

## การสกัดเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินด้วยสารสกัดธรรมชาติ ท้องถิ่นสำหรับประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอาง: ครีมสครับขัดผิว

### Extraction of Cellulose from Mon Thong Durian Rind and Saba Banana Rind by using Local Natural Extract for Cosmetic Application: Body Scrub Cream

อรุวรรณิ<sup>1</sup>, ฮาพิชา เจ๊ะอาแว<sup>1</sup>, อรวรรณ ทิพย์มณี<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

\* Email address: orawan.t@yru.ac.th

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการสกัดและคุณลักษณะของเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินโดยใช้สารสกัดธรรมชาติจากท้องถิ่น ได้แก่ ส้มแขก มะระขี้นก และขี้เถ้า ซึ่งได้ร้อยละของผลผลิตอยู่ในช่วงร้อยละ 47-78 โดยน้ำหนัก พร้อมตรวจวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของเซลลูโลสที่สกัดได้เปรียบเทียบกับเซลลูโลสทางการค้าด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโคปี พบว่าเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินมีความคล้ายคลึงทั้งทางกายภาพและหมู่ฟังก์ชันทางเคมีกับชนิดทางการค้า พร้อมทั้งได้ตรวจวิเคราะห์โลหะหนักชนิดแคดเมียม ตะกั่ว และแมงกานีสในเซลลูโลสด้วยเทคนิคเพลมอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรสโคปี พบว่าไม่มีการปนเปื้อนของแคดเมียม แต่ตรวจพบตะกั่ว (<0.19 พีพีเอ็ม) และแมงกานีส (1.91- 4.57 พีพีเอ็ม) ในปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นการสกัดเซลลูโลสด้วยสารสกัดธรรมชาติถือเป็นวิธีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดการใช้สารเคมี มีขั้นตอนที่ง่าย และสามารถประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ ได้อย่างปลอดภัย งานวิจัยนี้ได้ใช้ผงเซลลูโลสเป็นสกรับเพื่อทำผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางชนิดครีมสครับขัดผิวซึ่งมีสรรพคุณช่วยให้ผิวพรรณขาวกระจ่างใสร่วมกับน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นที่ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นและป้องกันแสงแดด พร้อมทั้งได้ตรวจวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ของครีมสครับขัดผิว ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง เลขเปอร์ออกไซด์ โปรทแอมโมเนีย ไฮโดรควิโนน และสเตียรอยด์ พบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ครีมสครับขัดผิวจากผงเซลลูโลสจึงสามารถใช้ได้อย่างปลอดภัย ดังนั้นเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งในท้องถิ่นสามารถนำมาสกัดเป็นเซลลูโลสเพื่อประยุกต์ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ

**คำสำคัญ:** เซลลูโลส สารสกัดธรรมชาติ เปลือกทุเรียน เปลือกกล้วยหิน ครีมสครับขัดผิว

#### Abstract

This research was studied the extraction and characterization of cellulose from Mon Thong durian rind and Saba banana rind by using local natural extracts such as garcinia, bitter gourd and ashes that the cellulose extracted yield were found as 47-78 %w/w. Analysis functional groups of the extracted cellulose compare with the commercial type based on Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). The results showed cellulose from Mon Thong durian rind and Saba banana rind have similar in physical and chemical properties. The cellulose fibers were further analyzed three heavy metals of cadmium, lead and manganese by using Flame Atomic Absorption Spectroscopy (FAAS). From the results, found no cadmium contamination but it composed of lead (<0.19 ppm) and manganese (1.91- 4.57 ppm) which the

values were lower than the standard criteria. Therefore, the cellulose extraction methods using nature extract is the eco-friendly, reduce the use of chemical, simple and can be applied in many fields with the safety mode. In this research, cellulose powder was used as a scrub to make cosmetic product like body scrub cream which provided the good properties to skin that can be make the white and bright skin together with cold pressed coconut oil that increases moisture and protects from sunlight. Ready to determine various parameters of the cellulose body scrub cream, namely the pH value, peroxide number, mercury ammonia, hydroquinone and steroid. It was found that the values were within the standards of the Ministry of Public Health. That means cellulose body scrub cream can be used safely. Therefore, Mon Thong durian rind and Saba banana rind, which are local waste materials can be extracted into cellulose for application into various products.

**Keywords:** Cellulose, Natural extract, Durian rind, Saba banana rind, Body scrub cream

## 1. บทนำ

ปัจจุบันเรื่องขยะมูลฝอยเป็นปัญหาที่มีความสำคัญเพราะเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในทุกพื้นที่ตั้งแต่ชุมชน หมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด และระดับประเทศ โดยทุกวันจะทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นนี้เนื่องจากความเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและเทคโนโลยี การเพิ่มของจำนวนประชากร ตลอดจนพฤติกรรมการอุปโภคและบริโภคของประชาชนในทุกพื้นที่ทำให้ปริมาณขยะมีจำนวนมากขึ้นโดยเฉพาะขยะอินทรีย์ที่มีปริมาณขยะมากที่สุดของปริมาณขยะทั้งหมด ซึ่งกอมลพิษที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม ก่อให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็น เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์นำโรค ทำให้เกิดโรคแก่ผู้พักอาศัยในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งหากประชาชนมีการคัดแยกขยะและนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์โดยเฉพาะขยะอินทรีย์ประเภทเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆ ต้นปอสา ขานอ้อย ฟางข้าว ต้นหญ้า เปลือกทุเรียนพันธุ์ต่างๆ เปลือกกล้วย ซึ่งข้าวโพด และใบสับปะรด ด้วยขยะอินทรีย์ดังกล่าวมีปริมาณเซลลูโลสสูงสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์โดยแปรรูปเป็นกระดาษและพลาสติกชีวภาพ เป็นการลดปริมาณขยะและลดการกอมลพิษให้กับพื้นที่ต่างๆ รวมทั้งยังสามารถส่งเสริมสนับสนุนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติมาเป็นวัตถุดิบใหม่ได้อีกด้วย

เปลือกทุเรียนและเปลือกกล้วยห็นเป็นของเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีปริมาณมากในพื้นที่ 3 จังหวัดของภาคใต้ จึงเป็นอีกช่องทางที่น่าสนใจของการสร้างมูลค่าเพิ่มจากขยะทางการเกษตรเหล่านี้ สำหรับทุเรียนได้ชื่อว่าเป็นราชาของผลไม้ และเป็นผลไม้พื้นเมืองของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยทุเรียนเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญอันดับต้นของประเทศไทย นิยมปลูกมากในภาคใต้ทำให้มีเปลือกทุเรียนถูกทิ้งเป็นจำนวนมาก และเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่พบปริมาณมากในฤดูกาลเก็บเกี่ยวทั้งจากการบริโภคโดยตรงและผ่านการแปรรูป สำหรับองค์ประกอบของเปลือกทุเรียนพบว่ามีปริมาณเส้นใยสูงที่สามารถสกัดออกมาในรูปของเส้นใยเซลลูโลส มีส่วนประกอบของเส้นใยเซลลูโลสสูงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ปัจจุบันมีการพัฒนาเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนเพื่อผลิตเป็นคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสสำหรับผลิตพลาสติกชีวภาพหรือบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมีข้อดีคือสามารถย่อยสลายได้ง่ายและสามารถช่วยลดปริมาณขยะในสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้จะช่วยเพิ่มมูลค่าของเหลือทิ้งจากเปลือกทุเรียนให้กลับมาใช้เป็นประโยชน์แล้วยังช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการกำจัดขยะรวมทั้งสามารถพัฒนาไปสู่ระดับอุตสาหกรรมได้ต่อไป นอกจากนี้ผลไม้ชนิดทุเรียนแล้วยังพบว่ากล้วยห็นถือเป็นผลไม้ที่มีจำนวนมากในจังหวัดยะลาโดยเฉพาะที่อำเภอบันนังสตา และพบว่าชาวบ้านส่วนใหญ่ในจังหวัดยะลาเมื่อนำผลของกล้วยห็นไปรับประทานแล้วจะนำเปลือกไปทิ้งหรือไม่ก็นำไปเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ ทั้งๆ ที่เปลือกกล้วยห็นอุดมไปด้วยสารลูเทอโนช่วยต้านอนุมูลอิสระและป้องกันการเกิดสิว โดยเฉพาะเส้นใยด้านในของเปลือกกล้วยห็นนำมาทาผิวจะช่วยรักษาและสมานผิวทำให้ผิวพรรณสดใส ที่สำคัญคือเส้นใยของเปลือกกล้วยห็นยังช่วยทำความสะอาดผิวพรรณเพราะในเปลือกกล้วยห็นมีโปรตีน

เมโซเรซินที่ช่วยจัดสิ่งสกปรกและฝุ่นละอองได้อย่างดี (Vishara and Singh, 2021) สำหรับการสกัดเส้นใยเซลลูโลสโดยทั่วไปจะนิยมสกัดในรูปแบบของการสกัดด้วยสารเคมี (Hazrati et al., 2021) ซึ่งการสกัดเซลลูโลสด้วยสารเคมีจะมีข้อเสียหลายประการ เช่น ความเป็นพิษเนื่องจากสารเคมี สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย รวมทั้งเป็นมลพิษทางสิ่งแวดล้อม โดยสารเคมีที่ใช้ในการสกัดเซลลูโลสมีหลายชนิด เช่น สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายโซเดียมคลอไรด์เพื่อกำจัดลิกนิน และการใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพื่อกำจัดสี (Mehanny et al., 2021; Moussaoui et al., 2021)

ในปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ต่างให้ความสำคัญต่อสุขภาพ ความสวยงามของหน้าและผิวพรรณ โดยเห็นได้จากจำนวนประชาชนที่นิยมเข้ารับบริการในสปาและจำนวนร้านสปาที่เปิด เนื่องจากการใช้บริการสปาจะทำให้โลหิตไหลเวียนลดการเกิดโรค ส่งผลให้ผิวพรรณหน้าตาสดใส ช่วยผ่อนคลาย อารมณ์สบายจึงเริ่มมีบทบาทในชีวิตประจำวันและมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้น การบริการฟื้นฟูสุขภาพและความงามในสปาทำให้เลือกมากมาย เช่น บริการขัดผิวเพื่อลอกเซลล์ผิวหนังที่ตายแล้วและกระตุ้นให้เซลล์ผิวหนังเกิดขึ้นทดแทนเซลล์เดิม บริการนวดแผนโบราณ นวดหน้า นวดตัว นวดฝ่ามือและฝ่าเท้า เป็นต้น โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ตามท้องตลาดที่ใช้สำหรับขัดผิวมักจะมีราคาแพงและผลิตในต่างประเทศ รวมทั้งสิ่งช่วยขัดผิวนั้นมีส่วนผสมของสารเคมีเป็นหลักอีกด้วย

ด้วยเหตุนี้ การหาวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นแล้วนำมาแปรรูปให้เป็นเส้นใยหรือสครับขัดผิวที่มีคุณภาพจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ โดยการนำเปลือกผลไม้ท้องถิ่นตามฤดูกาลที่เป็นของเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมากของพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ เช่น เปลือกทุเรียนและเปลือกกล้วยหินที่เหลือทิ้งจากการบริโภคและอุตสาหกรรมแปรรูปมาสกัดเป็นเส้นใยและสครับเซลลูโลสเพื่อเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขัดผิว ดังนั้นจึงมีความน่าสนใจที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์สครับขัดผิวจากเซลลูโลสของเปลือกผลไม้พื้นเมืองจังหวัดยะลาชนิดทุเรียนพันธุ์หมอนทองและกล้วยหินที่มีจำนวนมากด้วยวิธีการสกัดโดยใช้สารธรรมชาติในท้องถิ่น ได้แก่ ส้มแขก มะระขี้เิก และขี้เถ้า โดยเริ่มจากการศึกษาวิธีการสกัดเซลลูโลสด้วยสารธรรมชาติทดแทนการใช้สารเคมี การตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของเซลลูโลส การตั้งตำรับผลิตภัณฑ์ขัดผิวผสมสครับเซลลูโลส พร้อมตรวจวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ของครีมสครับขัดผิวเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานงานวิจัยนี้มีจุดเด่นคือการสกัดเส้นใยเซลลูโลสจากเปลือกผลไม้ท้องถิ่นโดยใช้สารธรรมชาติในท้องถิ่นแทนการสกัดด้วยสารเคมีซึ่งถือเป็นวิธีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดการใช้สารเคมี มีขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อน และสามารถประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ ได้อย่างปลอดภัย นอกจากนี้ยังเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่สามารถช่วยลดการนำเข้าเซลลูโลสจากต่างประเทศ อีกทั้งเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและเป็นการช่วยลดปริมาณขยะทางการเกษตรที่ต้องกำจัดให้แก่พื้นที่จังหวัดยะลาได้อีกช่องทางหนึ่งด้วย

## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

### 2.1 การตั้งตำรับครีมสครับขัดผิว

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการสกัดเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินโดยใช้สารสกัดธรรมชาติจากท้องถิ่น ได้แก่ ส้มแขก มะระขี้เิก และขี้เถ้า และเตรียมเส้นใยเซลลูโลสเป็นลักษณะของผงสครับสำหรับประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางชนิดครีมสครับขัดผิว โดยมีตำรับของผลิตภัณฑ์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตำรับครีมสครับขัดผิว

ตำรับที่	รายละเอียดตำรับครีมสครับขัดผิว
1	ครีมสครับเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง
2	ครีมสครับเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง + สครับกากกาแพ
3	ครีมสครับเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง + สครับกากกาแพ + สครับกากขา
4	ครีมสครับเซลลูโลสจากเปลือกกล้วยหิน

ตารางที่ 1 ตำรับครีมสครับขัดผิว (ต่อ)

ตำรับที่	รายละเอียดตำรับครีมสครับขัดผิว
5	ครีมสครับเซลลูโลสจากเปลือกกล้วยหิน + สครับกากกาแฟ
6	ครีมสครับเซลลูโลสจากเปลือกกล้วยหิน + สครับกากกาแฟ + สครับกากชา

## 2.2 การเตรียมสารธรรมชาติจากซี้เถ่า ส้มแขก และมะระขี้นก

งานวิจัยนี้ใช้สารธรรมชาติทดแทนการใช้สารเคมีเพื่อสกัดเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหิน ซึ่งเป็นวิธีการสกัดที่มีข้อดีคือ ปลอดภัย ทำได้ง่าย และปลอดภัยไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีขั้นตอนคือ ชั่งตัวอย่าง (ซี้เถ่า ส้มแขก และมะระขี้นก) อย่างละ 300 กรัม ใส่น้ำกลั่นปริมาตร 1000 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้วต้มให้เดือด จากนั้นจึงกรองของผสมดังกล่าวและตรวจวัดค่าพีเอชของสารละลายที่ได้

## 2.3 การสกัดเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหิน

การสกัดเส้นใยเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินโดยใช้สารสกัดธรรมชาติเพื่อเตรียมเป็นสครับเซลลูโลสสำหรับประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางชนิดครีมสครับขัดผิว มีขั้นตอนคือล้างเปลือกทุเรียนและเปลือกกล้วยหินให้สะอาดแล้วนำไปผึ่งให้ผิวด้านนอกแห้ง จากนั้นตัดเป็นชิ้นเล็กๆ อบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ชั่งเปลือกทุเรียนหรือเปลือกกล้วยหิน 50.0 กรัม แล้วต้มด้วยสารสกัดจากธรรมชาติ (จากข้อ 2.2) ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองเส้นใยเซลลูโลสด้วยผ้าขาวบางแล้วล้างด้วยน้ำกลั่น จากนั้นพอกสีเซลลูโลสด้วยวิธีการหนึ่ง เป็นเวลา 90 นาที แล้วอบที่อุณหภูมิ 55°C รอให้เย็นแล้วใส่ในเคซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่จึงปั่นให้ละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 180 ไมครอน เพื่อให้ได้เซลลูโลสในลักษณะผงละเอียดหรือสครับเซลลูโลส

2.4 การตรวจวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเซลลูโลส ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น ปริมาณเถ้า โลหะหนัก (แคดเมียม ตะกั่ว และแมงกานีส) และหมู่ฟังก์ชัน

### 2.4.1 ความเป็นกรด-ด่าง

ชั่งตัวอย่างเซลลูโลส 0.50 กรัม เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร คนสารละลายเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองและตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยกลาสพีเอชอิเล็กโทรดและพีเอชมิเตอร์

### 2.4.2 ความชื้น

ชั่งตัวอย่างเซลลูโลส 1.00 กรัม ใส่น้ำหนักรูชชีเบิลที่ทราบน้ำหนัก อบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นใส่ในเคซิเคเตอร์ รอให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก อบซ้ำจนน้ำหนักคงที่ ครั้งละ 30 นาที คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสมการที่ 1

$$M = \frac{(W_1 - W_2)}{W} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ M คือ ร้อยละของปริมาณความชื้น,  $W_1$  คือ น้ำหนักถ้วยรูชชีเบิลพร้อมฝาและเซลลูโลสก่อนอบ (กรัม),  $W_2$  คือ น้ำหนักถ้วยรูชชีเบิลพร้อมฝาและเซลลูโลสหลังอบ (กรัม) และ W คือ น้ำหนักเซลลูโลส (กรัม)

### 2.4.3 ปริมาณเถ้า

เผาถ้วยรูชชีเบิลเปล่าพร้อมฝาปิดที่อุณหภูมิ 575 ± 25°C เป็นเวลานาน 15 นาที นำถ้วยรูชชีเบิลออกจากเตาเผาแล้วใส่ในเคซิเคเตอร์ ชั่งตัวอย่างเซลลูโลส 2.00 กรัม ใส่น้ำหนักรูชชีเบิลแล้วนำไปเผาจนไม่มีควัน นำไปเผาต่อใน

เตาเผาที่อุณหภูมิ  $575 \pm 25^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำถ้วยครุชชีเบลใส่ในเตาเคเตอร์ปล่อยให้เย็นถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก  
คำนวณปริมาณได้จากสมการที่ 2

$$\text{ปริมาณเถ้าทั้งหมด (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \frac{(W_3 - W_1) \times 100}{(W_2 - W_1)} \quad (2)$$

เมื่อ  $W_1$  คือ น้ำหนักถ้วยครุชชีเบล (กรัม),  $W_2$  คือ น้ำหนักถ้วยครุชชีเบลและเซลลูโลส (กรัม) และ  $W_3$  คือ น้ำหนักถ้วยครุชชีเบลและเถ้า (กรัม)

#### 2.4.4 การตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก (แคดเมียม ตะกั่ว และแมงกานีส)

งานวิจัยนี้ได้ตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก 3 ชนิด คือ แคดเมียม ตะกั่ว และแมงกานีสในเส้นใยเซลลูโลส ด้วยเทคนิคเฟลมอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรีซึ่งจำเป็นต้องย่อยตัวอย่างให้อยู่ในรูปของสารละลายใส โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธีการย่อยตัวอย่างแบบเปียก ซึ่งทำได้ง่าย ใช้เวลาไม่นาน และให้ประสิทธิภาพของการย่อยที่ดี โดยชั่งตัวอย่างเซลลูโลส 1.00 กรัม เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 7 มิลลิลิตร จากนั้นเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 7 มิลลิลิตร แล้วให้ความร้อน  $100^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติม 30% ของกรดไฮโดรคลอริก 2 มิลลิลิตร (ทำซ้ำจนได้สารละลายใส) กรองและปรับปริมาตรให้ได้ 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำปราศจากไอออน และตรวจวิเคราะห์โลหะหนักด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (AA7000, Shimadzu, Japan)

#### 2.4.5 การตรวจวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชัน

งานวิจัยนี้ได้ตรวจวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันที่สำคัญของเซลลูโลสที่สกัดจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินพร้อมเปรียบเทียบกับเซลลูโลสทางการค้า โดยบดผสมผงเซลลูโลสกับโพแทสเซียมโบรไมด์ จากนั้นจึงนำไปใส่ในจานโพแทสเซียมโบรไมด์แล้วนำไปวางบนแท่นเครื่องอัดไฮดรอลิก และตรวจวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ (FTIR-6800, JASCO, Japan)

### 2.5 การทำผลิตภัณฑ์ครีมสครับขัดผิว

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ผงสครับเซลลูโลสที่สกัดจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินเพื่อทำผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางชนิดครีมสครับขัดผิวดังต่อไปนี้ โดยมีขั้นตอนการทำงานคือ อุ่นน้ำมันมะพร้าวและน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ  $70^\circ\text{C}$  ปริมาตร 60 : 30 มิลลิลิตร (โดยแยกปีกเกอร์) เติมซีดีฟี่ 7 กรัม ลงในน้ำมันมะพร้าวที่อุ่นแล้วคนให้ละลาย (A) ค่อยๆ เท (A) ลงในปีกเกอร์น้ำกลั่นพร้อมกวนด้วยเครื่องกวนสารแบบใบพัดในขณะร้อน เป็นเวลา 15 นาที และขณะเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นเติมผงสครับเซลลูโลส 2.00 กรัม (หรือเติมสครับกากกาแฟ หรือสครับกากชาอย่างละ 0.50 กรัม ตามสูตรครีมสครับขัดผิว) และขั้นตอนสุดท้ายคือเติมกลิ่นสังเคราะห์ 4 มิลลิลิตร พร้อมคนตลอดเวลาจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์

2.6 การตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของครีมสครับขัดผิว ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง เลขเปอร์ออกไซด์ พรอทแอมโมเนีย ไฮโดรควิโนน และสเตียรอยด์

#### 2.6.1 ความเป็นกรด-ด่าง

ชั่งตัวอย่างครีมสครับขัดผิว 0.50 กรัม เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร คนสารละลายเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นกรองสารละลายและวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยกลาสพีเอชอิเล็กโทรดและพีเอชมิเตอร์

#### 2.6.2 เลขเปอร์ออกไซด์

ชั่งตัวอย่างครีมสครับขัดผิว 0.50 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ที่มีจุกปิด จากนั้นเติมกรดอะซิติก 6 มิลลิลิตร เติมสารละลายไอโอดีน 1 มิลลิลิตร เขย่าอย่างแรง ปิดด้วยฟอยล์อลูมิเนียมและเก็บที่มีด 1 นาที แล้วเติมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร

เติมน้ำแบ่ง 1 มิลลิลิตร และไทเทรตด้วย 0.1 โมลาร์ ของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตจนสีน้ำเงินหายไป บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตพร้อมคำนวณเลขเปอร์ออกไซด์โดยใช้สมการที่ 3

$$\frac{\text{volume of Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ from titration} \times \text{Normalitas Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 1000}{\text{sample (g)}} = \text{meq/kg} \quad (3)$$

### 2.6.3 พรอทแอมโมเนีย

การตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์พรอทแอมโมเนียใช้วิธี Reinsch's test โดยชั่งตัวอย่างคริมสครับขัดผิว 5.00 กรัม เติมนครดไนตริก 20 มิลลิลิตร กรดซัลฟิวริก 2 มิลลิลิตร ตามด้วย 30% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 4 มิลลิลิตร (ค่อยๆ หยด) นำไปต้มบนเครื่องอังไอน้ำ 10 - 20 นาที แลวเติมไฮดรอกซีแอมโมเนียมคลอไรด์ 0.05 กรัม ปรับพีเอชของสารละลายให้เท่ากับ 3 ด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ นำไปกรองแล้วเติม 0.1 โมลาร์ ของกรดเอทิลีนไดเอมีนเตตระอะซิติก 0.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำไปทำ Reinsch's test โดยการทำความสะอาดฟอยลทองแดงด้วยกรดไนตริก โดยใส่ฟอยลทองแดงลงบีกเกอร์ เติมนครดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร เติมน้ำที่เตรียมไว้ข้างต้น 20 มิลลิลิตร ให้ความร้อนจากเครื่องอังไอน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง รักษาระดับของเหลวโดยเติมนครดไฮโดรคลอริก ในกรณีที่ไม่ผลบวกหรือมีพรอทแอมโมเนียพบว่าฟอยลทองแดงเปลี่ยนสีเงิน

### 2.6.4 ไฮโดรควิโนน

การตรวจสารไฮโดรควิโนนในคริมสครับขัดผิวจะใช้วิธีสังเกตการเปลี่ยนสีของคริมเมื่อทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยป้ายตัวอย่างคริมสครับขัดผิวลงบนกระดาษทิชชู จากนั้นหยด 0.1 โมลาร์ ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 2-3 หยด แล้วทิ้งไว้ 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนสีของเครื่องสำอาง โดยถ้าเครื่องสำอางเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน แสดงว่าในคริมสครับขัดผิวมีการปนเปื้อนของสารไฮโดรควิโนน

### 2.6.5 สเตียรอยด์

การตรวจสารสเตียรอยด์ในคริมสครับขัดผิวจะอาศัยการเกิดปฏิกิริยาระหว่างตัวอย่างคริมกับกรดอะซิติก โดยชั่งคริมสครับขัดผิว 0.50 กรัม เติมนครดโรฟอรัม 2.5 มิลลิลิตร เขย่าและกรองส่วนที่ไม่ละลายออกด้วยกระดาษกรอง แล้วเติมนครดอะซิติก 5 มิลลิลิตร เขย่า และหยดกรดซัลฟิวริกเข้มข้น จำนวน 3 หยด หากสังเกตว่าสารละลายเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำเงิน-เขียวแสดงว่ามีการปนเปื้อนของสารสเตียรอยด์

## 3. ผลการวิจัย

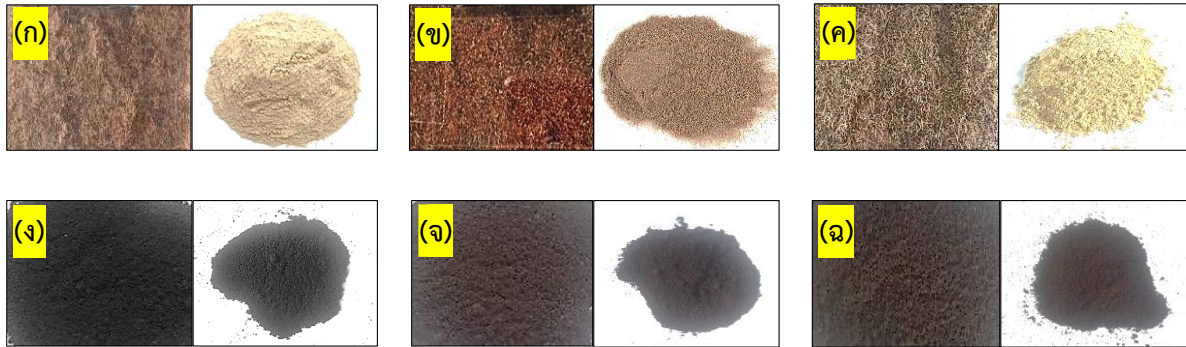
### 3.1 ผลการสกัดสารธรรมชาติจากขี้เถ้า ส้มแขก และมะระขี้นก

จากการสกัดสารธรรมชาติจากท้องถิ่นที่หาได้ง่าย ได้แก่ ขี้เถ้าจากโรงไฟฟ้าชีวมวลในพื้นที่จังหวัดยะลา รวมทั้ง ส้มแขกและมะระขี้นกที่หาซื้อได้ง่ายตามฤดูกาลและราคาถูก โดยใช้วิธีการสกัดที่ไม่ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ด้วยวิธีที่ง่าย สะดวก และรวดเร็ว พบว่า สารละลายที่ได้มีลักษณะใสและมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 12.29, 1.60 และ 5.33 ตามลำดับ

### 3.2 ผลการสกัดเซลล์โลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหิน

เปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินที่ทำความสะอาดและหั่นเป็นชิ้นบางๆ และทำการสกัดลิกนินและเอมิเซลลูโลสด้วยสารสกัดธรรมชาติชนิดต่างๆ ที่มีในท้องถิ่น ได้แก่ ขี้เถ้า ส้มแขก และมะระขี้นก จากนั้นจึงพอกสีเส้นใยเซลลูโลสด้วยวิธีการนั่งทดแทนการใช้สารเคมี พบว่าเส้นใยเซลลูโลสเปลือกทุเรียนที่สกัดได้มีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลแดง ส่วนเส้นใยเซลลูโลสเปลือกกล้วยหินจะมีสีน้ำตาลเข้มทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของสารธรรมชาติที่ใช้สกัด และเมื่อทำให้เป็นผงละเอียดหรือสกรับขนาด 180 ไมครอน จะมีลักษณะดังภาพที่ 1 โดยเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินที่เตรียมได้มีค่าร้อยละของผลผลิตอยู่ในช่วงร้อยละ 47-78 โดยน้ำหนัก





ภาพที่ 1 เส้นใยและผงเซลลูโลสเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินที่สกัดด้วยสารสกัดธรรมชาติชนิดต่างๆ (ก) เส้นใยและผงเซลลูโลสเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองสกัดด้วยซีเถ้า (ข) เส้นใยและผงเซลลูโลสเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองสกัดด้วยสั้มแขก (ค) เส้นใยและผงเซลลูโลสเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองสกัดด้วยมะระขี้นก (ง) เส้นใยและผงเซลลูโลสเปลือกกล้วยหินสกัดด้วยซีเถ้า (จ) เส้นใยและผงเซลลูโลสเปลือกกล้วยหินสกัดด้วยสั้มแขก (ฉ) เส้นใยและผงเซลลูโลสเปลือกกล้วยหินสกัดด้วยมะระขี้นก

### 3.3 ผลการตรวจวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น และปริมาณเถ้าทั้งหมด

จากการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น และปริมาณเถ้าทั้งหมดของเซลลูโลส พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 2.34 - 7.69 มีค่าความชื้น เท่ากับ 2.92 - 16.67% และมีปริมาณเถ้าทั้งหมด เท่ากับ 3.78 - 16.59% ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น และปริมาณเถ้าของเซลลูโลสเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินที่สกัดด้วยสารสกัดธรรมชาติชนิดต่างๆ

ชนิดเซลลูโลส/สารสกัดธรรมชาติ	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้น (%)	ปริมาณเถ้า (%)
เปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง/ซีเถ้า	7.20 ± 0.04	13.48 ± 0.02	16.59 ± 0.04
เปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง/สั้มแขก	2.34 ± 0.03	16.67 ± 0.01	4.73 ± 0.01
เปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง/มะระขี้นก	5.65 ± 0.02	9.85 ± 0.01	5.38 ± 0.02
เปลือกกล้วยหิน/ซีเถ้า	7.69 ± 0.02	8.35 ± 0.02	3.78 ± 0.01
เปลือกกล้วยหิน/สั้มแขก	2.49 ± 0.01	2.92 ± 0.01	9.43 ± 0.03
เปลือกกล้วยหิน/มะระขี้นก	5.77 ± 0.03	6.18 ± 0.01	13.21 ± 0.03

### 3.4 ผลการตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในเซลลูโลส

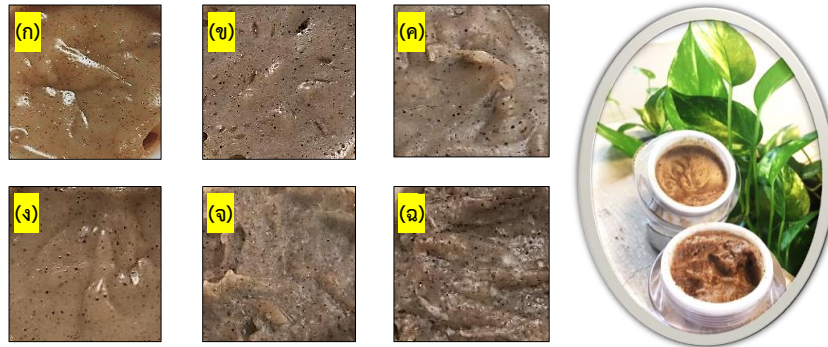
จากการตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในตัวอย่างเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินที่สกัดด้วยสารธรรมชาติจากวัสดุและพืชท้องถิ่น โดยใช้วิธีการย่อยตัวอย่างแบบเปียกด้วยกรดไนตริก กรดไฮโดรคลอริก และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์ช่วยเร่งปฏิกิริยาทำให้สารอินทรีย์ในตัวอย่างเกิดการย่อยสลายได้อย่างสมบูรณ์ ผลการตรวจวิเคราะห์พบว่า เส้นใยเซลลูโลสไม่มีการปนเปื้อนของโลหะแคดเมียม แต่มีการปนเปื้อนของแมงกานีส (1.91-4.57 พีพีเอ็ม) และตะกั่ว (<0.19 พีพีเอ็ม) ดังภาพที่ 2 ซึ่งอาจมาจากสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและจากการเพาะปลูกผลไม้ทั้งสองชนิด เมื่อนำผลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2561 พบว่าค่าที่ตรวจพบมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยเกณฑ์มาตรฐานกำหนดปริมาณของแคดเมียม ตะกั่ว และแมงกานีส เท่ากับ 0.3, 10 และ 20 พีพีเอ็ม ตามลำดับ





### 3.6 ผลการทำครีมสครับขัดผิวจากผงเซลลูโลส

ครีมสครับขัดผิวจากผงเซลลูโลสของเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินที่สกัดด้วยสารธรรมชาติ จะมีเนื้อครีมที่มีลักษณะเหนียวข้น มีผงเซลลูโลสหรือสครับกระจายทั่วในเนื้อครีมที่มีสีน้ำตาลอ่อนและจะมีสีน้ำตาลเข้มในตำรับที่เพิ่มส่วนผสมของสครับจากกากชาและสครับจากกาแฟ สามารถบำรุงผิวให้ขาวกระจ่างใส เนื่องจากมีส่วนผสมของสครับเซลลูโลสและบางสูตรก็เพิ่มเติมด้วยสครับจากกาแฟและกากชา อีกทั้งในครีมทั้ง 6 ตำรับยังมีสารป้องกันแสงแดดและเพิ่มความชุ่มชื้นจากน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นที่ใช้เป็นส่วนผสมอีกด้วย ครีมสครับขัดผิวจากผงเซลลูโลสที่พัฒนาขึ้นนี้เหมาะสำหรับใช้ขัดตัวในช่วงเวลาเย็นเพื่อจะได้เป็นการผลัดเซลล์ผิวใหม่ หลังจากขัดผิวแล้วผิวพรรณก็จะได้พักผ่อนและพร้อมสำหรับการบำรุงตลอดคืน ตัวอย่างครีมสครับขัดผิวจากผงเซลลูโลสทั้ง 6 ตำรับที่ใช้สารสกัดธรรมชาติจากส้มแขก ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ครีมสครับขัดผิวตำรับต่างๆ จากสครับเซลลูโลสของเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินที่สกัดด้วยสารละลายส้มแขก โดยที่ ก. คือ ครีมสครับเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ข. คือ ครีมสครับเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง + สครับจากกาแฟ ค. คือ ครีมสครับเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง + สครับจากกาแฟ + สครับจากกากชา ง. คือ ครีมสครับเซลลูโลสจากเปลือกกล้วยหิน จ. คือ ครีมสครับเซลลูโลสจากเปลือกกล้วยหิน + สครับจากกาแฟ และ ฉ. คือ ครีมสครับเซลลูโลสจากเปลือกกล้วยหิน + สครับจากกาแฟ + สครับจากกากชา

### 3.7 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของครีมสครับขัดผิว

จากการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีในพารามิเตอร์ต่างๆ ของตัวอย่างครีมสครับขัดผิวจากผงเซลลูโลสที่ใช้สารสกัดธรรมชาติชนิดส้มแขก จำนวน 6 ตำรับ พบว่า ครีมสครับขัดผิวทั้ง 6 ตำรับมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 3.54 - 4.90 เลขเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 0 - 5 มิลลิอิกวิวาเลนต์ต่อกิโลกรัม และไม่มีการปนเปื้อนของสารอันตรายชนิดปรอท แอมโมเนีย ไฮโดรควิโนน และสเตียรอยด์ (ตารางที่ 3) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของกระทรวงสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2561 ดังนั้นครีมสครับขัดผิวที่ผลิตขึ้นทั้ง 6 สูตรนี้สามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยและสครับสามารถช่วยขจัดเซลล์ผิวหนึ่งที่ตายแล้วได้อีกด้วย

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีของครีมสครับขัดผิว

ตำรับครีมสครับขัดผิว	ความเป็นกรด-ด่าง	เลขเปอร์ออกไซด์	ปรอท แอมโมเนีย	ไฮโดรควิโนน	สเตียรอยด์
ตำรับที่ 1	3.54 ± 0.03	0	(-)	(-)	(-)
ตำรับที่ 2	3.63 ± 0.05	3.4 ± 0.1	(-)	(-)	(-)
ตำรับที่ 3	3.97 ± 0.04	1.5 ± 0.1	(-)	(-)	(-)

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีของครีมสครับขัดผิว (ต่อ)

สูตรครีมสครับขัดผิว	ความเป็นกรด-ด่าง	เลขเปอร์ออกไซด์	ปรอทแอมโมเนีย	ไฮโดรควิโนน	สเตียรอยด์
ตำรับที่ 4	4.90 ± 0.27	0	 (-)	 (-)	 (-)
ตำรับที่ 5	4.14 ± 0.21	0	 (-)	 (-)	 (-)
ตำรับที่ 6	4.46 ± 0.10	5.0 ± 0.1	 (-)	 (-)	 (-)

เครื่องหมาย (-) หมายถึง ตรวจไม่พบการปนเปื้อน และ เครื่องหมาย (+) หมายถึง ตรวจพบการปนเปื้อนของสารอันตราย

#### 4. อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาวิธีการสกัดเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนและเปลือกกล้วยสายพันธุ์ที่โดดเด่นของจังหวัดยะลา คือเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหินจากชุมชน/กลุ่มแม่บ้านที่แปรรูปอาหารชนิดต่างๆ และมีผลทำให้เกิดขยะทางการเกษตรในพื้นที่เป็นจำนวนมาก โดยจุดเด่นของงานวิจัยนี้คือการสกัดเส้นใยเซลลูโลสโดยใช้สารสกัดธรรมชาติจากขี้เถ้า ส้มแขก และมะระขี้นก ทำให้ได้เส้นใยเซลลูโลสที่ไม่มีการปนเปื้อนของสารเคมีและโลหะอันตรายในระดับที่เกินเกณฑ์มาตรฐาน โดยเซลลูโลสที่สกัดได้จะมีหมู่ฟังก์ชันเหมือนเซลลูโลสทางการค้า จากการประยุกต์ใช้เซลลูโลสที่สกัดได้กับการทำผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางชนิดครีมสครับขัดผิวทั้ง 6 ตำรับ โดยมีส่วนผสมสำคัญของสครับจากผงเซลลูโลสเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและเปลือกกล้วยหิน พบว่า ครีมสครับขัดผิวมีลักษณะของเนื้อครีมข้นและเหนียว มีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม มีความคงตัวทางกายภาพที่ดีนั้นคือเนื้อครีมไม่เปลี่ยนแปลง ที่สำคัญคือไม่มีกลิ่นเหม็นหืน ปราศจากการปนเปื้อนของปรอทแอมโมเนีย ไฮโดรควิโนน และสเตียรอยด์ ซึ่งสามารถเป็นอีกช่องทางหนึ่งของอาชีพเสริมสำหรับกลุ่มแม่บ้านในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ที่จะทำผลิตภัณฑ์ครีมสครับขัดผิวชนิดนี้เพื่อใช้กับศูนย์สปาชุมชนหรือท้องถิ่นต่อไป

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาที่สนับสนุนทุนวิจัย ทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์และสามารถนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้/ถ่ายทอดในลักษณะบริการวิชาการเพื่อประโยชน์แก่ท้องถิ่นต่อไป

#### 6. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (2561). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ปริมาณโลหะหนักในเครื่องสำอาง. ค้นเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2564. (online : available). <https://www.fda.moph.go.th/sites/Cosmetic/SitePages/Laws.aspx>

Hazrati, K. Z., Sapuan, S. M., Zuhri, M. Y. M., & Jumaidin, R. (2021). Extraction and Characterization of Potential Biodegradable Materials Based on *Dioscorea hispida* Tubers. *Polymers*, 13, 1-18.

Mehanny, S., Abu-El Magd, E. E., Ibrahim, M., Farag, M., Gil-San-Millan, R., Navarro, J., Abd-El Halim, H., & El-Kashif, E. (2021). Extraction and characterization of nanocellulose from three types of palm residues. *Journal of Materials Research and Technology*, 10, 526-537.

Moussaoui, N., Rokbi, M., Osmani, H., Jawaid, M., Atiqah, A., Asim, M., & Benhamadouche, L. (2021). Extraction and Characterization of Fiber Treatment *Inula viscosa* Fibers as Potential Polymer Composite Reinforcement. *Journal of Polymers and the Environment*, 29, 3779-3793.

Vishala, J., & Singh, G. (2021). A Review on Product Development through Pulp and Peel of Banana. *Plant Archives*, 21, 693-683.