

PENERAPAN MESIN PENGERING REMPAH ACEH TIPE PENGERINGAN VAKUM UNTUK PRODUKSI BUBUK BANDREK SIAP SAJI

E.Elfiana^{1*}, Usman², Muhammad Sami¹, Ridwan¹, P.Pardi¹, Cut Aja Rahmahwati¹

¹Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe

²Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

*Email: elfiana@pnl.ac.id

Abstrak

History Artikel

Received:

November-2021;

Reviewed:

Desember-2021

Accepted:

Februari-2022

Published:

Maret-2022

Kegiatan program Produk Teknologi yang Didesiminasikan Kepada Masyarakat (PTDM) telah dilakukan dengan mendesiminasikan mesin pengering rempah Aceh bertipe pengeringan vakum kepada pelaku usaha bubuk bandrek siap saji di Desa Kumbang Kecamatan Syamtalira Aron Kabupaten Aceh Utara. Hasil desiminasi pengeringan rempah menggunakan mesin *Oven Drying Vacuum* menunjukkan hasil yang signifikan baik terhadap kualitas bubuk rempah berdasarkan kadar air <11% telah memenuhi persyaratan kualitas bubuk rempah kering sesuai SNI 01-3709-1995. Kondisi operasi pengeringan rempah menggunakan mesin *Oven Drying Vacuum* berbeda untuk setiap jenis rempah dan mesin ODV baik digunakan pada range temperature 60-70°C. Semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat waktu pengeringan yang tidak sempurna karena pada suhu tinggi panas hanya mampu melepaskan kandungan air pada permukaan bahan saja.

Kata kunci: Bubuk rempah, *Oven drying vacuum*, Rempah Aceh, Rempah kering

PENDAHULUAN

Rempah Aceh merupakan rempah-rempah berasal dari daerah Aceh yang memiliki aroma khas setiap rempahnya. Aceh merupakan penghasil komoditas rempah terbesar di Indonesia dan menjadi pionir 20 jalur rempah jadi Warisan Dunia Jalur Rempah Nusantara ke UNESCO [1]. Salah satu pemanfaatan rempah Aceh adalah digunakan sebagai minuman herbal menyehatkan dikenal dengan nama minuman bandrek yang digemari oleh hampir seluruh masyarakat Aceh dan Nasional.

Pada awalnya bandrek terbuat dari campuran rempah rimpang jahe, kayu manis dan cengkeh yang direbus dengan air sampai mendidih dan ditambahkan pemanis sesuai selera seperti gula aren, gula putih, susu, dan lain-lain agar minuman bandrek lebih nikmat. Tentunya bandrek Aceh mempunyai khas rasa yang berbeda karena campuran rempahnya lebih lengkap bukan hanya rimpang jahe, kayu manis dan cengkaeh, akan tetapi dilengkapi rempah lada hitam, kapulaga, bunga lawang, jintan manis, kayu secang, jabe jawa, serai dan daun pandan. Rempah-rempah tersebut banyak terdapat di daerah Aceh dan bahkan Aceh termasuk daerah berpotensi penghasil rempah di dunia. Oleh karenanya tidak heran jika banyak pelaku usaha di daerah Aceh yang mendagangkan minuman bandrek rebus di warung-warung maupun di kaki lima.

Saat ini bandrek Jawa yang dikenal dengan Bajigur sudah dikemas dalam minuman serbuk yang pemasarannya sudah Nasional. Oleh karena itu sudah saatnya minuman bandrek asal Aceh juga dikemas menjadi bandrek bubuk siap saji dapat dipasarkan pada masyarakat luas baik skala daerah maupun Nasional. Inovasi bandrek rebus menjadi bendrek serbuk telah dilakukan oleh pelaku usaha bubuk bandrek siap saji di Desa Kumbang Kecamatan Syamtalira Aron Kabupaten Aceh Utara, menjadi mitra dalam kegiatan Produk Teknologi Yang Di Desiminasikan Kepada Masyarakat (PTDM) ini. Kegiatan pengabdian sejenis telah dilakukan sebelumnya oleh [2], [3]. Proses utama yang dilakukan dalam pembuatan bubuk bandrek Aceh

ini adalah mengeringkan rempah-rempah yang digunakan menggunakan panas matahari dan dilanjutkan dengan pensangraian rempah kering (*roasting*), pembubukan, pencampuran dan pengemasan. Usaha bubuk bandrek ini sudah berproduksi sejak tahun 2020 lalu berskala industri rumah tangga dan telah memiliki izin edar PIRT dan izin halal LPPOM. Permasalahan yang dihadapi mitra adalah proses produksi terhenti jika cuaca lingkungan tidak mendukung ketersediaan panas matahari, seperti cuaca mendung ataupun hujan. Proses pengeringan dapat terjadi jika udara memiliki kelembaban yang lebih rendah daripada kelembaban bahan. Sehingga tanpa matahari proses pengeringan rempah tidak dapat kering maksimal dan membutuhkan waktu yang sangat lama. Sehingga diperlukan teknologi pengeringan yang praktis, handal dan dapat menjaga kualitas kandungan rempah-rempah bandrek yang akan dikeringkan. Proses penjemuran rempah dan penyangraian (*roasting*) rempah yang dilakukan pelaku usaha bubuk bandrek ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses pengeringan rempah aceh pada usaha bubuk bandrek siap saji di Desa Kumbang

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa proses pengeringan rempah yang dilakukan belum sempurna dan kurangnya pengetahuan mitra tentang proses pengeringan rempah yang baik. Beberapa parameter yang harus diperhatikan dalam proses pengeringan antara lain suhu udara pengeringan, kelembaban relatif udara pengering, kecepatan aliran udara pengering, kadar air bahan, luas permukaan dan tekanan udara. Semakin tinggi suhu udara pengering maka proses pengeringan makin singkat dan biaya pengeringan dapat ditekan menjadi lebih kecil. Semakin rendah kelembaban udara (RH) udara pengering, maka makin cepat pula proses pengeringan yang terjadi, dengan demikian kemampuan untuk menyerap dan menampung uap air lebih banyak dari pada udara dengan RH yang tinggi. Semakin tinggi suhu, kelembaban relatifnya akan turun sehingga tekanan uap jenuhnya akan naik dan sebaliknya sampai tidak merusak bahan.

Dalam proses pengeringan, udara berfungsi sebagai pembawa udara panas untuk menguapkan kandungan air didalam bahan serta mengeluarkan uap air tersebut. Oleh karenanya diperlukan kecepatan aliran udara pengering yang sesuai untuk memperbesar kemampuan membawa dan menampung air di permukaan bahan. Kualitas pengeringan juga dipengaruhi oleh ketebalan bahan dan tumpukan-tumpukan bahan. Karena tumpukan bahan akan memiliki kadar air yang bervariasi. Proses pengeringan pada suhu yang tinggi akan mempercepat pengeringan akan tetapi dapat merusak bahan, terjadi pengerasan pada permukaan bahan menyebabkan air bahan tidak mampu keluar karena terhambat.

Dalam proses pengeringan juga dipengaruhi oleh luas permukaan bahan. Untuk mempercepat pengeringan pada umumnya bahan yang akan dikeringkan dipotong-potong atau diiris-iris terlebih dahulu. Pengirisan dan pemotongan bahan dapat memperbesar luas kontak permukaan. Pengirisan tipis dapat mengurangi jarak panas bergerak ke pusat bahan. Pemotongan yang kecil juga akan mengurangi jarak masa air pada bahan keluar ke permukaan bahan dan terlepas dari bahan ke udara panas. Semakin kecil tekanan udara maka semakin besar kemampuan udara

untuk membawa air keluar dari bahan selama pengeringan, karena dengan semakin kecilnya tekanan berarti kerapatan udara makin berkurang sehingga uap air dapat lebih banyak tertampung dan disingkirkan dari bahan [4]. Dan sebaliknya jika tekanan udara semakin besar maka udara disekitar pengeringan akan lembab, sehingga kemampuan menampung uap air terbatas dan menghambat proses atau laju pengeringan.

Oleh sebab itu untuk mengatasi permasalahan pengeringan rempah Aceh pada pelaku usaha bubuk bandrek siap saji di Desa Kumbang Pase Kecamatan Syamtalira Aron Kabupaten Aceh Utara adalah memberi teknologi pengeringan rempah yang dapat bekerja pada tekanan rendah (vakum) dan pada temperatur yang aman untuk proses penguapan air yang terdapat dalam rempah tanpa merusak kualitas rempahnya baik dari segi warna, aroma dan kandungannya. Salah satu teknologi pengeringan rempah pada tekanan vakum yang dapat diterapkan adalah mesin *Oven Drying Vacuum* (ODV).

Mesin *Oven Drying Vacuum* merupakan mesin pengering yang dirancang untuk mengeringkan bahan pada tekanan rendah, bertujuan untuk mempercepat pengeringan tanpa merusak kandungan bahan yang akan dikeringkan. Mesin ini bekerja menggunakan sistem pemanasan dengan metode vakum pada suhu rendah. Pada proses pemanasan biasa, suhu titik didih bahan dapat mencapai titik tinggi, akibatnya hasil pemanasan bahan apapun kurang maksimal dan bisa gosong. Mesin *Oven Drying Vacuum* bekerja dengan menurunkan tekanan pada tabung pemanasan, dan suhu semakin turun dan terjadi pemanasan pada suhu rendah. Sehingga bahan-bahan yang semestinya tidak bisa dipanaskan lebih, akhirnya bisa dipanaskan dan menghasilkan produk yang bagus dan tidak rusak dengan kandungan nutrisi yang masih utuh.

METODE PELAKSANAAN

Tempat dan Waktu Pelaksanaan. Kegiatan Produk Teknologi Yang Didesiminasikan Kepada Masyarakat (PTDM) ini dilakukan di rumah produksi usaha bubuk bandrek siap saji di Desa Kumbang Kecamatan Syamtalira Aron Kabupaten Aceh Utara berjarak +11 km dari arah timur kampus Politeknik Negeri Lhokseumawe. Waktu pelaksanaan kegiatan PTDM ini sekitar 6 (enam) bulan.

Solusi yang Ditawarkan. Solusi yang ditawarkan dalam pemecahan permasalahan pengeringan rempah Aceh adalah mendesiminasikan teknologi pengering rempah Aceh tipe pengeringan vakum menggunakan mesin *Oven Drying Vacuum* (ODV). Melalui implementasi mesin ODV ini proses penjemuran rempah dan penyangraian rempah yang dilakukan mitra tidak diperlukan lagi sehingga waktu produksi menjadi lebih pendek. Agar implementasi mesin *Oven Drying Vacuum* menjadi efektif maka mitra akan diberi pembekalan pengetahuan materi tentang teori dasar proses pengeringan rempah dan mitra diberi pelatihan pengoperasian dan perawatan mesin *Oven Drying Vacuum*.

Justifikasi Pengusul dan Mitra. Tim pengusul kegiatan PTDM ini terdiri dari beberapa Dosen Politeknik Negeri Lhokseumawe dan dibantu oleh mahasiswa sebagai pembantu pelaksana di lapangan. Kegiatan PTDM ini dapat terlaksana berkat adanya kerjasama yang baik antara Pengusul dan Mitra yang saling berkoordinasi dan saling mensupport satu sama lain. Adapun justifikasi Pengusul dan Mitra dijelaskan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Justifikasi pengusul dan mitra

Peran	Jumlah	Uraian Tugas
Pengusul	3 orang	Mengkoordinasikan semua kegiatan mulai dari perencanaan, pelaksanaan, analisis, dan pelaporan. Memberikan pembekalan materi pengetahuan tentang teknologi pengeringan, dan proses pembuatan bubuk rempah Merancang mesin <i>Oven Drying Vacuum</i> (ODV) Fabrikasi dan pengadaan mesin <i>Oven Drying Vacuum</i> Memantau hasil kegiatan per minggu dan perbulan
Mahasiswa	3 orang	Membantu melaksanakan kegiatan persiapan produksi bandrek siap saji dan membantu kegiatan demonstrasi mesin ODV
Mitra	4 orang	Menyediakan tempat kegiatan PTDM Mempersiapkan peralatan pendukung proses produksi bandrek instan selain mesin ODV

Langkah-langkah Kegiatan. Langkah-langkah kegiatan PTDM yang dilakukan dalam mendesiminasikan mesin pengering rempah tipe pengeringan vakum adalah sebagai berikut.

- a) Tim PTDM melakukan koordinasi dengan mitra, survey ke lapangan untuk melihat situasi lokasi mitra dan berdiskusi tentang permasalahan mitra
- b) Tim PTDM mengumpulkan data dukung profil mitra, mengidentifikasi permasalahan mitra, dan bersama mitra melakukan justifikasi prioritas permasalahan mitra yang akan diselesaikan.
- c) Tim PTDM memberi solusi prioritas permasalahan mitra
- d) Tim PTDM memberi pembekalan materi kepada mitra tentang teori dasar teknologi pengeringan secara umum dan teknologi pengeringan vakum.
- e) Tim PTDM merancang mesin *Oven Drying Vacuum*
- f) Tim PTDM menyediakan material dan melakukan Fabrikasi mesin *Oven Drying Vacuum* serta pendampingan
- g) Tim PTDM melakukan pelatihan pengoperasian, perawatan dan pemeliharaan mesin *Oven Drying Vacuum*.
- h) Implementasi dan mengoperasikan mesin *Oven Drying Vacuum*.
- i) Tim PTDM melakukan pendampingan kepada mitra untuk melakukan uji kualitas bubuk rempah bandrek siap saji berdasarkan kadar air, ukuran bubuk bandrek, dan uji kadaluarsa.
- j) Tim PTDM melakukan evaluasi pelaksanaan program keseluruhan

Keterlibatan dan Partisipasi Mitra. Keterlibatan dan partisipasi mitra dalam kegiatan PTDM ini antara lain adalah:

- a) Mitra bersedia memberi informasi dan data-data yang diperlukan dalam kegiatan PTDM dari awal proses pelaksanaan sampai dengan berakhirnya program
- b) Mitra bersedia menyediakan tempat pelatihan..
- c) Mitra bersedia menyediakan konsumsi selama fabrikasi mesin produksi dan pendampingan.
- d) Mitra bersedia berperan aktif dalam implementasi PTDM.
- e) Mitra bersedia sebagai fasilitator dalam transfer proses teknologi dan pembina kepada kelompok usaha sejenis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program kegiatan PTDM ini dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan mitra terhadap kendala proses pengeringan rempah Aceh menggunakan panas matahari. Prioritas masalah adalah proses produksi terhenti jika cuaca lingkungan tidak mendukung seperti mendung

ataupun hujan. Proses pengeringan konvensional menggunakan matahari inipun memberikan hasil rempah kering yang tidak merata dan tidak terstandarisasi, sehingga dikhawatirkan nutrisi rempah menjadi rusak dan tidak higienis karena tercemar oleh polusi udara. Solusi yang diberikan oleh tim PTDM adalah mendesiminasikan mesin pengering rempah tipe pengering vakum yang mampu bekerja pada kondisi operasi tekanan rendah dan temperatur rendah yaitu mesin *Oven Drying Vacuum* (ODV). Kondisi operasi tekanan dan temperatur rendah ini bertujuan untuk mempertahankan kualitas rempah tetap utuh terjaga sebagaimana kualitas rempah segar. Oleh karena itu beberapa parameter yang harus diperhatikan dalam pengoperasian mesin *Oven Drying Vacuum* ini adalah tekanan, temperatur, waktu pengeringan, ketebalan bahan, jumlah bahan, dan jenis bahan. Semua parameter ini akan berpengaruh terhadap kualitas rempah hasil proses pengeringan.

Penentuan kualitas rempah hasil proses pengeringan diuji di laboratorium untuk mengetahui kadar air, kadar abu dan ukuran partikel bubuk rempah yang dihasilkan dengan mengacu pada SNI 01-3709-1995 tentang persyaratan bubuk rempah. Untuk itu sangat diperlukan mengetahui temperature operasi dan waktu pengeringan yang digunakan. Semakin rendah temperature semakin lama waktu pengeringan, semakin tinggi temperatur semakin cepat waktu pengeringan akan tetapi dapat menyebabkan kerusakan bahan.

Implementasi Mesin Oven Drying Vacuum

Mesin *Oven Drying Vacuum* adalah salah satu teknologi pengeringan yang dirancang untuk mengeringkan bahan basah dan kering yang bekerja pada tekanan vakum. Prinsip dari mesin ini adalah menguapkan air pada suhu rendah dengan mengkondisikan alat pada tekanan rendah (vakum). Pengering ini sangat berguna untuk memproduksi rempah kering dengan kualitas tinggi, serta meminimalkan terbuangnya aroma, bahan aktif dan volatil (mudah menguap), serta menekan rusaknya nutrisi (denaturasi protein, browning (pencoklatan bahan), dan reaksi enzim). Oleh karena itu penerapan teknologi *Oven Drying Vacuum* untuk usaha bubuk bandrek siap saji sangat tepat digunakan untuk mengatasi permasalahan proses pengeringan konvensional yang dilakukan mitra PTDM ini. Mesin *Oven Dehydrator Vacuum* ditunjukkan pada Gambar 2 dan hasil pengeringan rempah menggunakan mesin ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Mesin *Oven Drying Vacuum* 6 rak



Gambar 3. Hasil pengeringan rempah rimpang jahe menggunakan *oven drying vacuum*

Dalam proses pengeringan menggunakan mesin *Oven Drying Vacuum* beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah ukuran rempah, ketebalan rempah, temperatur pengeringan dan susunan bahan dalam tray. Semua rempah dicuci bersih dahulu kemudian ditiris, selanjutnya dilakukan penyeragaman ukuran. Untuk mendapatkan hasil yang baik sebaiknya rempah segar dan rempah kering jangan dikeringkan dalam waktu bersamaan karena akan mempengaruhi suhu dan waktu pengeringan.

Dari hasil running test yang telah dilakukan diperoleh hasil kondisi operasi yang baik untuk digunakan dalam proses pengeringan rempah menggunakan mesin *Oven Drying Vacuum* seperti ditunjukkan dalam Tabel 2 .

Tabel 2. Kondisi pengoperasian mesin *Oven Drying Vacuum* untuk rempah Aceh.

Parameter	Satuan	Besaran
Ketebalan rempah	mm	1-3
Ukuran (Diameter/panjang) rempah	cm	2-5
Temperatur	°C	60-70
Waktu pengeringan	jam	2-4
Jarak antara rempah	mm	>5

Untuk setiap jenis rempah mempunyai kondisi operasi yang berbeda, oleh karena itu yang sangat perlu diperhatikan kondisi operasi yang ditampilkan dalam Tabel 2 diatas.

Pengujian Kualitas Bubuk Rempah Kering

Untuk mengetahui keberhasilan proses pengeringan sangat penting dilakukan pengujian kualitas bubuk rempah keringnya. Semua rempah sebelum digunakan ditimbang terlebih dahulu, kemudian setelah dicuci ditiris dan ditimbang kembali dinyatakan sebagai berat awal rempah. Setelah proses pengeringan maka rempah kering ditimbang kembali sebelum selanjutnya dilakukan proses pembubukan. Dari hasil running test diperoleh data bahwa rata-rata rempah hasil pengeringan rempah menggunakan mesin *Oven Drying Vacuum* dapat memindahkan air dari bahan berkisar 75-97% dengan kualitas warna dan aroma rempah tetap sama dengan warna dan aroma rempah segar. Hasil pengeringan rempah bandrek menggunakan mesin *Oven Drying Vacuum* ditunjukkan pada Gambar 4.



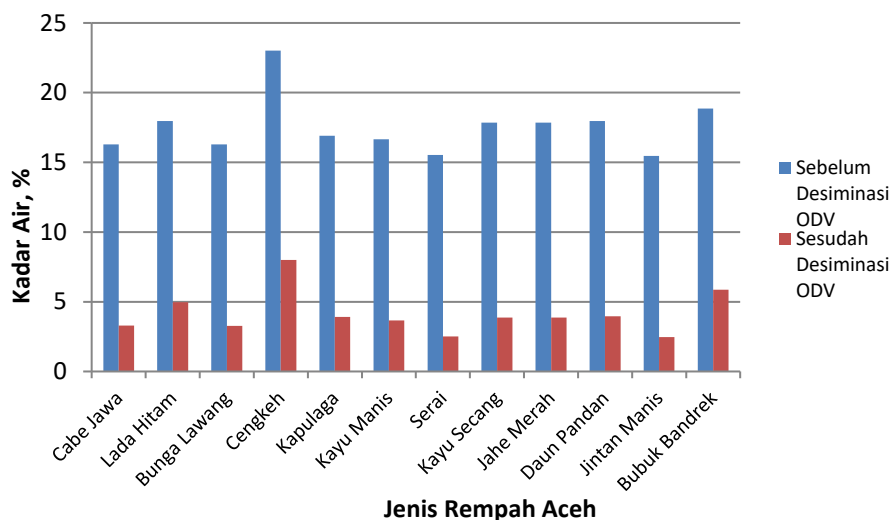
Gambar 4. Produk rempah-rempah Aceh yang telah dikeringkan menggunakan mesin *oven drying vacuum*

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa rempah-rempah hasil pengeringan tidak mengalami perubahan warna dengan testur yang sangat renyah dan garing. Rempah kering selanjutnya dilakukan proses pembubukan menggunakan mesin Miller dengan kualitas ukuran bubuk 20-180 mesh. Bubuk rempah yang dihasilkan ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Beberapa contoh bubuk rempah yang dihasilkan

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa warna bubuk rempah masih sama dengan warna rempah segarnya. Hal ini menunjukkan proses pengeringan rempah-rempah bandrek sudah berhasil dilakukan. Untuk mengetahui kualitas bubuk rempah dilakukan uji kadar air dan kadar abu bubuk rempah yang dihasilkan dengan membandingkan bubuk rempah hasil pengeringan menggunakan panas matahari dibanding dengan pengeringan menggunakan mesin Oven Dryinh Vacuum. Hasil yang diperoleh ditampilkan secara grafis dan ditunjukkan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan kualitas kadar air bubuk rempah Aceh hasil pengeringan menggunakan panas matahari (sebelum desiminasi mesin ODV) dan menggunakan mesin *Oven Drying Vacuum* (sesudah desiminasi ODV)

Dari gambar 6 dapat dilihat untuk semua rempah hasil pengeringan rempah menggunakan mesin *Oven Drying Vacuum* terbukti lebih baik dibanding dengan pengeringan menggunakan panas matahari. Hal ini menunjukkan mesin *Oven Drying Vacuum* sangat tepat diaplikasikan untuk pembuatan bubuk rempah Aceh. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari grafik pada gambar 6 dapat dijelaskan bahwa rata-rata rempah hasil pengeringan menggunakan mesin *Oven Drying Vacuum* sudah memenuhi persyaratan bubuk rempah sesuai SNI 01-3709-1995, yaitu kadar air maksimum <11%.

KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan PTDM yang telah dilakukan melalui implementasi mesin *Oven Drying Vacuum* kepada pelaku usaha bubuk bandrek siap saji di Desa Kumbang Kecamatan Syamtalira Aron Kabupaten Aceh Utara, maka dapat disimpulkan bahwa tujuan kegiatan PTDM untuk meningkatkan kualitas rempah kering bubuk bandrek tercapai dan memenuhi syarat SNI SNI 01-3709-1995 berdasarkan analisa kadar air diperoleh <11%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Elfiana *et al.*, “Desiminasi Oven Drying Vacuum (ODV) Untuk Pengeringan Rempah Bandrek Siap Saji Di Desa Kumbang Kecamatan Syamtalira Aron Kabupaten Aceh Utara,” in *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2021, vol. 5, no. 1, pp. 147–154.
- [2] I. Mawardi, H. Hanif, Z. Zaini, and Z. Abidin, “Penerapan Teknologi Tepat Guna Pascapanen Dalam Upaya Peningkatan Produktifitas Petani Kopi di Kabupaten Bener Meriah,” *CARADDE J. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 205–213, 2019.
- [3] I. Mawardi, J. Jennifar, and S. Safaruddin, “Penerapan Mesin Sortasi dalam Upaya Efisiensi Proses Produksi Kopi Gayo Sebagai Produk Unggulan Daerah Aceh Tengah,” *J. Bakti Masy. Indones.*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [4] I. Mawardi and Z. Abidin, “Inovasi Rak Pengering Sistem Knockdown Dalam Upaya Penguatan Kualitas Kopi Gayo Sebagai Produk Unggulan Daerah,” *CARADDE J. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 204–2011, 2020.

- [5] Information on <http://www.amazon.com>.
- [6] Y. Marita and I.I. Yaacob, *Advanced Materials Research* 97-101 (2010), 1360-1363.
- [7] C.J. Isham, "Topological and Global Aspects of Quantum Theory" in *Relativity, Groups and Topology II*, (eds.) B.S. deWitt and R. Stora, North-Holland, Amsterdam, 1984, 1059-1290.
- [8] C.D. Smith and E.F. Jones, "Load-Cycling in Cubic Press" in *Shock Compression of Condensed Matter-2001*, edited by M.D. Furnish et al., AIP Conference Proceeding 620, American Institute of Physics, Melville, NY, 2002, 651-654.
- [9] A. Bouketir, *Group-theoretic Quantisation on Spheres and Quantum Hall Effect* (Ph.D. Thesis, Universiti Putra Malaysia, 2000).