

Sistem mekanisasi pengendalian lepas tuai dan pemprosesan halia

(Ginger postharvest handling and processing mechanisation system)

Masniza Sairi, Badaruzzaman Mohamad Noh, Sharifah Hafiza Mohd Ramli, Hasmin Hakim Hasbullah, Wan Mohd Fariz Wan Azman, Saiful Azwan Azizan, Afiqah Aina Rahim, Asnawi Shahar, Mohamad Jani Saad, Ishak Hashim, Zainun Mohd Shafie, Ruwaida Abdul Wahid, Mohd Shahrir Azizan, Rosalizan Md Salleh, Noor Ismawaty Nordin, Sharizan Ahmad dan Teoh Chin Chuang

Kata kunci: mekanisasi, pengendalian lepas tuai dan pemprosesan, halia segar, puri halia, halia kering, penilaian prestasi, Industri Kecil dan Sederhana (IKS)

Pengenalan

Halia (*Zingiber officinale*) daripada keluarga Zingiberaceae merupakan salah satu tanaman yang ditanam di Malaysia. Halia Bentong, Taiwan dan Indonesia merupakan jenis-jenis halia yang ditanam di negara ini yang berbeza dari segi bentuk rizom, kepedasan dan kandungan air. Halia boleh digunakan dalam bentuk segar atau diproses menjadi puri atau serbuk yang digunakan secara meluas dalam produk makanan, minuman dan ubat-ubatan.

Menurut Booklet Statistik Tanaman (Sub-sektor Tanaman Makanan) 2023 oleh Jabatan Pertanian Malaysia (DOA), pada tahun 2022, Malaysia telah mengeluarkan 10,623 tan metrik halia dengan keluasan bertanam 951 hektar. Pada tahun 2023, pengeluaran dan keluasan bertanam halia di Malaysia dianggarkan meningkat masing-masing kepada 11,420 tan metrik dan 980 hektar.

Tahap kematangan halia dibahagikan kepada dua indeks iaitu halia muda (indeks 1) dan halia tua (indeks 2). Halia muda dituai pada kira-kira 4.5 – 7.0 bulan, manakala halia tua pula dituai antara 8.0 – 9.0 bulan selepas ditanam. Halia muda mempunyai rizom berwarna kuning cerah, tekstur isi pejal, lembut dan rapuh. Halia tua pula mempunyai rizom berwarna perang, tekstur isi pejal, agak berserat, tidak mudah patah dan permukaan rizom agak licin dan mengelupas. FAMA mengelaskan saiz halia tua mengikut berat: besar, L (> 300 g), sederhana, M (> 201 – 300 g) dan kecil, S (> 100 – 200 g).

Halia yang telah dituai dimasukkan ke dalam bakul plastik dan segera dibawa ke tempat pengumpulan. Ini bagi mengelakkan rizom menjadi kecut akibat terdedah kepada cuaca panas. Halia kemudiannya dibersihkan, dirawat, digred dan dibungkus sebelum dipasarkan. Halia perlu dipastikan kering dan disimpan di tempat teduh dengan pengudaraan yang baik untuk memanjangkan jangka hayatnya. *Jadual 1* menunjukkan kondisi penyimpanan dan jangka hayat halia muda dan tua.

Jadual 1. Kondisi penyimpanan dan jangka hayat halia

	Halia muda	Halia tua
Suhu (°C)	10 – 13	10 – 13
Kelembapan relatif (%)	80 – 85	65 – 75
Jangka hayat (bulan)	0.5	6.0

Halia perlu bebas daripada residu racun perosak dan memenuhi tahap kualiti fizikal yang dikehendaki oleh pasaran. Kualiti halia terbaik adalah cukup matang, segar, bersih, dirapikan dan bebas daripada sebarang kecacatan dan kerosakan fizikal. Kualiti halia yang tidak dikehendaki di pasaran adalah halia yang tidak cukup matang, tidak segar, tidak dirapikan dan mengalami kecacatan dan rosak (disebabkan oleh haiwan perosak, penyakit dan kecederaan mekanikal). Keadaan ini boleh menjejaskan jangka hayat, nutrisi dan kualiti.

Sistem mekanisasi dalam pengeluaran, pengendalian lepas tuai dan pemprosesan produk pertanian seperti halia adalah penting untuk membantu dan menggantikan tugas yang dilakukan oleh manusia di mana tugas tersebut adalah berbahaya, sukar, berulang dan kotor. Selain itu, aplikasi mekanisasi dan automasi dapat membantu aktiviti pertanian kerana umumnya pengusaha menggunakan tenaga buruh asing dalam aktiviti ini.

Penggunaan halia tidak boleh hanya bergantung kepada penggunaan secara segar memandangkan jangka hayatnya yang singkat. Sehubungan itu, alternatifnya adalah ia diproses menjadi puri halia atau halia kering yang mempunyai jangka hayat yang lebih lama dan memberi nilai tambah kepada halia.

Secara amnya, teknologi pemprosesan puri (buah-buahan dan sayur-sayuran) di Malaysia telah tersedia. Namun begitu, pemilihan teknologi, mesin atau peralatan adalah sangat luas dan terkehadapan yang memberi cabaran kepada usahawan Industri Kecil dan Sederhana (IKS) untuk memilih teknologi yang bersesuaian dan berkos efektif. Penekanan diberikan kepada pemilihan teknologi bersesuaian dengan konsep berkos efektif, bersifat mudah alih dan penggunaan ruang yang minimum.

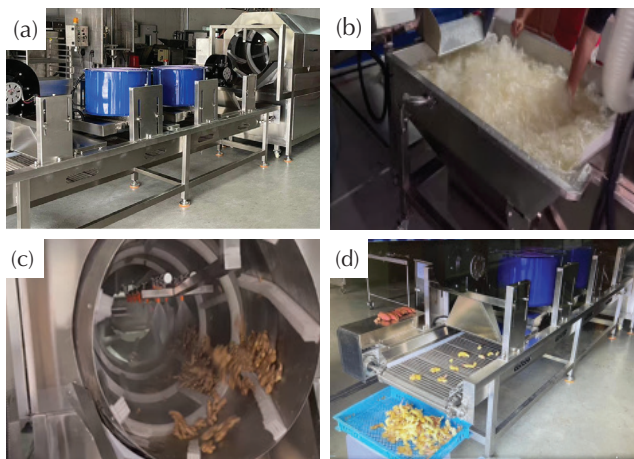
Sehubungan itu, satu Sistem Mekanisasi Pengendalian Lepas Tuai dan Pemprosesan Halia telah dibangunkan dan dinilai prestasi oleh Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, MARDI. Sistem yang dibangunkan ini disasarkan menjadi model kepada usahawan tani skala IKS untuk meneroka industri ini.

Sistem mekanisasi pengendalian lepas tuai halia

Sistem mekanisasi pengendalian lepas tuai halia memfokus kepada sistem pembersihan halia segar. Proses pembersihan bertujuan untuk membuang kekotoran seperti tanah pada rizom halia yang sekiranya dibiarkan boleh menyebabkan pencemaran mikrob dan kulat.

Sistem yang dibangunkan ini terdiri daripada tiga mesin utama iaitu mesin prapembersih rendaman, mesin pembersih dram berputar dan mesin pengering kipas (*Gambar 1*). Mesin prapembersih mempunyai kapasiti tangki 500 kg, menggunakan bekalan kuasa 410 V dan kuasa pam 4 kW. Mesin pembersih dram berputar menggunakan bekalan kuasa 410 V dan kuasa 2.25 kW. Sementara itu, mesin pengering kipas menggunakan bekalan kuasa 415 V dan kuasa 11.2 kW. Mesin ini dilengkapi dengan dua unit kipas alir-paksi (dengan pemanas) dan 10 unit kipas emparan (tanpa pemanas; meniup udara pada suhu ambien). Komponen-komponen utama sistem pembersihan halia adalah seperti dalam *Jadual 2*.

Penilaian prestasi sistem dilaksana dengan menilai kadar kerja (pembersihan) yang diukur melalui jumlah berat halia yang dibersihkan oleh seorang operator untuk suatu tempoh masa. Perbandingan kualiti halia yang dibersihkan menggunakan sistem dan secara manual semasa penyimpanan pada suhu 10 °C selama lima minggu turut dilaksanakan. Pembersihan secara mekanisasi telah dilaksanakan dengan menggunakan sistem yang dibangunkan manakala pembersihan secara manual dilaksana dengan membersihkan menggunakan tangan dan menggosok menggunakan span oleh beberapa orang operator.



Gambar 1. (a) Sistem mekanisasi pengendalian lepas tuai halia (b) Mesin prapembersih rendaman dengan pam air gelembung udara (c) Mesin pembersih dram berputar dengan berus berlingkar/pilin (d) Mesin pengering kipas

Jadual 2. Komponen utama sistem pembersihan halia

Nama mesin	Komponen utama
Mesin prapembersih rendaman	Tangki basuhan, pam air gelembung udara (<i>air bubble water pump</i>), penyampai condong (<i>inclined conveyor</i>)
Mesin pembersih dram berputar	Dram, berus berlingkar/pilin (<i>spiral brush</i>), berus bar (<i>bar brush</i>), water jet nozzle
Mesin pengering kipas	Konveyor, kipas alir-paksi (<i>axial-flow fan</i>), kipas emparan (<i>centrifugal fan</i>), pemanas, pad roller

Prestasi sistem mekanisasi pengendalian lepas tuai halia

Sistem mekanisasi pengendalian lepas tuai halia yang memfokus kepada sistem pembersihan halia segar telah menunjukkan keupayaan membersihkan sebanyak 100 kg/jam dengan seorang operator.

Penggunaan sistem pembersihan halia dimulakan dengan memasukkan halia ke dalam mesin prapembersih menggunakan pengangkut condong (*inclined conveyor*). Mesin ini menggunakan air dengan gelembung udara sebagai medium pembersihan. Perolakan gelembung udara di dalam air membolehkan halia bergerak di dalam tangki pembersihan (dari bawah ke atas dan sebaliknya) dan meningkatkan kecekapan pembersihan. Seterusnya, halia digerakkan ke mesin pembersih dram berputar menggunakan pengangkut condong. Mesin ini menggunakan air bertekanan tinggi dan dipasang dengan berus berlingkar/pilin (*spiral brush*) untuk membersihkan kekotoran di celah ruas halia. Selain itu, penggunaan berus berlingkar/pilin memudahkan halia bergerak di dalam dram dan keluar di hujung mesin. Mesin ini turut dilengkapi dengan berus bar (*bar brush*) yang dipasang bersudut tegak dengan berus berlingkar/pilin bagi mengurangkan kecederaan fizikal/mekanikal ke atas halia. Penambahbaikan reka bentuk berus dicadangkan untuk memastikan berus dapat mencapai ruas halia, sekali gus meningkatkan kecekapan pembersihan.

Halia kemudiannya dipindahkan ke mesin pengering kipas bagi menyingkirkan air di permukaan. Mesin pengering kipas ini dilengkapi dengan dua unit *roller* yang dibaluti dengan bahan/pad penyerap air untuk meningkatkan kecekapan proses pengeringan permukaan halia. Halia perlu dipastikan kering dan disimpan di kawasan dengan pengudaraan yang baik untuk memanjangkan jangka hayatnya.

Perbandingan kualiti halia yang dibersihkan menggunakan sistem dan secara manual semasa penyimpanan pada suhu 10 °C selama lima minggu menunjukkan penggunaan sistem pembersihan tidak mempamerkan kesan lebam dan berair pada sampel halia berbanding dengan pembersihan secara manual pada minggu keempat penyimpanan. Ini berkemungkinan disebabkan oleh kaedah pembersihan manual yang mengambil masa yang lama mengakibatkan sampel halia lebih lama terdedah kepada air semasa proses pembersihan.

Sistem mekanisasi pemprosesan halia

Sistem mekanisasi pemprosesan halia memfokus kepada pemprosesan puri halia dan halia kering. Puri halia dihasilkan sebagai puri halia sejuk beku atau puri halia retort yang disimpan masing-masing pada suhu sejuk beku dan suhu ambien. Sementara itu, halia kering dihasilkan sebagai kepingan halia kering atau serbuk halia. Sistem ini menyasarkan usahawan tani IKS.

Mesin-mesin yang terlibat dalam pemprosesan puri halia adalah mesin pengupas (*roller brush peeler*) (HL-1200, BR, China), mesin pengisar jenis mangkuk (*bowl chopper*) (TQ8A, TwoThousand, China), mesin pengisi (G1WG500, Kalvac, Malaysia), mesin pengedap (FRM-98011, Hualian, China), mesin penyejuk beku bagas udara (*air blast*

freezer) (E15-40, Tecnomac, Itali) dan mesin retort (STP-75Plus-OH, SnapGO, Malaysia). Komponen-komponen utama mesin adalah seperti dalam *Jadual 3*.

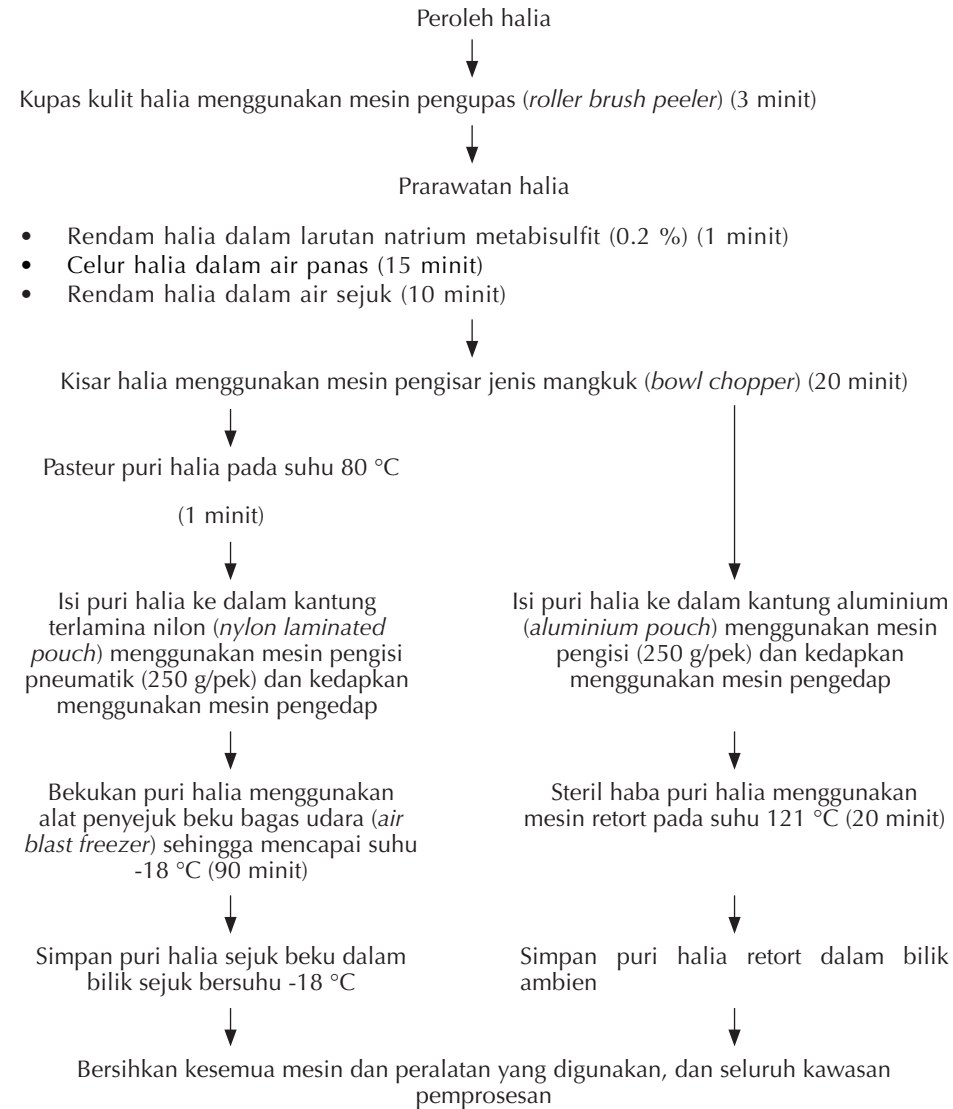
Jadual 3. Komponen utama mesin pemprosesan puri halia

Nama mesin	Komponen utama
Mesin pengupas	Ruang pengupasan, berus nilon, saluran air, ruang keluaran sisa
Mesin pengisar jenis mangkuk	Mangkuk pengisar, bilah pemotong
Mesin pengisi	Tangki suapan, unit pengisian
Mesin pengedap	Panel kawalan, unit pemanasan
Mesin penyejuk beku bagas udara	Panel kawalan, ruang penyejukbekuan
Mesin retort	Panel kawalan, ruang pemanasan

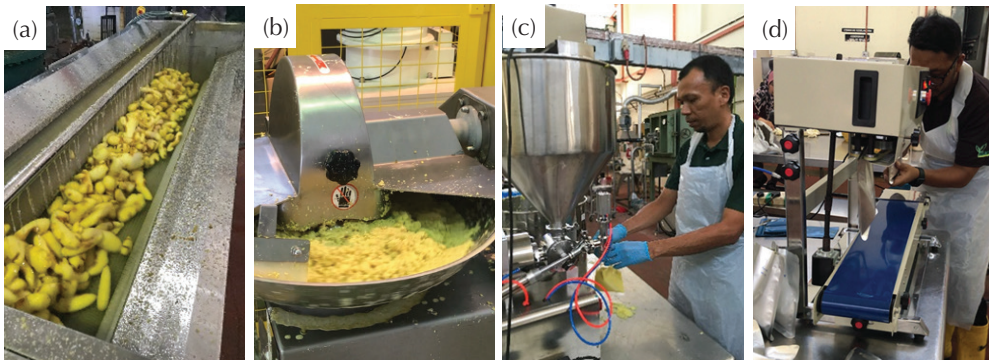
Mesin-mesin pemprosesan puri halia ini diperoleh daripada teknologi komersial tersedia di pasaran dan dinilai prestasinya berdasarkan kadar kerja setiap proses. Kaedah pemprosesan puri halia menggunakan sistem adalah seperti dalam *Carta alir 1* dan mesin-mesin pemprosesan puri halia adalah seperti dalam *Gambar 2*.

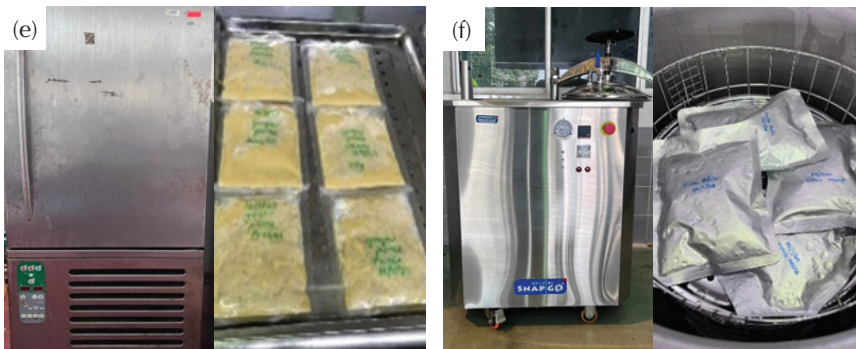
Sementara itu, mesin-mesin yang terlibat dalam pemprosesan halia kering adalah mesin penghiris (XSJ-SC003, Xinshijia, China), mesin pengering gelombang mikro berterusan (*continuous microwave dryer*) (20 kW, Shandong Shine Machinery Co. Ltd., China), mesin pengisar (*pulverizer*) (Millpower Pvt Ltd, India) dan mesin pengedap (FRM-98011, Hualian, China). Mesin pengering gelombang mikro berterusan mempunyai kapasiti pemprosesan 3 – 50 kg/jam, kuasa 20 kW, voltan 415 V dan frekuensi 50 Hz. Mesin pengisar mempunyai kapasiti pemprosesan 22 – 50 kg/jam. Komponen-komponen utama mesin-mesin pemprosesan halia kering adalah seperti *Jadual 4*.

Mesin-mesin ini turut diperoleh daripada teknologi komersial tersedia di pasaran dan dinilai prestasinya. Prestasi mesin dinilai berdasarkan kadar kerja setiap proses. Parameter proses pengeringan menggunakan mesin pengering gelombang mikro berterusan berkuasa 20 kW ini adalah menggunakan tetapan suhu pengeringan 70 °C sehingga hirisan halia mencapai kandungan lembapan (*moisture content*) antara 5 – 10%. Kaedah pemprosesan halia kering menggunakan sistem adalah seperti dalam *Carta alir 2* dan mesin-mesin pemprosesan halia kering adalah seperti dalam *Gambar 3*.



Carta alir 1. Pemprosesan puri halia

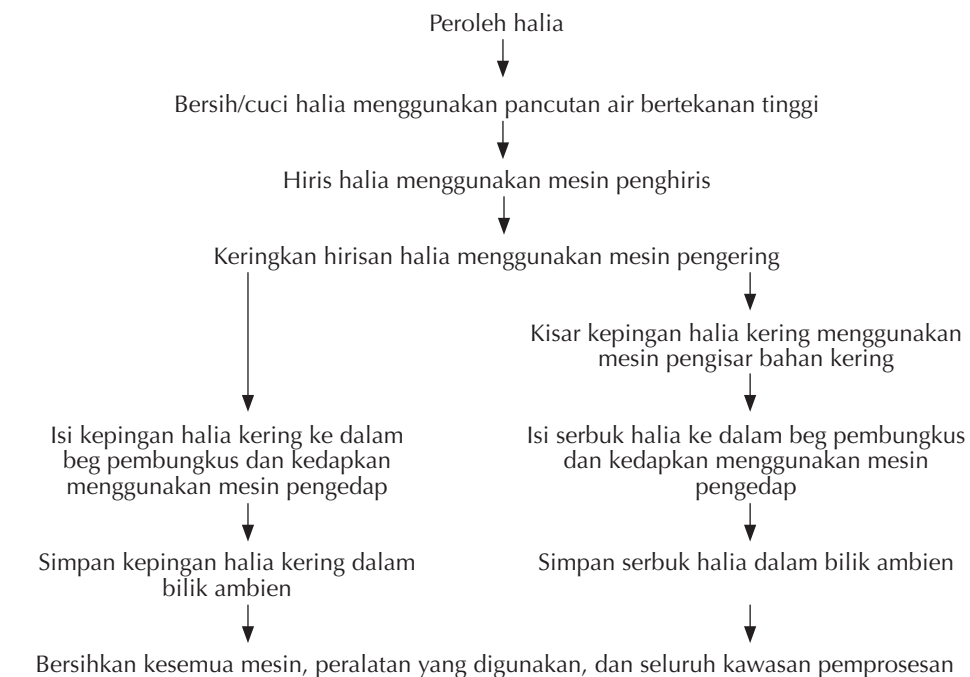




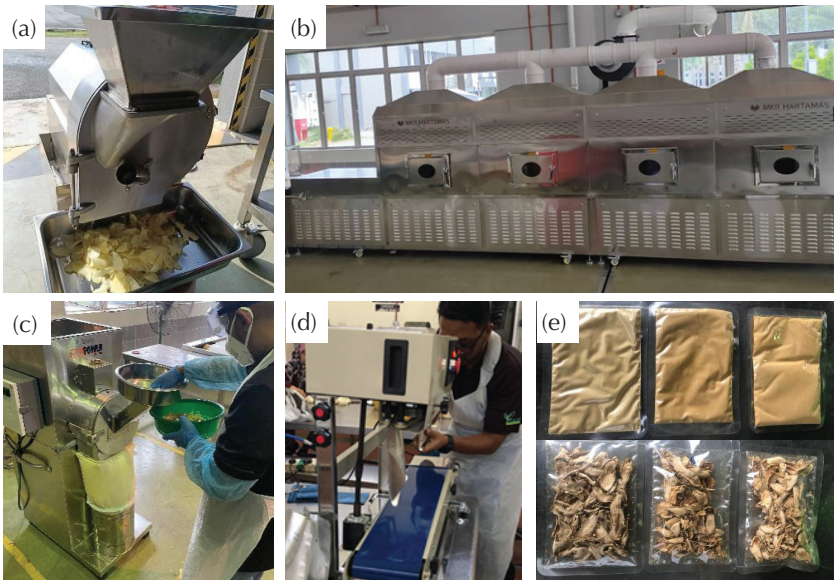
Gambar 2. Sistem mekanisasi pemrosesan puri halia yang terdiri daripada (a) Mesin pengupas (b) Mesin pengisar (c) Mesin pengisi (d) Mesin pengedap (e) Mesin penyejuk beku bagas udara bersama puri halia sejuk beku dan (f) Mesin retort bersama puri halia retort

Jadual 4. Komponen utama mesin pemrosesan halia kering

Nama mesin	Komponen utama
Mesin penghiris	Tangki suapan, bilah pemotong, ruang keluaran produk
Mesin pengering gelombang mikro berterusan	Panel kawalan, konveyor, ruang pemanasan/pengeringan, penjana gelombang mikro (<i>microwave generator</i>)
Mesin pengisar	Tangki suapan, ruang pengisaran, bilah pemotong, ruang keluaran produk
Mesin pengedap	Panel kawalan, unit pemanasan



Carta alir 2. Pemrosesan halia kering



Gambar 3. Sistem mekanisasi pemprosesan halia kering yang terdiri daripada (a) Mesin penghiris (b) Mesin pengering (c) Mesin pengisar bahan kering (d) Mesin pengedap dan (e) Produk halia kering (serbuk dan kepingan)

Prestasi sistem mekanisasi pemprosesan halia

Sistem mekanisasi pemprosesan puri halia berupaya memproses 100 kg halia/kelompok pemprosesan untuk tempoh 8 jam operasi dan menghasilkan 60 kg puri halia beku atau retort. Prestasi mesin-mesin pemprosesan puri halia ditunjukkan seperti dalam *Jadual 5*. Mesin penyejuk beku bagas udara dan mesin retort dengan kadar pemprosesan 27 pek/jam (6.75 kg/jam) dan 30 kg/jam, masing-masing, merupakan unit operasi pengehad dalam pemprosesan puri halia. Oleh itu, unit tambahan mesin penyejuk beku bagas udara dan mesin retort disarankan bagi mengurangkan masa menunggu pemprosesan, seterusnya memastikan kualiti produk dikekalkan sepanjang proses. Pemprosesan puri halia menggunakan kaedah retort dan sejuk beku menunjukkan kestabilan pada ciri fizikokimia seperti pH, kandungan pepejal terlarut dan kandungan lembapan sepanjang tempoh penyimpanan 60 hari (*Jadual 6*). Kedua-dua puri halia berpotensi untuk dipasarkan sebagai puri sejukbeku dan puri retort.

Jadual 5. Prestasi sistem mekanisasi pemprosesan puri halia

Nama mesin	Kadar kerja
Mesin pengupas	360 kg/jam
Mesin pengisar jenis mangkuk	60 kg/jam
Mesin pengisi	120 pek/jam
Mesin pengedap	1,200 pek/jam
Mesin penyejuk beku bagas udara	27 pek/jam
Mesin retort	30 kg/jam

Jadual 6. Ciri fizikokimia puri halia retort dan sejuk beku

Penyimpanan (hari)	Sampel	pH	Kandungan pepejal terlarut ($^{\circ}$ Brix)	Kandungan lembapan (%)
0	Halia segar	6.54 ± 0.01	2.85 ± 0.05	89.5 ± 2.12
	Puri halia sejuk beku	5.90 ± 0.03	3.88 ± 0.12	91.5 ± 0.70
	Puri halia retort	5.66 ± 0.02	4.00 ± 0.32	91.5 ± 0.08
60	Puri halia sejuk beku	5.55 ± 0.04	2.67 ± 0.10	91.6 ± 1.23
	Puri halia retort	5.85 ± 0.11	3.00 ± 0.10	89.2 ± 2.18

Sementara itu, sistem mekanisasi pemprosesan halia kering menghasilkan hirisan halia kering, atau serbuk halia. Mesin pengering gelombang mikro berterusan berupaya mengeringkan 10 kg halia/jam. Mesin ini beroperasi berdasarkan prinsip interaksi gelombang mikro dengan molekul air di dalam hirisan halia. Medan elektromagnet gelombang mikro menyebabkan molekul air yang bersifat polar bergetar secara berulang, menghasilkan haba melalui geseran dalaman. Haba yang terhasil secara volumetrik ini menyebabkan pemanasan berlaku dari dalam produk, lalu mendorong penyejatan lembapan ke permukaan dan mempercepatkan proses pengeringan dari dalam ke luar bahan.

Kandungan lembapan awal dan akhir hirisan halia masing-masing adalah sekitar 89% dan 6%, dengan masa pengeringan 30 minit. Mesin pengering gelombang mikro berterusan ini mempunyai kadar pengeringan 166% sejam. Selain itu, pemprosesan halia kering dapat ditingkatkan apabila menggunakan mesin pengering gelombang mikro berterusan di mana mesin ini mampu mengeringkan sebanyak 60 kg hirisan halia dalam tempoh masa 6 jam berbanding dengan pengering kabinet yang memerlukan tempoh masa yang sama untuk mengeringkan hanya 20 kg hirisan halia. Prestasi mesin-mesin pemprosesan halia kering ditunjukkan seperti dalam *Jadual 7*. Mesin pengering gelombang mikro berterusan merupakan unit operasi penghad dalam pemprosesan halia kering. Oleh itu, untuk 8 jam operasi pemprosesan sehari, 50 – 60 kg halia/kelompok pemprosesan disarankan dengan turut mengambil kira tempoh masa untuk proses penghirisan dan pengisaran.

Jadual 7. Prestasi sistem mekanisasi pemprosesan halia kering

Nama mesin	Kadar kerja
Mesin penghiris	350 kg/jam
Mesin pengering gelombang mikro berterusan	10 kg/jam
Mesin pengisar	22 – 50 kg/jam

Kesimpulan

Penyelidikan ini memfokus kepada pembangunan dan penilaian prestasi Sistem Mekanisasi Pengendalian Lepas Tuai dan Pemprosesan Halia. Sistem mekanisasi pengendalian lepas tuai halia memfokus kepada sistem pembersihan halia yang terdiri daripada tiga mesin utama: mesin prapembersih rendaman, mesin pembersih dram berputar dan mesin pengering kipas untuk pembersihan halia segar. Sementara itu, sistem mekanisasi pemprosesan halia memfokus kepada pemprosesan puri halia dan halia kering; menasaskan usahawan tani Industri Kecil dan Sederhana (IKS). Mesin pengupas, mesin pengisar jenis mangkuk, mesin pengisi, mesin pengedap, mesin penyejuk beku bagas udara dan mesin retort adalah mesin-mesin yang terlibat dalam pemprosesan puri halia. Mesin penghiris, mesin pengering gelombang mikro berterusan dan mesin pengisar adalah mesin-mesin yang terlibat dalam pemprosesan halia kering. Sistem mekanisasi pengendalian lepas tuai halia mempamerkan kadar kerja (pembersihan) sebanyak 100 kg/jam untuk seorang operator. Halia dibersihkan menggunakan air di dalam mesin prapembersih rendaman dan mesin pembersih dram berputar sebelum penyingkiran air di permukaan halia menggunakan mesin pengering kipas. Sementara itu, sistem mekanisasi pemprosesan puri halia berupaya memproses 100 kg halia/kelompok pemprosesan dan menghasilkan 60 kg puri halia beku atau retort. Sistem mekanisasi pemprosesan halia kering menghasilkan hirisan halia kering atau serbuk halia. Mesin pengering gelombang mikro berterusan berupaya mengeringkan 10 kg halia/jam. Sistem mekanisasi pengendalian lepas tuai dan pemprosesan halia yang dibangunkan menunjukkan potensi kepada pengeluaran halia segar dan produk berasaskan halia untuk pengembangan pasaran.

Penghargaan

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada MARDI untuk dana penyelidikan Projek Pembangunan RMK-12 (P-RM521) dan penggunaan fasiliti penyelidikan.

Bibliografi

- Agrwal, Y. C., Hiran, A., & Galundia, A. S. (1987). Ginger peeling machine parameters. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 18, 59–62.
- Ambrose, D. C. P., & Annamalai, S. J. K. (2013). Development of a manually operated root crop washer. *African Journal of Agricultural Research*, 8, 3097–3101.
- Hasbullah, H. H., Md Salleh, R., Ahmad, S., et al. (2024). Drying of ginger using continuous microwave dryer, *National Conference on Agricultural and Food Mechanisation (NCAFM) 2024*, Melaka, 27–29 Feb. 2024.
- Jabatan Pertanian Malaysia (2023). Booklet Statistik Tanaman (Sub-sektor Tanaman Makanan) 2023, DOA, Putrajaya.
- Lembaga Pemasaran Pertanian Persekutuan (2008). Siri Panduan Kualiti 36 Jenis Komoditi Sayur-sayuran dan Buah-buahan, FAMA, Batu Caves, Selangor.

- Mohamad Noh, B., Nordin, N. I., Sairi, M., *et al.* (2024). Sistem mekanisasi pembersihan dan rawatan halia segar. *Buletin Teknologi MARDI*, 41, 161–173.
- Mohd Ramli, S. H., Saari, S. B., Azizan, S.A., *et al.* (2024). Evaluation of process efficiency in ginger puree processing, *International Conference on Agritechnology & Bioprocessing Innovation (ICAgBio) 2024*, Johor, 24-25 Sept. 2024.

Ringkasan

Artikel ini membincangkan pembangunan dan penilaian prestasi Sistem Mekanisasi Pengendalian Lepastuai dan Pemprosesan Halia yang merangkumi Sistem Mekanisasi Pembersihan Halia dan Sistem Mekanisasi Pemprosesan Puri Halia dan Halia Kering oleh Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, MARDI. Sistem Mekanisasi Pembersihan Halia memfokus halia segar, manakala Sistem Mekanisasi Pemprosesan Puri Halia dan Halia Kering memfokus kepada teknologi penghasilan produk halia berkos efektif sebagai model kepada usahawan tani skala Industri Kecil dan Sederhana (IKS) untuk meneroka industri ini. Sistem Mekanisasi Pembersihan Halia digunakan dalam proses pembersihan bagi memanjangkan jangka hayat halia yang bermanfaat untuk pasaran segar. Sistem Mekanisasi Pemprosesan Puri Halia dan Halia Kering digunakan untuk meningkatkan produktiviti dan kualiti produk halia yang mempunyai potensi pasaran lebih besar. Penilaian prestasi telah dilaksanakan bagi kedua-dua sistem ini dari aspek kadar kerja, dan penilaian kesan sistem terhadap kualiti produk.

Summary

The article discusses the development and performance evaluation of a Ginger Postharvest Handling and Processing Mechanisation System, including a Ginger Cleaning Mechanisation System and a Ginger Puree and Dried Ginger Process Mechanisation System by the Engineering Research Centre, MARDI. The Ginger Cleaning Mechanisation System focuses on fresh ginger for the fresh market. In contrast, the Ginger Puree and Dried Ginger Process Mechanisation System focuses on cost-effective ginger product production technology as a model for Small and Medium Enterprises (SMEs) to explore this industry. The Ginger Cleaning Mechanisation System discusses the cleaning process to extend the shelf life of ginger for the fresh market. The Ginger Puree and Dried Ginger Process Mechanisation System increases ginger products' productivity and quality, exhibiting more significant market potential. Performance evaluations have been carried out for these two systems, including the processing rate and assessing the system's impact on product quality.

Pengarang

Masniza Sairi (Ts. Dr.)

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: masniza@mardi.gov.my

Badaruzzaman Mohamad Noh (Dr.), Sharifah Hafiza Mohd Ramli, Hasmin Hakim Hasbullah, Wan Mohd Fariz Wan Azman, Saiful Azwan Azizan, Afiqah Aina Rahim, Asnawi Shahar, Mohamad Jani Saad (Dr.), Ishak Hashim, Zainun Mohd Shafie (Dr.), Ruwaida Abdul Wahid, Mohd Shahrir Azizan (Ts.) dan Teoh Chin Chuang (Dr.)

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Rosalizan Md Salleh (Dr.)

Pusat Penyelidikan Tanaman Industri, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Noor Ismawaty Nordin

Pusat Urus Tadbir dan Perundangan, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Sharizan Ahmad

Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan

Ibu Pejabat MARDI Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor