

Sistem kejuruteraan lepas tuai dan pemprosesan tembikai

(Watermelon postharvest and process engineering system)

Masniza Sairi, Zainun Mohd Shafie, Badaruzzaman Mohamad Noh, Wan Mohd Fariz Wan Azman, Hasmin Hakim Hasbullah, Saiful Azwan Azizan, Afiqah Aina Rahim, Nur Azlin Razali dan Teoh Chin Chuang

Pengenalan

Industri buah-buahan Malaysia telah berkembang pesat sejak beberapa dekad kebelakangan ini berikutan peningkatan permintaan tempatan dan global, selain usaha kerajaan melalui pelbagai inisiatif dan dasar seperti Dasar Agromakanan Negara 2.0 (DAN 2.0). Kebelakangan ini, Malaysia telah memfokus ke arah peningkatan pengeluaran buah-buahan premium untuk tujuan eksport, selain untuk pasaran tempatan. Tembikai atau nama saintifiknya *Citrullus lanatus* merupakan salah satu komoditi pertanian terpilih bawah kategori buah-buahan premium di Malaysia. Pada tahun 2021, keluasan tanaman tembikai di Malaysia ialah 9,248 hektar dengan pengeluaran 135,903 tan metrik. Tembikai merupakan eksport buah tertinggi pada tahun 2020 iaitu sebanyak 45,300 tan metrik. Eksport utama tembikai adalah ke Singapura, China, Jepun dan Timur Tengah.

Syarat utama bagi syarikat/pengeksporth untuk mengeksport tembikai adalah keperluan memperoleh sijil fitosanitasi. Antara kriteria yang perlu dipatuhi bagi memperoleh sijil tersebut adalah buah tembikai perlu bersih dan tidak tercemar dengan tanah/biji benih rumpai. Daripada tinjauan lapangan ke syarikat pengeksporth tembikai, didapati kebiasaannya tembikai hanya dilap dengan kain lembap. Ini menyebabkan risiko pencemaran silang. Kajian terdahulu oleh pasukan penyelidik dari University of Georgia, Amerika Syarikat menunjukkan kehilangan lepas tuai *cantaloupe* (keluarga: Cucurbitacea, sama seperti tembikai) didominasi oleh pencemaran mikrobial.

Secara umum, tembikai yang dieksporth bersaiz 4 – 12 kg/biji. Tinjauan di syarikat pengeksporth tembikai mendapati seramai tujuh orang pekerja asing digunakan untuk kerja-kerja pembersihan dan pengelasan saiz tembikai. Saiz tembikai yang besar dan berat berisiko menyebabkan kecederaan fizikal kepada operator semasa proses pembersihan dan pengelasan saiz tembikai secara manual.

Industri robotik dibangunkan untuk membantu dan menggantikan tugas yang dilakukan oleh manusia di mana tugas tersebut adalah berbahaya, memerlukan ketepatan tinggi, berulang dan kotor. Dalam beberapa dekad lalu, penyelidikan telah dijalankan ke atas aplikasi robot dalam pertanian seperti aktiviti di dalam rumah hijau, aktiviti penuaian, aktiviti pengendalian lepas tuai produk pertanian dan aktiviti pemprosesan makanan.

Aplikasi robot dapat membantu dalam aktiviti pengendalian lepas tuai produk pertanian kerana umumnya pengusaha menggunakan tenaga buruh asing dalam aktiviti ini. Sistem lengan robot dapat membantu mengendalikan buah tembikai yang berat dan sukar dikendalikan secara manual dalam aktiviti pengelasan saiz.

Sehubungan itu, satu Sistem Kejuruteraan Lepas tuai Tembikai yang merangkumi Sistem Pembersihan Tembikai dan Sistem Pengelasan Saiz Tembikai yang memfokus untuk pasaran eksport telah dibangunkan oleh Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, MARDI.

Penggunaan tembikai tidak boleh hanya bergantung kepada penggunaan secara segar atau dimakan terus memandangkan jangka hayat tembikai yang singkat. Tambahan pula, sekiranya pengeluaran tembikai ditingkatkan bagi meningkatkan pendapatan petani, kebarangkalian untuk berlaku isu lambakan adalah tinggi dan perancangan penyelesaian di peringkat awal perlu diketengahkan. Sehubungan itu, tembikai dicadangkan diproses menjadi puri. Umumnya, puri tembikai digunakan untuk menghasilkan minuman dan makanan berasaskan tembikai.

Puri tembikai perlu diproses dengan kaedah yang betul dan bersih bagi memanjangkan jangka hayat simpanannya. Penghasilan puri tembikai bermula dengan proses pengasingan isi buah daripada kulit, diikuti proses pengekstrakan/pengisaran isi tembikai, seterusnya proses penapisan, pempasteuran dan penyimpanan puri tembikai.

