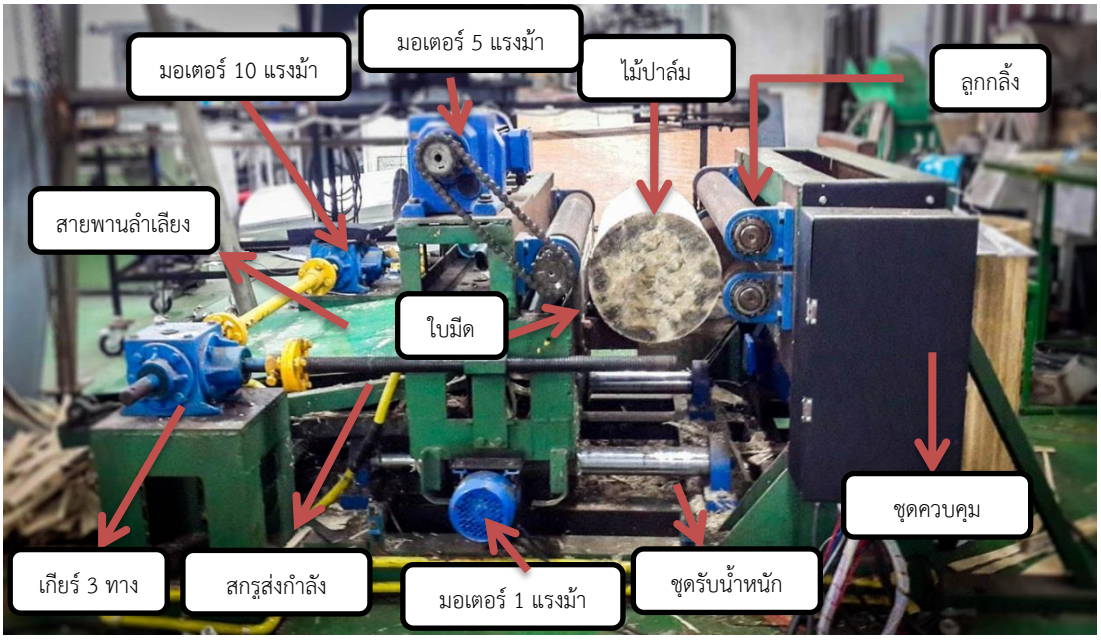
ภาพที่ 3.7 เครื่องวัดความเร็วรอบ DIGCON DT-235T

3.1.6 เครื่องวิเคราะห์ความชื้น SARTORIUS-MA37 เป็นเครื่องวิเคราะห์ความชื้นเริ่มต้น และชิ้นงานต้องมีน้ำหนักไม่เกิน 15 กรัม

ภาพที่ 3.8 เครื่องวิเคราะห์ความชื้น SARTORIUS-MA37 (www sartorius.com)

3.1.7 เครื่องทำไม้บางสำหรับต้นปาล์มน้ำมัน

เครื่องปอกไม้บางสำหรับต้นปาล์มน้ำมัน ได้ออกแบบเครื่องปอกแบบโรตารี่ โดยจะนำไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความยาวท่อนละ 70 เซนติเมตรมาปอกในความเร็วรอบชุดมีดที่ 0.17, 0.22 และ 0.26 เมตรต่อนาที สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง เครื่องปอกไม้บางสำหรับปาล์มน้ำมันมีส่วนประกอบ ๆ หลักๆคือ โครงสร้าง ชุดสายพานลำเลียง มอเตอร์ขับ ลูกกลิ้ง ใบมีด ชุดควบคุม สกรูส่งกำลัง เป็นต้น



ภาพที่ 3.9 ชิ้นส่วนเครื่องปอกไม้บางสำหรับต้นปาล์มน้ำมัน

3.1.7.1 การออกแบบเครื่องปอกไม้บางสำหรับต้นปาล์มน้ำมัน

1. ลูกกลิ้ง มีความยาว 90 เซนติเมตร บนลูกกลิ้งจะมีลายเพื่อประคองไม้ไม่ให้ไม้ลื่นหล่นลงไป ลูกกลิ้งด้านซ้ายจะหมุนทวนเข็มนาฬิกาเพื่อให้ท่อนไม้หมุนขึ้น และลูกกลิ้งด้านขวาจะหมุนทวนเข็มนาฬิกาเพื่อกดไม้เข้าหาใบมีด ดังภาพที่ 3.10

ภาพที่ 3.10 ลูกกลิ้งสำหรับหมุนประคองไม้ปาล์มน้ำมัน

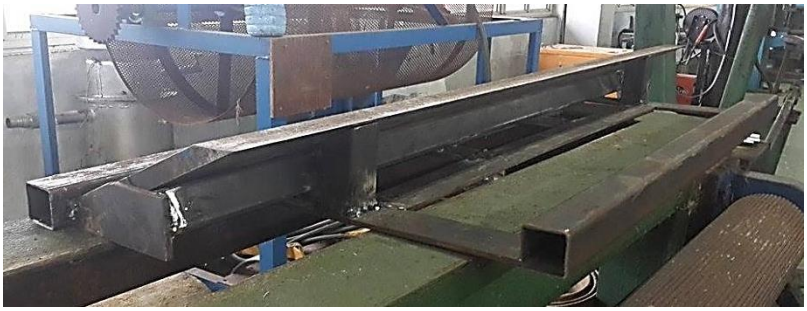
2. สกรูส่งกำลัง ส่งกำลังโดยเปลี่ยนจากการหมุนเป็นการเลื่อน มีอัตราการทดของเฟืองที่สูงมากเนื่องจากต้องแบกรับน้ำหนักในการเคลื่อนที่จำนวนมาก โดยสกรูส่งกำลังจะทำหน้าที่เลื่อนชุดมีดเข้าหาท่อนไม้ ดังภาพที่ 3.11

ภาพที่ 3.11 สกรูส่งกำลัง

3. ใบมีดสำหรับปอกไม้ปาล์ม มีความยาว 107 เซนติเมตร ใช้วัสดุเหล็กกล้าที่มีความแข็งแรง และ ชุปโครเมี่ยมเพื่อให้มีดทนแรงเฉือนได้ดี โดยจะตั้งค่าให้มีเอียง 2 องศา ทำให้ง่ายต่อการปอก ดังภาพที่ 3.12

ภาพที่ 3.12 ใบมีดสำหรับปอกไม้ปาล์ม

4. แท่นลับมีด ออกแบบให้มีดที่วางอยู่บนแท่นหน้าของมีดจะอยู่ในแนวระนาบ และจะนำมีดไปลับกับเครื่องเจียระไนราบ ดังภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 แท่นลับมีด

5. มอเตอร์เกียร์ขนาด 10 แรงม้า 1,440 รอบต่อนาที อัตราทด 1 : 9.64 หนึ่งตัว สำหรับสกรูส่งกำลัง ดังภาพที่ 3.14

ภาพที่ 3.14 มอเตอร์เกียร์ขนาด 10 แรงม้า

6. มอเตอร์เกียร์ขนาด 5 แรงม้า 1,440 รอบต่อนาที อัตราทด 1 : 9.64 จำนวน 2 ตัวสำหรับขับชุด Rolling ดังภาพที่ 3.15

ภาพที่ 3.15 มอเตอร์เกียร์ขนาด 5 แรงม้า

7. มอเตอร์เกียร์ขนาด 1 แรงม้า 1,440 รอบต่อนาที สำหรับสายพานลำเลียง ดังภาพที่ 3.16

ภาพที่ 3.16 มอเตอร์เกียร์ขนาด 1 แรงม้า

8. โซ่เบอร์ 60 จำนวน 3 เส้น ดังภาพที่ 3.17

ภาพที่ 3.17 โซ่เบอร์ 60

9. เกียร์ 3 ทาง อัตราทด 1 : 1 เพื่อเลื่อนชุดมีด ดังภาพที่ 3.18

ภาพที่ 3.18 เกียร์ 3 ทาง

10. ตู้ควบคุมเครื่องทำไม้บาง ออกแบบให้ปุ่มควบคุมสามารถควบคุมห่างจากตัวเครื่องได้ ดังภาพที่ 3.19

ภาพที่ 3.19 ตู้ควบคุมเครื่องทำไม้บาง

11. ตัวรับไม้จำนวน 4 ตัว จะคอยรับไม้ไม่ให้หล่นจากเครื่องปอก ดังภาพที่ 3.20

ภาพที่ 3.20 ตัวรับไม้

12. ชุด Brass Boost Housing จำนวน 2 ชุด สำหรับยึดชุดใบมีด และคานเข้าด้วยกัน ดังภาพที่ 3.21

ภาพที่ 3.21 ชุด Brass Boost Housing

13. คานรับน้ำหนักชุดใบมีดและชุดลูกกลิ้งประคองไม้ ดังภาพที่ 3.22

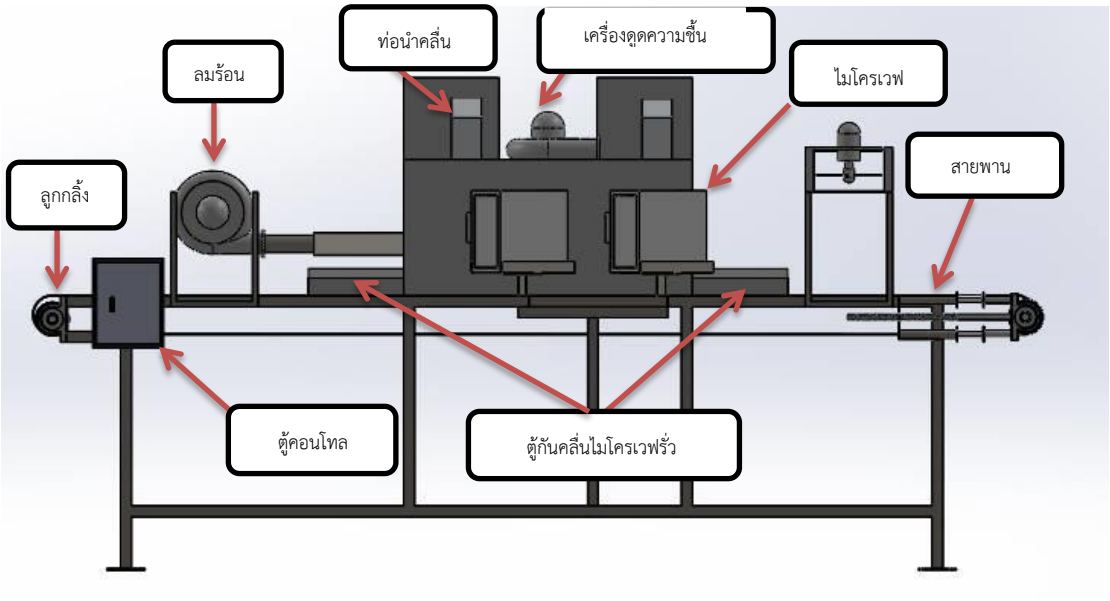
ภาพที่ 3.22 คานรับน้ำหนัก

14. สายพานสำหรับลำเลียงไม้บาง มีขนาด 81×130 เซนติเมตร วัสดุของสายพานจะเป็น PVC จะมีความเหนียวจะทำให้ปอกได้อย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 3.23

ภาพที่ 3.23 สายพานลำเลียงไม้บาง

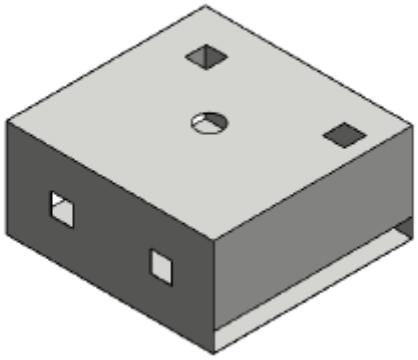
3.1.8 เครื่องอบไม้บางด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อนชนิดสายพานลำเลียง

เครื่องอบไม้บางด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อนชนิดสายพานลำเลียง ออกแบบให้สามารถอบไม้บางด้วยไมโครเวฟ สูงสุด 4,000 W และ ลมร้อน 100 °C สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยเครื่องอบไม้บางด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อนชนิดสายพานลำเลียงมีส่วนประกอบหลักๆคือ โครงสร้าง, ชุดสายพานลำเลียง, ไมโครเวฟ, ลมร้อน ดังภาพที่ 3.24



ภาพที่ 3.24 ชิ้นส่วนเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟและลมร้อนชนิดสายพานลำเลียง

3.1.8.1 ห้องอบไมโครเวฟ เป็นห้องสี่เหลี่ยม ขนาด 50×100×100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้วัสดุ สแตนเลสชนิด 316L ความหนา 1 มิลลิเมตร โดยจะเจาะช่องสี่เหลี่ยมขนาด 12×12 เซนติเมตร ที่ด้านข้าง 2 ช่อง และด้านบน 2 ช่อง เพื่อใส่ท่อนำคลื่นไมโครเวฟและมีวงกลมด้านบนเพื่อใส่เครื่องเป่าลมพาความชื้นออกจากตู้ ดังภาพที่ 3.25

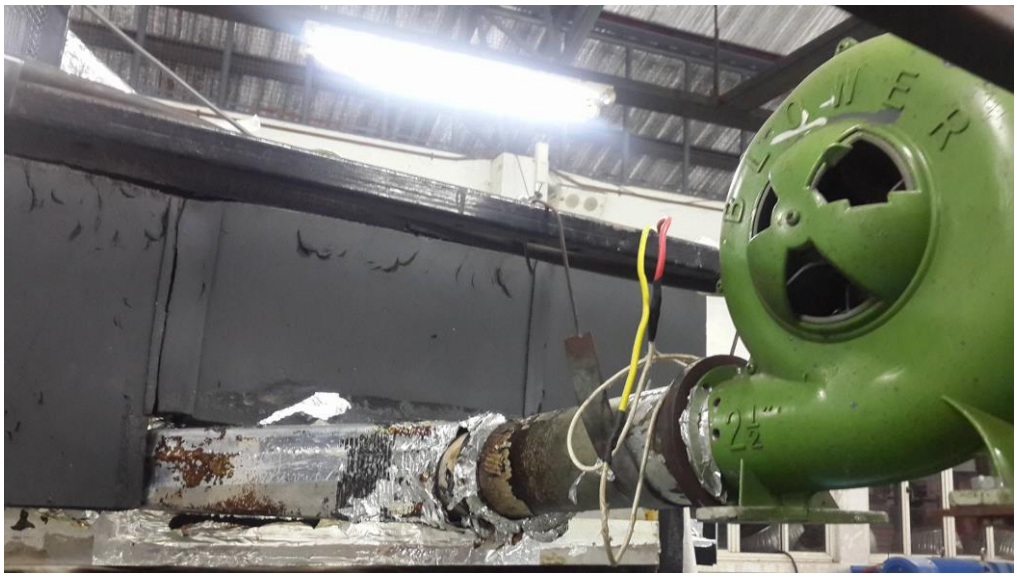


ภาพที่ 3.25 ตู้อบไม้บาง

3.1.8.2 ไมโครเวฟ ใช้ไมโครเวฟ ยี่ห้อ SAMSUNG รุ่น MS28H512BK ที่ความถี่ 2.45 GH_z จำนวน 2 เครื่อง และรุ่น ME109MSTD ที่ความที่ 2.45 GH_z จำนวน 2 เครื่อง โดยไมโครเวฟจะถูกติดตั้งด้านข้าง 2 เครื่อง และด้านบน 2 เครื่อง โดยจะมีท่อนำคลื่นไมโครเวฟเข้าสู่ห้องอบ ดังภาพที่ 3.26

ภาพที่ 3.26 เครื่องไมโครเวฟ

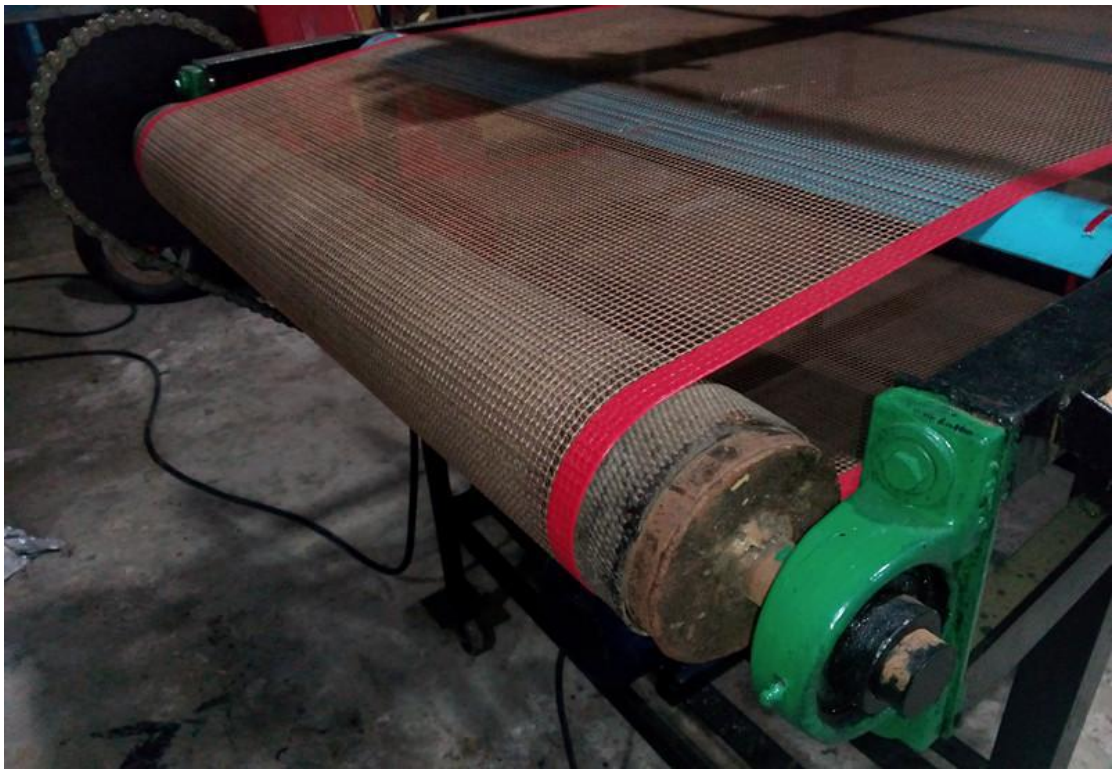
3.1.8.3 ชุดเป่าลมร้อนใช้ลวดทังสเตนขนาด 5,000 W ติดตั้งในท่อขนาด 2.5 นิ้ว ต่อกับเครื่องเป่าลมส่วนปลายท่ออีกฝั่งจะต่อกับท่อที่เป็นทรงพีระมิดสี่เหลี่ยมทำจากแผ่นสแตนเลสชนิด 316L ขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อให้กระจายความร้อนเข้าตู้อบ ดังภาพที่ 3.27



ภาพที่ 3.27 ชุดเป่าลมร้อน

3.1.8.4 สายพานลำเลียง จะเป็นสายพานที่ลำเลียงไม้บางเข้าไปในตู้อบ โดยวัสดุที่ใช้จะเป็นเทปล่อน (Telflon Belts) มีขนาด 80×7.5 เมตร สามารถนำเข้าอบตู้ไมโครเวฟได้ เนื่องจากทนความร้อนได้ดี โดยชุดลูกกลิ้งขับสายพานพื้นที่หน้าตัด 4 นิ้ว ดังภาพที่ 3.28 และ 3.29

ภาพที่ 3.28 สายพานเทปล่อน



ภาพที่ 3.29 ลูกกลิ้งขับสายพาน

3.1.8.5 ชุดขับเคลื่อนสายพาน ใช้มอเตอร์ 3 เฟส 3 แรงม้า, 2.2 กิโลวัตต์, 50 H_z และมีความเร็ว 1,420 รอบต่อนาที ใช้สายพ่านร่องวีขับเคลื่อน มอเตอร์มีอัตราทด 1 : 60 เข้าสู่เฟืองเกียร์ทดรอบ 1 : 1 โดยใช้โซ่เป็นตัวขับเคลื่อน ซึ่งสามารถควบคุมให้สายพานลำเลียงเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและขวาโดยใช้ Magnetic Contactor คอยคุมทิศทางของสายพาน ดังภาพที่ 3.30

ภาพที่ 3.30 ชุดเครื่องสายพานลำเลียง

3.1.8.6 ช่องระบายความชื้นโดยจะนำแผ่นลูกกรงฟาราเดย์มาปิดไว้ตรงช่องระบายความชื้นเพื่อไม่ให้คลื่นไมโครเวฟรั่ว และใช้เครื่องเป่าลมดูดความชื้นภายในตู้เพื่อช่วยให้การระบายความชื้นได้เร็วขึ้น ดังภาพที่ 3.31

ภาพที่ 3.31 ช่องระบายความชื้น

3.1.8.7 อุปกรณ์ป้องกันการรั่วไหลของคลื่นไมโครเวฟ
ด้านในออกแบบให้ใช้ตู้กระจกขนาด 100×35×20 เซนติเมตร โดยจะใส่น้ำไปในตู้กระจกเพื่อให้น้ำดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟ ส่วนทางเข้าของเครื่องอบจะใช้แผ่นสแตนเลสชนิด 316L สามารถปิด/เปิดได้เมื่อมีการลำเลียงไม้บางเข้าเครื่องอบ ดังภาพที่ 3.32

ภาพที่ 3.32 ตู้กระจกน้ำดูดคลื่นไมโครเวฟที่รั่วไหลออกจากห้องอบ

3.2 การทดลองปอกไม้บางด้วยเครื่องปอกไม้บางแบบโรตารี่

3.2.1 ตัดต้นปาล์มที่มีอายุมากกว่า 25 – 26 ปีขึ้นไป

ภาพที่ 3.33 ตัดต้นปาล์มที่มีอายุ 25 - 26 ปี

3.2.2 ตัดต้นปาล์มเป็นท่อนขนาดความยาวท่อนละ 70 เซนติเมตร

ภาพที่ 3.34 ต้นปาล์มที่มีความยาว 70 เซนติเมตร

3.2.4 นำไม้ปาล์มที่ตัดมาเข้าเครื่องปอกไม้บาง โดยจะมีลูกกลิ้งทั้ง 2 ข้างประคองอยู่

ภาพที่ 3.35 ภาพแสดงถึงการนำไม้เข้าเครื่องปอก

3.2.5 ทำการตรวจเช็คความเร็วรอบของลูกกลิ้งชุดประคองไม้ และปรับความเร็วในการป้อนเข้าของชุดมีดที่ความเร็วรอบ ที่ 0.17, 0.22 และ 0.26 เมตรต่อวินาที

ภาพที่ 3.36 วัดความเร็วรอบลูกกลิ้ง

3.2.6 ทำการเดินเครื่องปอกไม้บางจากนั้นนำแผ่นไม้บางที่ออกจากเครื่องมาวัดความหนาของไม้ และวัดความยาวของไม้

ภาพที่ 3.37 รูปแสดงการวัดขนาดความหนา และความยาวไม้

3.2.7 นำไม้ขนาด 70×30 เซนติเมตร ที่ได้จากการปอก มาตัดและแบ่งออกเป็น 4 ส่วน เพื่อทำการทดสอบหาความชื้นเริ่มต้น, Drying kinetic, ทดสอบทางกล และ การส่องกล้อง SEM

ภาพที่ 3.38 ไม้ที่ได้จากการปอก

3.2.8 นำแผ่นไม้บางไปหาความชื้นมาตรฐานแห้งเริ่มต้นด้วยเครื่องวิเคราะห์ความชื้น SARTORIUS-MA37

ภาพที่ 3.39 รูปแสดงการนำไม้บางไปหาความชื้นเริ่มต้น

3.3 วิธีการทำการทดลองเครื่องอบไม้บางด้วยไมโครเวฟและลมร้อนชนิดสายพานลำเลียง

หลังจากที่สามารถทำไม้บางจากไม้ปาล์มได้ ขั้นตอนต่อมาจะนำไม้บางมาอบโดยวิธีการต่างๆ ซึ่งประโยชน์ของการอบไม้จะช่วยทำให้ไม้ไม่เกิดราอีกทั้งช่วยเพิ่มความแข็งแรงแก่เนื้อไม้ โดยการอบไม้นั้นสามารถอบได้หลายวิธีแต่ในการทดลองนี้จะอบไม้บางโดยใช้เครื่องอบไม้บางด้วยไมโครเวฟและลมร้อนชนิดสายพานลำเลียงที่ไมโครเวฟ 1,800 W, 2,400 W, 3,200 W ลมร้อน 50 ℃, 70 ℃, 90 ℃ และ ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่วัตต์และอุณหภูมิต่างๆ โดยมีวิธีการทดลองดังนี้

3.3.1 นำไม้ที่ผ่านการปอก มาชั่งน้ำหนักก่อนอบ

ภาพที่ 3.40 รูปแสดงการนำไม้บางไปชั่งน้ำหนัก

3.3.2 อบไม้บางด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ 1,800 W, 2,400 W และ 3,200 W ตามลำดับ ทำการชั่งน้ำหนัก และ วัดอุณหภูมิพื้นผิวไม้บางหลังการอบทุกๆ 5 นาทีแล้วบันทึกผล โดยให้ไม้บางมีความชื้นอยู่ในช่วง 8 – 12 % จึงหยุดทำการทดลอง

ภาพที่ 3.41 การอบไม้บางด้วยคลื่นไมโครเวฟ

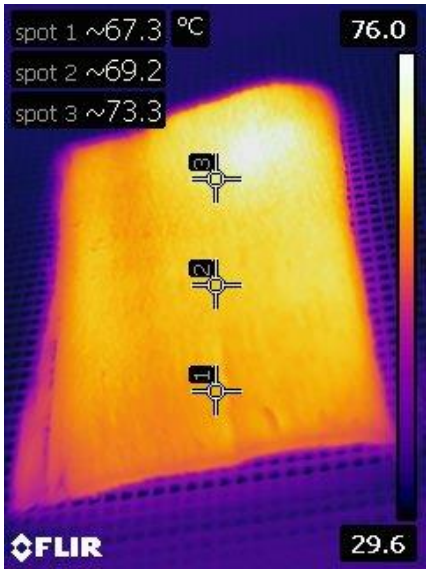
3.3.3 อบไม้บางด้วยลมร้อนความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 50 °C, 70 °C, 90 °C ตามลำดับ ทำการชั่งน้ำหนัก และ วัดอุณหภูมิพื้นผิวไม้บางหลังการอบทุกๆ 5 นาทีแล้วบันทึกผล โดยให้ไม้บางมีความชื้นมาตรฐานแห้งอยู่ในช่วง 8 – 12 % จึงหยุดทำการทดลอง

ภาพที่ 3.42 การอบไม้บางด้วยลมร้อน

3.3.4 อบไม้บางด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่ ไมโครเวฟ 1,800 W ร่วมกับลมร้อน 50 °C, 70 °C, 90 °C และ ไมโครเวฟ 2,400W ร่วมกับลมร้อน 50 °C, 70 °C, 90 °C ตามลำดับ ทำการชั่งน้ำหนัก และ วัดอุณหภูมิพื้นผิวไม้บางหลังการอบทุกๆ 5 นาทีแล้วบันทึกผล โดยให้ไม้บางมีความชื้นมาตรฐานแห้งอยู่ในช่วง 8 – 12 % จึงหยุดทำการทดลอง

3.3.5 อบไม้บางด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่ ไมโครเวฟ 3,200 W ร่วมกับลมร้อน 50 ℃, 70 ℃, 90 ℃ ตามลำดับ ทำการชั่งน้ำหนัก และ วัดอุณหภูมิพื้นผิวไม้บางหลังการอบทุกๆ 2 นาทีแล้วบันทึกผล โดยให้ไม้บางมีความชื้นอยู่ในช่วง 8 – 12 % จึงหยุดทำการทดลอง

ภาพที่ 3.43 การอบไม้บางด้วยคลื่นไมโครเวฟ ร่วมกับลมร้อน



ภาพที่ 3.44 วัดอุณหภูมิที่ผิวไม้บาง ด้วยกล้องเทอร์โมสแกน (FLIR E60)

3.4 วิธีการทำการทดสอบความต้านทานทางกลของไม้บางหลังผ่านการอบ

ไม้บางที่ผ่านการอบมาแล้วในการใช้งานจริงจำเป็นที่จะต้องทราบถึงค่าทางกลต่างๆของไม้ที่ผ่านการอบมาแต่ละเงื่อนไขว่ามีค่าแตกต่างกันมากเท่าไหร่ ซึ่งค่าเหล่านี้จะทราบได้จำเป็นต้องนำไม้ที่ผ่านการอบแต่ละเงื่อนไขมาทำการทดสอบค่าทางกลโดยเครื่อง Texture Analysis

การทดสอบไม้บางในการทดลองนี้จะทดสอบค่าความต้านทานแรงดึง, ความต้านทานแรงเฉือนตั้งฉากเสี้ยน และ ความต้านทานแรงเฉือนขนานเสี้ยนโดยอ้างอิงการเตรียมชิ้นงานและการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D3500-14 และ ASTM D3044-94 (2011) ซึ่งเป็นมาตรฐานการทดสอบไม้สำหรับไม้บาง ซึ่งจะมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

3.4.1 ขั้นตอนการทดสอบความต้านทานแรงดึงของไม้บางหลังผ่านการอบ

3.4.1.1 ทำการเตรียมขนาดไม้บางตามมาตรฐาน ASTM D3500-14 โดยให้พื้นที่รับแรงมีขนาด 1,300 ± 15 % ตารางมิลลิเมตร

3.4.1.2 นำตัวอย่างเข้าเครื่องทดสอบทางกลหลังจากนั้นปรับค่า Preload ที่ 5.6 นิวตัน ค่า Speed test ที่ 2 มิลลิเมตรต่อนาที และค่า load ที่ 1,000 นิวตัน

3.4.1.3 กำหนดค่าที่ต้องการจากเครื่องซึ่งได้แก่ค่า Load at Upper Yield, Stress at Upper Yield และ Strain at Upper Yield ต่อจากนั้นเดินเครื่องเพื่อทำการทดสอบไม้ จนไม้ขาดออกจากกัน

3.6.1.4 บันทึกผลการทดลองที่ได้ โดยบันทึกค่า Load at Upper Yield, Stress at Upper Yield, Strain at Upper Yield และ กราฟที่ได้จากการทดลอง

ภาพที่ 3.45 การทดสอบการต้านแรงดึงของไม้บาง

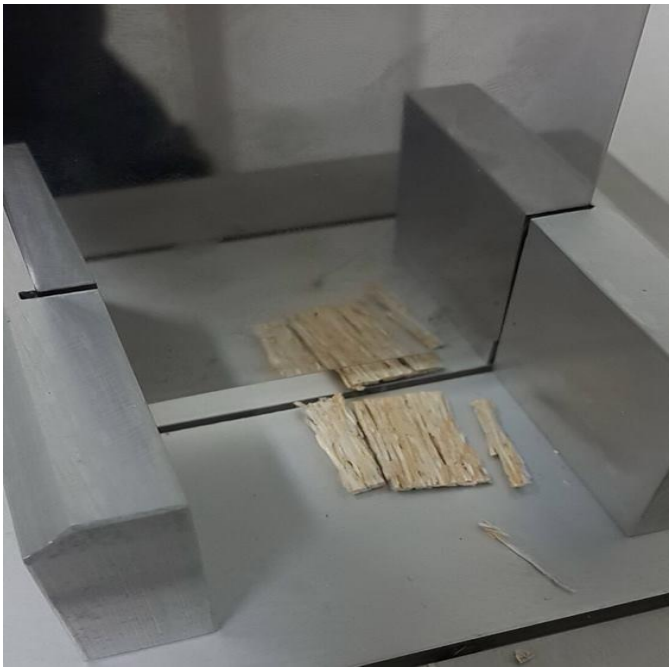
3.4.2 วิธีการทำการทดสอบความต้านทานแรงเฉือนตั้งฉากเสี้ยนและแรงเฉือนขนานเสี้ยนของไม้บางหลังผ่านการอบ

3.6.2.1 ทำการเตรียมขนาดไม้บางตามมาตรฐาน ASTM D3044-94 (2011) โดยให้พื้นที่รับแรงมีขนาด 27 ± 15 % ตารางมิลลิเมตร

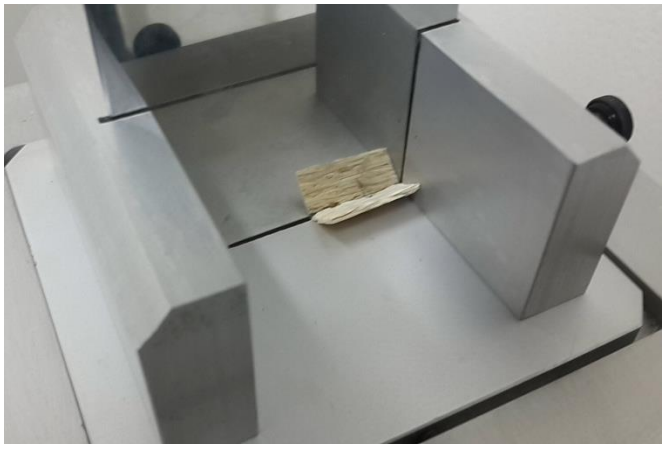
3.6.2.2 นำตัวอย่างเข้าเครื่องทดสอบทางกลหลังจากนั้นปรับค่า Preload ที่ 5.6 นิวตัน ค่า Speed test ที่ 2 มิลลิเมตรต่อนาที และค่า load ที่ 800 นิวตัน

3.4.2.3 กำหนดค่าที่ต้องการจากเครื่องซึ่งได้แก่ค่า Load at Upper Yield, Stress at Upper Yield และ Strain at Upper Yield ต่อจากนั้นเดินเครื่องเพื่อทำการทดสอบไม้ จนไม้แตกหักออกจากกัน

3.4.2.4 บันทึกผลการทดลองที่ได้ โดยบันทึกค่า Load at Upper Yield, Stress at Upper Yield, Strain at Upper Yield และ กราฟที่ได้จากการทดลอง



ภาพที่ 3.46 การทดสอบการต้านทานแรงเฉือนตั้งฉากกับเสี้ยนไม้บาง



ภาพที่ 3.47 ทดสอบการต้านทานแรงเฉือนขนานเสี้ยนไม้บาง

3.5 วิธีการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope)

หลังจากการทดสอบค่าความต้านทานทางกลต่อมาเราจะนำตัวอย่างไม้บางที่ผ่านการอบในเงื่อนไขต่างกันมาทำการส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) หรือ SEM ซึ่งเป็นการส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาถึงโครงสร้างของชิ้นงานโดยใช้ประจุอิเล็กตรอนเป็นตัวรับภาพสามารถขยายได้มากสุด 10 นาโนเมตร และในการส่องกล้อง SEM ในครั้งนี้จะดูโครงสร้างไม้บางหลังผ่านการอบโดยจะพิจารณาด้าน Cross section ของไม้ว่ามีการจัดเรียงตัวที่เปลี่ยนไปอย่างไรเพื่อใช้อ้างอิงค่าการทดสอบทางกลที่ได้

การส่องกล้อง SEM จะมีการเตรียมชิ้นงานโดยจำเป็นต้องให้ชิ้นงานมีขนาดเล็กและมีความชื้นน้อยที่สุด เพื่อให้ในการเคลือบทองก่อนทำการส่องกล้องทองจะสามารถติดได้ทั่วชิ้นงาน และใน การส่อง 1 ครั้งสามารถวางชิ้นงานได้มากสุด 9 ชิ้น โดยใช้เครื่อง ZEISS MERLIN for Life Science วิธีการส่องกล้อง SEM ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.5.1 ทำการเตรียมไม้บางโดยมีขนาด 1x1 เซนติเมตร แล้วนำเข้าไปอบด้วยการอบในเงื่อนไขต่างๆได้แก่ การอบด้วยไมโครเวฟ การอบด้วยลมร้อน และการอบด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

3.5.2 นำตัวอย่างที่ผ่านการอบแล้วมาดูดความชื้นอีกครั้งด้วยปั้มสุญญากาศและเคลือบทองโดยใช้เครื่อง Cressington Sputter Cater จนกระทั่งความดันในหลอดแก้วมีค่าต่ำกว่า 40 มิลลิแอมป์ต่อมิลลิบาร์ แล้วทำการเคลือบทองลงบนชิ้นงานเพื่อให้ทองเป็นตัวจ่ายประจุอิเล็กตรอนแล้วนำชิ้นงานไปวางบนจานโดยหันด้าน Cross Section ขึ้นด้านบน

ภาพที่ 3.48 เครื่อง Cressington Sputter Cater

3.5.3 นำตัวอย่างที่เตรียมเสร็จในข้อ 3.8.2 เข้าเครื่อง Scanning Electron Microscope เพื่อดูลักษณะไม้หลังผ่านการอบ โดยจะเริ่มเดินเครื่องด้วยการยิงกระแสประจุอิเล็กตรอน 15 กิโลโวลล์ และใช้อัตราขยายภาพที่ 30 ไมโครเมตร แล้วบันทึกภาพที่ต้องการ

ภาพที่ 3.49 ส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)