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, MARDI telah membangunkan satu Sistem Kejuruteraan Pemprosesan Puri Tembikai yang berkos efektif sebagai model kepada usahawan tani skala Industri Kecil dan Sederhana (IKS) untuk meneroka industri penghasilan puri tembikai. Sistem ini merangkumi proses pengupasan, pengekstrakan dan pempasteuran. Secara amnya, teknologi pemprosesan puri buah-buahan telah wujud dan lengkap. Namun begitu, industri puri tembikai di Malaysia masih baharu dan berpotensi besar untuk dikomersialkan/diterokai. Pemilihan teknologi, mesin atau peralatan adalah sangat luas dan terkehadapan yang memberi cabaran kepada usahawan 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. Dengan adanya sistem ini, ia mampu mempelbagaikan produk pertanian tempatan yang berpotensi untuk dieksport ke luar negara di samping meningkatkan pendapatan usahawan tani melalui peningkatan permintaan pengeluaran tembikai.

Sistem pembersihan dan pengelasan saiz tembikai

Komponen utama sistem pembersihan dan pengelasan saiz tembikai terdiri daripada *roller conveyor*, panel kawalan, ruang masukan buah, ruang pembersihan, ruang pengeringan, ruang penimbangan, lengan robot dan meja pengelasan saiz (*Gambar 1*).

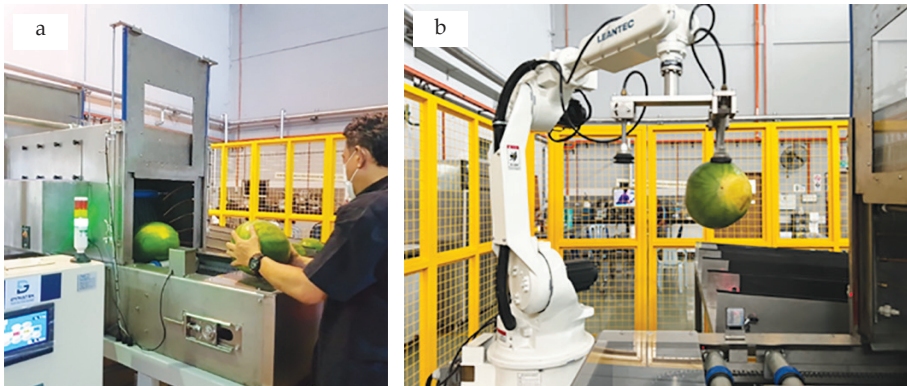
Tembikai diletakkan di atas *roller conveyor* di bahagian ruang masukan dan digerakkan oleh *roller conveyor* ke dalam



Gambar 1 Sistem pembersihan dan pengeluaran saiz tembikai yang dibangunkan oleh MARDI

ruang pembersihan dengan mekanisme pemberusan bagi proses pembersihan dan sanitasi menggunakan air dan larutan *sodium hypochlorite* (air berklorin) 250 ppm, masing-masing [Gambar 2 (a)]. Seterusnya, tembikai digerakkan oleh *roller conveyor* ke ruang pengeringan bagi menyejatkan air yang terdapat pada permukaan kulit buah dengan menggunakan udara termampat. Tembikai kemudiannya dibawa ke ruang penimbangan untuk menimbang berat buah menggunakan sel beban (*load cell*) bagi menentukan kategori saiz tembikai berdasarkan Malaysian Standard MS: 1028 (2005) (Jadual 1).

Sistem akan menghantar maklumat berat tembikai kepada lengan robotik. Jika berat tembikai kurang daripada 6 kg, lengan robotik akan mengangkat buah menggunakan satu unit *vacuum suction cup*. Jika berat tembikai melebihi 6 kg, lengan robotik akan mengangkat buah menggunakan dua unit *vacuum*



Gambar 2. (a) Sistem pembersihan tembikai dan (b) Lengan robot memindahkan tembikai dari ruang penimbangan ke meja pengelasan saiz

Jadual 1. Kategori saiz tembikai

| Saiz | Berat (kg) |
|-------------------------------------|-------------|
| Sangat besar (<i>extra large</i>) | ≥ 8.00 |
| Besar (<i>large</i>) | 6.00 – 7.99 |
| Sederhana (<i>medium</i>) | 4.00 – 5.99 |
| Kecil (<i>small</i>) | 2.00 – 3.99 |

suction cup. Lengan robotik memindahkan tembikai dari ruang penimbangan ke meja pengelasan saiz mengikut kategori saiz buah [Gambar 2 (b)].

Tembikai yang telah digred dimasukkan ke dalam kotak fiber beralun [*corrugated fibre board* (CFB)] dengan berat maksimum 15 kg/kotak. Kotak-kotak tersebut diangkut daripada meja pengelasan saiz ke bilik sejuk untuk penyimpanan. Ruang bilik sejuk disetkan kepada suhu 10 °C dengan kelembapan relatif 65 – 70 %.

Penilaian kualiti tembikai

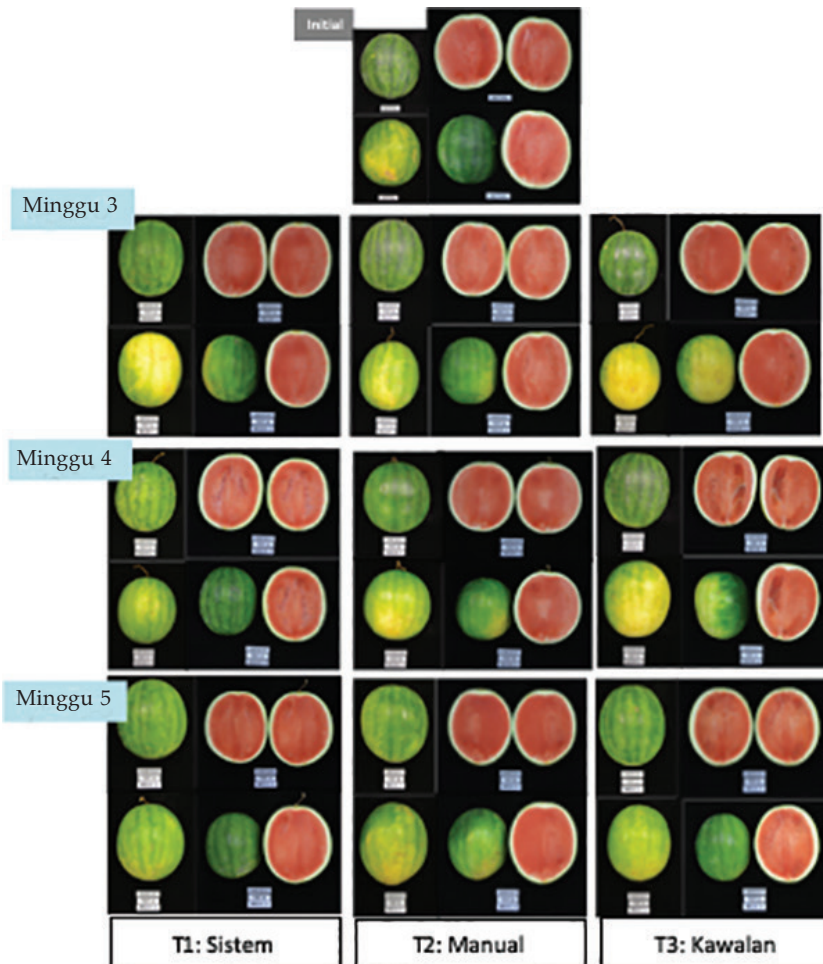
Penilaian kesan sistem pembersihan tembikai terhadap kualiti tembikai dijalankan dengan menyimpan tiga set sampel tembikai (T1: Pembersihan oleh sistem; T2: Pembersihan manual; T3: Kawalan) pada suhu persekitaran 25 °C selama lima minggu dengan pensampelan mingguan. Sampel kawalan adalah sampel tanpa proses pembersihan. Sementara itu, penilaian kesan *vacuum suction cup* pada lengan robotik terhadap kualiti tembikai dijalankan dengan menyimpan dua set sampel tembikai (T1: Kawalan; T2: Lengan robotik) pada suhu 25 °C selama empat minggu dengan pensampelan mingguan. Sampel kawalan adalah sampel yang dikendalikan secara manual semasa proses pengelasan saiz.

Prestasi sistem pembersihan dan pengelasan saiz tembikai

Penggunaan sistem pembersihan dan pengelasan saiz tembikai berupaya memproses tembikai sebanyak 100 – 120 biji/jam. Sistem pembersihan tembikai mempamer kecekapan pembersihan sebanyak 90% di mana penambahbaikan reka bentuk berus dicadangkan untuk memastikan berus dapat mencapai bahagian hujung buah, sekali gus meningkatkan kecekapan pembersihan.

Penggunaan sistem pembersihan tembikai ke atas kualiti luaran dan dalaman tembikai semasa penyimpanan (Gambar 3) didapati tidak menyebabkan kecederaan mekanikal terhadap tembikai berbanding dengan tembikai yang dibasuh secara manual mempunyai kesan lebam yang lebih ketara selepas tiga minggu penyimpanan dan jangkitan kulat kelihatan ketara pada buah kawalan. Sementara itu, proses pembersihan tidak memberi perbezaan yang ketara untuk warna isi buah tembikai, ketegaran endokarp dan peratus kehilangan berat untuk ketiga-tiga rawatan. Selain itu, penambahan air berklorin 250 ppm semasa proses sanitasi boleh memanjangkan hayat penyimpanan tembikai sehingga minggu kelima. Kajian terdahulu turut membuktikan proses sanitasi dapat memanjangkan tempoh simpanan tembikai dan *cantaloupe*.

Ujian mikrob ke atas sistem pembersihan tembikai sebelum proses pembersihan menunjukkan kehadiran koloni yis dan kulapuk pada permukaan sentuhan makanan. Oleh itu, proses sanitasi permukaan sistem yang bersentuhan dengan tembikai (*conveyor*, sel beban, *suction cup* dan meja pengelasan saiz) sebelum



Gambar 3. Penampilan visual kesan sistem pembersihan tembikai terhadap kualiti tembikai pada suhu persekitaran 25 °C selama lima minggu

memulakan operasi adalah dicadangkan. Selain itu, ujian mikrob membuktikan bahawa sistem pembersihan tembikai berjaya mengurangkan kiraan jumlah plat [*total plate count (TPC)*], yis dan kulapuk serta koliform.

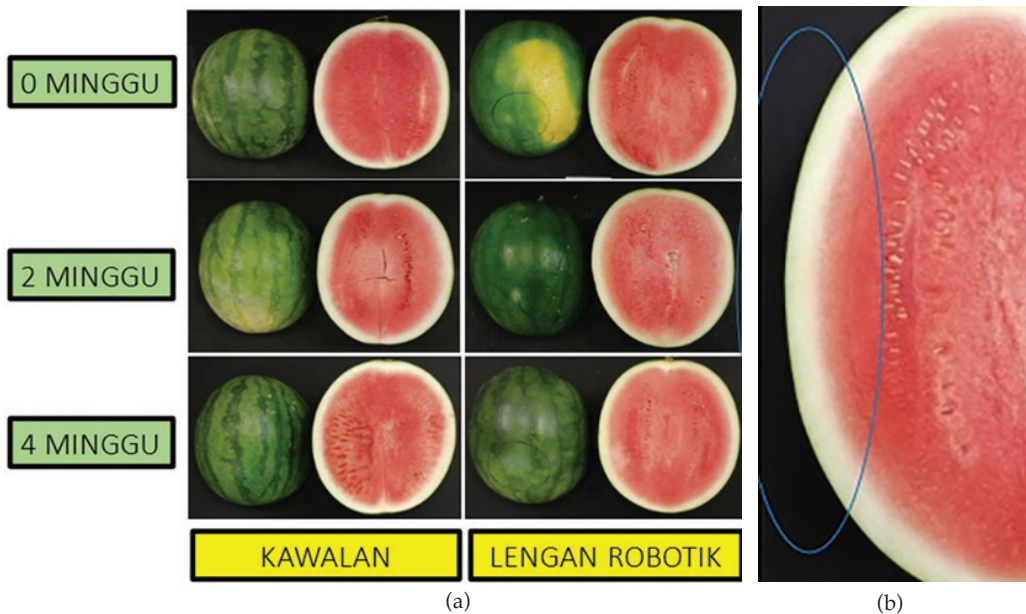
Sementara itu, sistem pengelasan saiz tembikai mempamerkan kecekapan pengelasan saiz sebanyak 100% di mana lengan robotik berupaya memindahkan tembikai dari ruang penimbangan ke meja pengelasan saiz mengikut kategori saiz buah dengan tepat. Kesan aplikasi lengan robotik dengan vacuum suction cup semasa proses pengelasan saiz terhadap kualiti dan jangka hayat simpanan tembikai turut dikaji seperti dalam *Jadual 2* dan *Gambar 4*. Setelah empat minggu penyimpanan pada suhu 25 °C, kulit tembikai yang bersentuhan dengan vacuum suction cup lengan robotik tidak mempamerkan sebarang kecederaan fizikal (seperti simptom lebam serta jangkitan kulat pada tangkai dan permukaan buah). Selain itu, aplikasi lengan robotik dengan vacuum suction cup semasa proses pengelasan saiz tidak memberi

kesan ketara terhadap warna dan ketegaran isi tembikai dan sifat fiziko-kimia (seperti jumlah pepejal terlarut, jumlah keasidan tertitrat dan kandungan asid askorbik) jika dibandingkan dengan sampel kawalan.

Jadual 2. Kesan aplikasi lengan robotik dengan suction cup terhadap kualiti dan jangka hayat simpanan tembikai semasa empat minggu penyimpanan pada suhu 25 °C

| Ciri-ciri | Minggu | Kawalan | Lengan robotik |
|-------------------------------------|--------|---------|----------------|
| Lebam | 0 | + | + |
| | 2 | ++ | + |
| | 4 | + | + |
| Jangkitan kulat pada tangkai | 0 | - | - |
| | 2 | - | - |
| | 4 | - | - |
| Jangkitan kulat pada permukaan buah | 0 | - | - |
| | 2 | - | + |
| | 4 | - | - |
| Penerimaan keseluruhan | 0 | 5 | 5 |
| | 2 | 5 | 4 |
| | 4 | 3 | 3 |

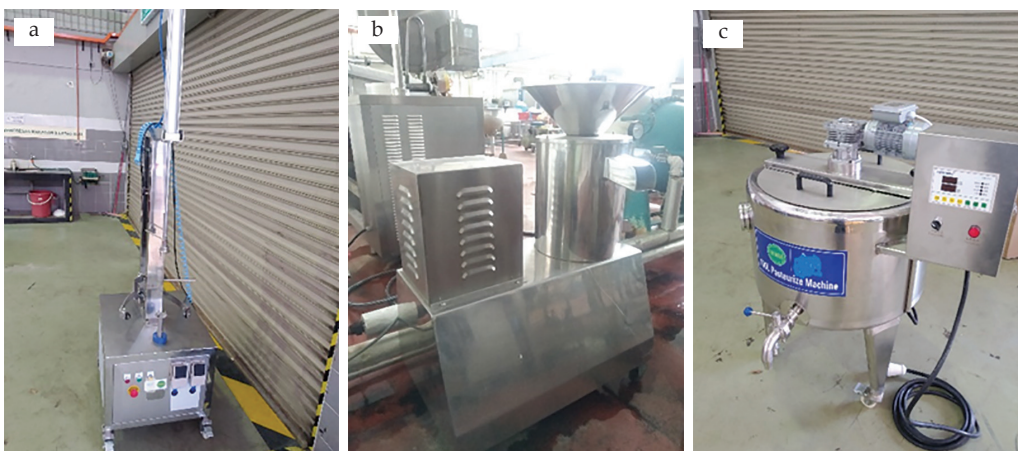
Singkatan: Skor simptom berdasarkan setiap buah (n = 3): negatif = tiada kesan; + = terjejas sedikit; ++ = terjejas sederhana; +++ = terjejas teruk; Penilaian penerimaan keseluruhan: 5 = sangat baik, 4 = baik, 3 = boleh diterima, 2 = kurang memuaskan, 1 = tidak memuaskan



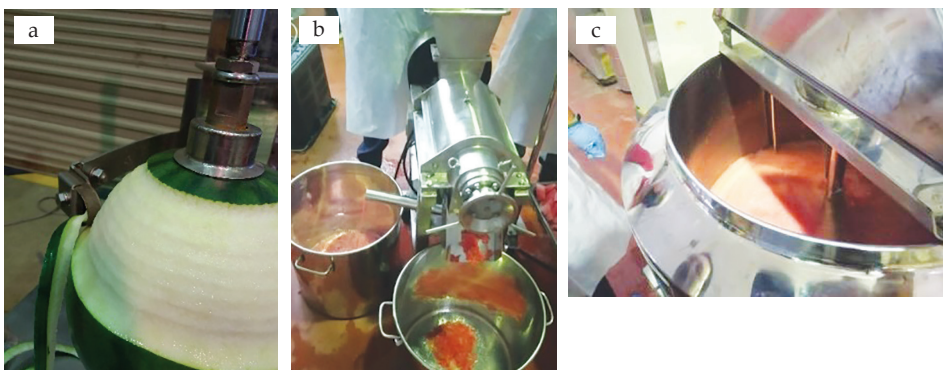
Gambar 4. (a) Penampilan visual kesan aplikasi lengan robotik dengan suction cup terhadap kualiti dan jangka hayat simpanan tembikai semasa empat minggu penyimpanan pada suhu 25 °C dan (b) Bulatan menunjukkan tiada kesan suction cup pada kulit tembikai

Sistem pemrosesan puri tembikai

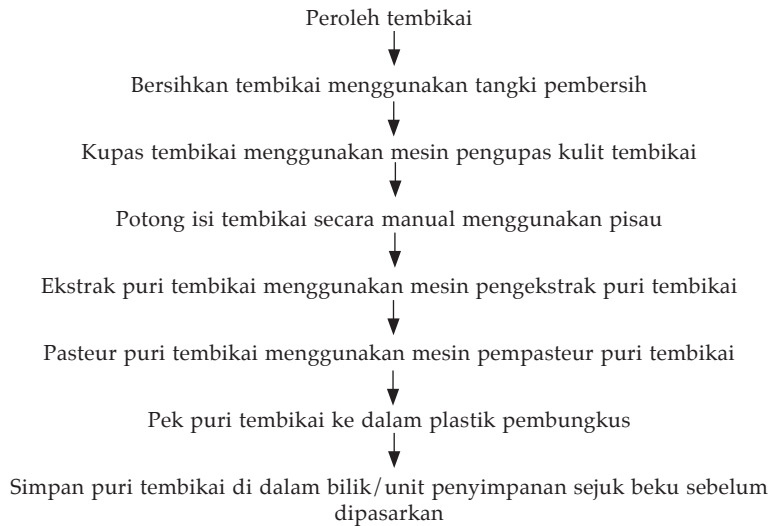
Sistem pemrosesan puri tembikai terdiri daripada mesin pengupas kulit tembikai (Model TS-P80, Tengsheng Machinery, China), mesin pengestrak puri tembikai (Model DRB-MN130, Daribo, China) dan mesin pempasteur puri tembikai (Model 100 L, Gems, China) (*Gambar 5*). Sistem ini diperoleh daripada teknologi komersial tersedia di pasaran dan dinilai prestasinya. Komponen utama mesin pengupas kulit tembikai ialah panel kawalan, bilah pemotong dan pemegang buah. Komponen utama mesin pengestrak puri tembikai adalah ruang pengestrakan berpenapis. Sementara itu, komponen utama mesin pempasteuran puri tembikai adalah panel kawalan, unit pemanas dan unit penggaul. Penilaian prestasi sistem dijalankan berdasarkan kecekapan pengupasan, pengestrakan dan pempasteuran. Kaedah pemrosesan puri tembikai menggunakan sistem adalah seperti dalam *Carta alir 1*. Sementara itu, proses pengupasan kulit tembikai, proses pengestrakan puri tembikai dan proses pempasteuran puri tembikai ditunjukkan masing-masing seperti dalam *Gambar 6(a)*, *(b)* dan *(c)*.



Gambar 5. Sistem pemrosesan puri tembikai yang terdiri daripada. (a) Mesin pengupas kulit tembikai, (b) Mesin pengestrak puri tembikai dan (c) Mesin pempasteur puri tembikai



Gambar 6. (a) Proses pengupasan kulit tembikai, (b) Proses pengestrakan puri tembikai dan (c) Proses pempasteuran puri tembikai



Carta alir 1. Pemprosesan puri tembikai

Prestasi sistem pemprosesan puri tembikai

Proses pengupasan tembikai memerlukan masa 52.84 ± 9.33 s/ buah termasuk proses pengendalian manual untuk memasukkan dan mengeluarkan tembikai pada pemegang. Mesin pengupas tembikai mempamerkan kecekapan pengupasan sebanyak $77.43\% \pm 2.44\%$ bergantung kepada saiz tembikai dan ketebalan kulit dengan jumlah hasil tembikai yang dikupas sebanyak $73.64\% \pm 0.99\%$. Sementara itu, kapasiti mesin pengestrak tembikai ialah $7.27 \text{ kg} \pm 1.47 \text{ kg}$ puri tembikai/ minit. Ia juga mempamerkan kecekapan pengestrakan sebanyak $82.71\% \pm 1.11\%$ dengan jumlah hasil puri tembikai sebanyak 60.74% . Prestasi sistem pemprosesan puri tembikai ini ditunjukkan seperti dalam *Jadual 3*.

Mesin pempasteur elektrik menggunakan air sebagai medium pemanasan. Suhu optimum untuk proses pempasteuran ialah 65°C selama 10 minit untuk kawalan mikrob. Mesin pempasteur memerlukan 30 minit untuk memanaskan puri tembikai daripada suhu bilik kepada 65°C dengan kapasiti sehingga 90 L puri tembikai/kelompok. Ujian warna yang dijalankan menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan dalam sampel tembikai sebelum dan selepas proses pempasteuran dengan jumlah nilai perbezaan warna (ΔE) sebanyak 1.94 berbanding dengan nilai awal L, a, dan b.

Jadual 3. Prestasi sistem pemprosesan puri tembikai

| Nama mesin | Kadar pemprosesan | Kecekapan mesin |
|--------------------------------|---|--------------------|
| Mesin pengupas kulit tembikai | 52.84 ± 9.33 s/buah | $77.43 \pm 2.44\%$ |
| Mesin pengestrak puri tembikai | 7.27 ± 1.47 kg puri tembikai/ minit | $82.71 \pm 1.11\%$ |
| Mesin pempasteur puri tembikai | 90 L puri tembikai/kelompok | - |

Selepas dipasteur, puri tembikai diisi ke dalam beg berlamina polietilena (PE)-nilon bersaiz 5 kg dan diletakkan ke dalam tangki yang mengandungi ais bersuhu 5 °C untuk mengurangkan suhu puri dipasteur. Pek puri tembikai seterusnya dibekukan menggunakan blast freezer [Gambar 7(a)]. Kemudian, pek puri tembikai dipindahkan ke bilik sejuk beku atau peti sejuk beku (*chest freezer*) untuk penyimpanan jangka panjang sebelum penggunaan [Gambar 7 (b)].

Sistem pemprosesan puri tembikai ini mampu mempelbagaikan hasil pertanian tempatan yang berpotensi untuk dieksport ke luar negara, dan meningkatkan pendapatan pengeluar tembikai melalui peningkatan permintaan terhadap pengeluaran tembikai.



Gambar 7. Sistem pembungkusan dan penyimpanan puri tembikai, (a) Pek puri tembikai dibekukan menggunakan blast freezer dan (b) Pek puri tembikai yang telah dibeku sepenuhnya dipindahkan ke bilik sejuk beku atau chest freezer

Kesimpulan

Penyelidikan ini memfokus kepada reka bentuk, pembangunan, perolehan dan penilaian prestasi sistem kejuruteraan lepas tuai dan pemprosesan tembikai. Sistem kejuruteraan lepas tuai tembikai mengintegrasikan sistem pembersihan tembikai dan sistem pengelasan saiz robotik dengan kapasiti kerja 100 – 120 buah/jam tembikai segar yang disasarkan untuk pasaran eksport. Sistem ini mempamerkan kecekapan pembersihan 90% dan kecekapan pengelasan saiz 100% dan penggunaan sistem ini tidak menunjukkan kesan ketara terhadap kecederaan mekanikal tembikai. Penggunaan air berklorin 250 ppm semasa proses pembersihan mampu memanjangkan jangka hayat simpanan tembikai sehingga minggu kelima. Kebergantungan kepada buruh bagi proses pengelasan saiz tembikai boleh dikurangkan dengan penggunaan lengan robot. Sistem pemprosesan puri

tembikai yang terdiri daripada mesin pengupas tembikai, mesin pengekstrak puri tembikai dan mesin pempasteur puri tembikai menunjukkan fungsi dan prestasi yang baik dan boleh dijadikan model untuk Industri Kecil dan Sederhana (IKS). Kapasiti kerja bagi mesin pengupas, mesin pengekstrak dan mesin pempasteur, masing-masing ialah satu tembikai dikupas/ minit, 430 kg puri tembikai/jam dan sehingga 90 L puri tembikai/kelompok pemprosesan. Sistem yang dibangunkan menunjukkan potensi untuk memanfaatkan pengeksport tembikai segar dan pengeluar puri tembikai 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

- Azizan, S. A., Wan Azman, W. M. F., & Rahim, A. A. (2023). Performance evaluation of watermelon juice extracting machine. *Advances in Agricultural and Food Research Journal*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.36877/aafjr.a0000350>
- Azizan, S. A., Wan Azman, W. M. F., & Rahim, A. A. (2022). Teknologi sistem mekanisasi pemprosesan puri tembikai berkos efektif. *CONFERTECH 2022*, Ipoh, Perak, 8–10 Nov. 2022.
- Blanes, C., Mellado, M., & Ortiz, C. (2011). Technologies for robot grippers in pick and place operations for fresh fruits and vegetables. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(4), 1130–1141.
- Jabatan Pertanian Malaysia (2021). Booklet Statistik Tanaman (Sub-sektor Tanaman Makanan) 2021, 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., Razali, N. A., & Teoh, C. C. (2022). Penggunaan lengan robot dalam penggredan buah tembikai. *National Agricultural and Food Engineering Convention 2022*, Kedah, 20–22 Mar. 2022.
- Mohamad Noh, B., Razali, N. A., & Teoh, C. C. (2023). Penggunaan lengan robot dalam penggredan buah tembikai. *Advances in Agricultural and Food Research Journal*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.36877/aafjr.a0000307>
- Mohd Shafie, Z., Mohamad Noh, B., & Sairi, M. (2022). Integrated mechanized cleaning and robotic grading system for watermelon packing house operation. *MARDI Science and Technology Exhibition 2022*, Selangor, 18–19 Oct. 2022.
- Razali, N. A., Wan Ibrahim, W. M., & Sairi, M. (2022). Surface sanitation as a recommended treatment to improve the safety and shelf life of watermelon. *AFOB Malaysia Chapter International Symposium 2022*, Langkawi, Kedah, 18–21 Sept. 2022.

- Razali, N. A., Wan Ibrahim, W. M., & Sairi, M. (2021). Sanitation as a recommended treatment in watermelon postharvest value chain. *International Symposium on Tropical Fruits (ISTF) 2021, Virtual Symposium*, 28–30 Sept. 2021.
- Richards, G. M., & Beuchat, L. R. (2005). Infection of cantaloupe rind with *Cladosporium cladosporioides* and *Penicillium expansum*, and associated migration of *Salmonella poona* into edible tissues. *International Journal of Food Microbiology* 103(1): 1–10.
- Sairi, M., Ismail, M. Z., Mohd Ramli, S. H., et al. (2010). Mechanisation of watermelon juice processing, *Buletin Teknologi Makanan MARDI*, Bil. 7, 41–48.
- Svoboda, A., Shaw, A., & Wilson, L. (2016). The effects of produce washes on the quality and shelf life of “cantaloupe” (*Cucumis melo var. cantalupensis*) and “watermelon” (*Citrullus lantus var. lanatus*). *Journal of Food Quality*, 39(6), 773–779.

Ringkasan

Artikel ini membincangkan pembangunan, perolehan dan penilaian prestasi sistem kejuruteraan lepas tuai dan pemprosesan tembikai yang merangkumi sistem pembersihan dan pengelasan saiz tembikai, dan sistem pemprosesan puri tembikai oleh Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, MARDI. Sistem pembersihan dan pengelasan saiz tembikai memfokus buah tembikai segar untuk pasaran eksport, manakala sistem pemprosesan puri tembikai memfokus kepada teknologi penghasilan puri tembikai berkos efektif sebagai model kepada usahawan tani skala Industri Kecil dan Sederhana (IKS) untuk meneroka industri ini. Sistem pembersihan tembikai digunakan dalam proses pembersihan dan sanitasi bagi memanjangkan jangka hayat tembikai yang bermanfaat untuk pasaran eksport. sistem pengelasan saiz tembikai pula merupakan aplikasi lengan robotik dalam aktiviti pengendalian lepas tuai produk pertanian. Penilai prestasi sistem telah dilaksanakan bagi kedua-dua sistem. Sistem pembersihan dan pengelasan saiz tembikai telah dinilai prestasi dari aspek kapasiti dan kecekapan proses pembersihan dan pengelasan saiz, penilaian kesan sistem terhadap kualiti luaran dan dalaman tembikai, jangka hayat simpanan dan ujian mikrob. Sistem pemprosesan puri tembikai yang merangkumi proses pengupasan, pengekstrakan dan pempasteuran pula dinilai prestasi dari aspek kapasiti proses. Sistem ini mampu meningkatkan produktiviti dan kualiti puri tembikai.

Summary

The article discusses the development, procurement and performance evaluation of a watermelon postharvest and processing engineering system which includes a watermelon cleaning and sizing system, and a watermelon puree processing system by Engineering Research Centre, MARDI. The watermelon cleaning and sizing system focuses on fresh watermelons for the export market, while the watermelon puree processing system focuses on cost-effective watermelon puree production technology as a model for Small and Medium Enterprises (SMEs) to explore this industry. Watermelon cleaning system discusses the cleaning and sanitation process to extend the shelf life of watermelons for the export market. Watermelon sizing system discusses the application of robotic arms in postharvest handling activities of agricultural products. The performance of the watermelon cleaning and sizing system is evaluated in the aspects of processing capacity and efficiency, evaluation of the system’s effect on the external and internal

qualities of watermelons, shelf life and microbial testing. Meanwhile, the performance of the watermelon puree processing system which includes the process of peeling, extraction and pasteurization is evaluated in terms of the processing capacity. The system is able to increase the productivity and quality of watermelon puree.

Pengarang

Masniza Sairi (Ts. Dr.)

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: masniza@mardi.gov.my

Zainun Mohd Shafie (Dr.), Badaruzzaman Mohamad Noh (Dr.), Wan Mohd Fariz
Wan Azman, Hasmin Hakim Hasbullah, Saiful Azwan Azizan, Afiqah Aina Rahim
dan Teoh Chin Chuang (Dr.)

Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Nur Azlin Razali

Pusat Penyelidikan Hortikultur, Ibu Pejabat MARDI
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor