

Pemrosesan *tisane* daun durian Belanda

(*Soursop leaves tisane processing*)

Hasnisa Hashim, Nurul Nabilah Mohd Fiteri, Mohd Fakhri Hashim, Nur Baizura Sa'dom, Noor Fadzlina Inche Zainal Abidin dan Yangmurni Zamani

Pengenalan

Kata kunci: *tisane* daun durian Belanda, SOP pemrosesan, kualiti mikrobiologi, aktiviti air, produk herba kering

Durian Belanda tergolong dalam keluarga Annonaceae dan merupakan tanaman buah tropika yang semakin mendapat perhatian dalam industri hortikultur tempatan, bukan sahaja kerana nilai buahnya, tetapi juga potensi bahagian tanaman lain seperti kulit batang, daun, akar dan bijinya yang kaya dengan sebatian bioaktif. Daun durian Belanda (*Annona muricata*) telah lama digunakan dalam perubatan tradisional sebagai minuman herba dan dipercayai mempunyai pelbagai manfaat kesihatan termasuk sifat antioksidan, antidiabetik, antimikrob, antihipertensi, hipoglisemik, antikanser dan antiradang. Sebatian kimia utama yang terkandung dalam daun durian Belanda terdiri daripada alkaloid dan minyak pati.

Di Malaysia, penanaman durian Belanda dijalankan secara berskala kecil hingga sederhana, sama ada sebagai tanaman komersial atau tanaman sampingan di kebun buah-buahan. Permintaan terhadap buah durian Belanda dan produk berasaskannya semakin meningkat, selari dengan kesedaran pengguna terhadap makanan berfungsi dan produk berasaskan herba semula jadi. Walau bagaimanapun, daun durian Belanda lazimnya tidak digunakan secara optimum dan kebanyakannya menjadi sisa ladang walaupun mempunyai potensi nilai tambah yang tinggi. Daun durian Belanda boleh dimanfaatkan melalui penghasilan *tisane*, iaitu sejenis minuman herba yang disediakan melalui perendaman atau infusi bahan tumbuhan seperti daun, bunga atau kulit kayu dalam air panas tanpa melibatkan daun teh (*Camellia sinensis*). Minuman herba seperti *tisane* atau teh herba semakin popular dalam kalangan pengguna yang mementingkan kesihatan. *Tisane* yang diperbuat daripada daun durian Belanda bukan sahaja menawarkan aroma yang menenangkan, malah mengandungi pelbagai sebatian bioaktif seperti alkaloid, flavonoid dan asetogenin. Kajian terdahulu menunjukkan bahawa daun durian Belanda berpotensi menyumbang kepada kesan antioksidan, antiradang, antihipertensi, dan antikanser. Selain itu, penggunaannya dalam amalan perubatan tradisional juga sering dikaitkan dengan manfaat kesihatan seperti membantu menurunkan tekanan darah, meningkatkan sistem imun dan mengurangkan simptom keradangan.

Seiring dengan peningkatan permintaan terhadap produk semula jadi yang menyokong gaya hidup sihat, *tisane* daun durian Belanda muncul sebagai alternatif minuman tanpa kafein yang bukan sahaja menyegarkan, tetapi juga memberikan faedah kesihatan yang signifikan.

Kajian terhadap formulasi, kaedah pemprosesan dan pengeringan, kestabilan dan penerimaan pengguna terhadap *tisane* ini adalah penting bagi menyokong pengkomersialan dan pengiktirafan potensinya dalam industri herba dan makanan kesihatan. Isu keselamatan makanan khususnya berkaitan kandungan mikroorganisma, pestisid dan bahan logam masih menjadi kebimbangan. Daun durian Belanda (*Gambar 1*) yang diperoleh dari ladang terdedah kepada persekitaran semula jadi seperti tanah, debu, hujan, serangga dan aktiviti haiwan yang menyumbang kepada kontaminasi mikroorganisma. Selain itu, penggunaan pestisid, amalan penuaian, pengendalian dan pemprosesan yang tidak seragam boleh meningkatkan risiko pencemaran dalam produk *tisane* sedia ada yang berpotensi menjejaskan keselamatan dan kualiti produk.

Sehubungan itu, kajian ini dilaksanakan melalui kerjasama antara MARDI dan usahawan bimbingan MARDI bagi membangunkan produk *tisane* daun durian Belanda yang selamat untuk dimakan dan berkualiti tinggi. Kajian ini turut melibatkan penilaian awal terhadap tahap pencemaran mikrob dan pestisid dalam produk *tisane* daun durian Belanda (*Gambar 2*) sedia ada di pasaran sebagai perbandingan. Secara khusus, objektif kajian ini adalah untuk membangunkan Prosedur Operasi Standard (SOP) pemprosesan *tisane* daun durian Belanda dengan kehadiran mikroorganisma pada aras selamat untuk dimakan dan mematuhi had maksimum yang dibenarkan merangkumi peringkat penerimaan, pembersihan, pengeringan dan penyimpanan bagi memastikan produk akhir memenuhi keperluan keselamatan makanan dan sesuai untuk kegunaan pengguna.



Gambar 1. Daun durian Belanda segar



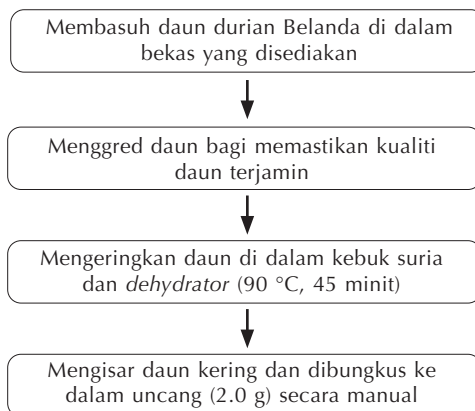
Gambar 2. Tisane daun durian Belanda yang dihasilkan oleh usahawan

Pemrosesan *tisane* daun durian Belanda

Pemrosesan *tisane* daun durian Belanda yang dilaksanakan oleh pihak usahawan melibatkan pengeringan secara manual di dalam kebuk suria dan *dehydrator* (*Carta alir 1*). Analisis mikrobiologi menunjukkan kehadiran mikroorganisma yang tinggi di dalam *tisane* daun durian Belanda (bagi tujuh *batch* penuaian) adalah seperti dalam *Jadual 1*.

Jadual 1 menunjukkan bacaan mikrobiologi *tisane* daun durian Belanda berada melebihi aras selamat bagi produk botani kering atau serbuk (*dried or powdered botanicals*) berdasarkan *Recommended Microbial Limits for Botanical Ingredients – American Herbal Products Assosiation* (2022) di mana had maksimum bagi Jumlah Kiraan Plat (TPC) tidak boleh melebihi 5.00 log CFU/g, yis dan kulat sama atau kurang daripada 3.0 log CFU/g manakala jumlah koliform mestilah lebih rendah daripada 3.00 log CFU/g. Manakala merujuk *Tea and Herbal Infusions Europe* (2018), *THIE's recommended microbiological specifications for herbal infusions (dry)* menyatakan had mikrobiologi bagi TPC ≤ 7.00 log CFU/g, yis dan kulat ≤ 5.00 log CFU/g, *E. coli* ≤ 3.00 log CFU/g. Walau bagaimanapun, menurut *American Herbal Products Assosiation* (AHPA), pemanasan produk pada suhu melebihi 80 °C selama lebih daripada 30 saat dapat membantu mengurangkan kiraan mikrob. Kajian terdahulu menunjukkan bahawa apabila *tisane* daun durian Belanda direndam dalam air panas (80 °C) selama 1 minit, kiraan mikrob berkurang dengan ketara sehingga mencapai had yang boleh diterima bagi produk sedia diminum iaitu 2.26 log CFU/g bagi TPC dan tiada pertumbuhan mikroorganisma bagi yis dan kulat serta koliform (masing-masing <1.00 log CFU/g).

Namun begitu, langkah-langkah pencegahan perlu diambil bermula daripada penyediaan bahan mentah bagi memastikan keselamatan dan kualiti produk akhir. Oleh itu, Prosedur Operasi Standard (SOP) pemrosesan *tisane* daun durian Belanda dibangunkan di mana prarawatan haba dikenakan bagi mengurangkan kehadiran mikroorganisma pada aras selamat untuk dimakan dan mematuhi had maksimum yang dibenarkan.



Carta alir 1. Langkah pemrosesan tisane daun durian Belanda oleh usahawan

Jadual 1. Bacaan mikrobiologi, kandungan kelembapan dan aktiviti air *tisane* daun durian Belanda yang dihasilkan oleh usahawan

<i>Tisane</i> daun durian Belanda	Jumlah kiraan plat Yis dan kulat (log CFU/g)	Jumlah koliform (log CFU/g)	Kandungan kelembapan (%)	Aktiviti air (Aw)	
<i>Batch 1</i>	6.79	3.69	6.21	7.30 ± 0.12	0.56 ± 0.00
<i>Batch 2</i>	6.27	3.59	6.14	9.90 ± 0.49	0.58 ± 0.00
<i>Batch 3</i>	6.77	3.68	6.14	9.94 ± 0.86	0.58 ± 0.00
<i>Batch 4</i>	6.97	4.55	6.65	9.87 ± 0.29	0.58 ± 0.00
<i>Batch 5</i>	7.75	3.64	7.31	9.80 ± 0.67	0.58 ± 0.00
<i>Batch 6</i>	5.97	2.32	3.52	10.02 ± 0.26	0.57 ± 0.00
<i>Batch 7</i>	5.66	2.78	4.49	11.26 ± 0.10	0.71 ± 0.01

Nota: Data kandungan kelembapan dan aktiviti air dilaporkan sebagai nilai purata ± sisihan piawai (n = 3) manakala bacaan mikrobiologi adalah bacaan daripada duplikasi (n = 2)

Penambahbaikan kaedah pemprosesan dan pengeringan daun durian Belanda yang dihasilkan di MARDI

Daun durian Belanda diperoleh daripada ladang di Jelebu, Negeri Sembilan. Daun durian Belanda yang diterima diperiksa secara rawak bagi memastikan bahan mentah dalam keadaan yang baik, tidak rosak dan tidak busuk. Kematangan daun perlu sekata supaya warna dan rasa *tisane* sekata. Daun durian Belanda perlu disimpan pada suhu sejuk dingin (4 – 8 °C) jika tidak terus diproses pada hari penerimaan. Pendedahan pada suhu di zon bahaya iaitu antara 40 – 60 °C akan menyebabkan penurunan kualiti bahan mentah dan perlu dielakkan. Daun durian Belanda ini dicuci menggunakan air (bertapis sehingga bersih) bagi menyingkirkan bendasing. Kemudian, ia dibungkus menggunakan kain muslin dan dicelur dalam air mendidih (100 °C) selama 1 minit. Daun durian Belanda kemudiannya dikeluarkan dan ditus menggunakan penapis bersaiz besar. Seterusnya, daun durian Belanda disebar ratakan di atas dulang aluminium yang disusun secara berselang-seli dan dikeringkan menggunakan ketuhar aliran udara panas pada suhu 90 °C selama 1 jam (bagi mempercepatkan pengeringan daun dan mengelakkan pertumbuhan mikrob) dan pengeringan seterusnya pada suhu 60 °C (bagi mengekalkan sebatian bioaktif) sehingga mencapai kandungan kelembapan <10%.

Pembungkusan tisane daun durian Belanda yang dihasilkan di MARDI

Daun durian Belanda yang telah kering dikeluarkan daripada ketuhar dan dibiarkan sejuk ke suhu bilik. Kemudian, daun durian Belanda dikisar halus menggunakan mesin pengisar (*waring blender*) dan ditapis menggunakan *siever* pada saiz 4.75 mm. *Tisane* daun durian Belanda dibungkus sebanyak 2 g setiap uncang menggunakan peralatan *horizontal automatic filling machine* (Gambar 3). Bahan pembungkus primer yang digunakan ialah *heat sealable cellulose filter paper for tea/coffee* (gred makanan) bersaiz 120 mm/gulung. Parameter mesin pembungkusan ditetapkan iaitu panjang beg uncang 68, kelajuan 17, *horizontal seal* 115 °C dan *vertical seal* 145 °C. Seterusnya, uncang

tisane daun durian Belanda dibungkus ke dalam pek individu yang diperbuat daripada *polyethylene terephthalate*/aluminum/*polyethylene* (PET/Al/PE) dan dipateri (*seal*). Pek PET/Al/PE yang digunakan bersaiz 8.0 cm × 8.0 cm (lebar × tinggi) dengan ketebalan 100 *micron*, reka bentuk *flat bottom pillow design*, berkapasiti 2 g dan bergred makanan. Pek individu (20 pek) tersebut dimasukkan ke dalam kotak berukuran 16 cm (panjang) × 6.5 cm (lebar) × 7.5 cm (tinggi) (*Gambar rajah 1*). Selain pembungkusan berbentuk kotak, uncang *tisane* (10 – 15 uncang) boleh juga dimasukkan ke dalam pek aluminium *standing pouch* (PET/Al/PE) yang bersaiz 15 cm (panjang) × 5 cm (lebar) × 22.5 cm (tinggi) dan dipateri. Bungkusan *tisane* daun durian Belanda disimpan pada suhu bilik (~25 °C) di ruang yang mempunyai sistem pengudaraan, kelembapan dan pencahayaan yang baik dan sesuai. Langkah-langkah (SOP) pemprosesan, pengeringan dan pembungkusan *tisane* daun durian Belanda yang ditambah baik daripada kaedah sedia ada oleh usahawan adalah seperti dalam *Carta alir 2*. Seterusnya, ujian kawalan kualiti ke atas produk meliputi analisis fizikokimia dan mikrobiologi dilaksanakan.



Gambar 3. Horizontal automatic filling machine yang digunakan untuk membungkus teh uncang



Gambar rajah 1. Reka bentuk kotak pembungkusan bagi pek individu tisane daun durian Belanda

Kawalan mutu sebelum, semasa dan selepas pemprosesan bagi tisane daun durian Belanda yang dihasilkan di MARDI

Kawalan mutu hendaklah dilaksanakan secara menyeluruh sebelum, semasa dan selepas pemprosesan bagi menjamin keselamatan serta kualiti produk yang dihasilkan. Penggunaan bahan mentah yang tidak segar perlu dielakkan kerana boleh menjejaskan rasa dan mutu produk akhir. Bahan mentah yang digunakan mestilah terdiri daripada daun durian Belanda yang matang, sihat serta bebas daripada sisa racun perosak. Tahap kematangan daun perlu seragam bagi memastikan warna dan rasa *tisane* yang dihasilkan adalah konsisten. Sekiranya daun durian Belanda tidak dapat diproses dengan segera, ia hendaklah disimpan di dalam bilik sejuk dingin pada suhu 4 – 8 °C dan tempoh penyimpanan tidak melebihi tiga hari sebelum diproses. Bahan pembungkus uncang dan pek aluminium perlu dipastikan diterima dalam keadaan yang baik, masih berbungkus dan tidak terdedah kepada persekitaran. Bahan pembungkus perlu disimpan di bilik bahan kering yang mempunyai sistem pengudaraan, kelembapan dan pencahayaan yang baik dan sesuai.

Daun durian Belanda dibersihkan menggunakan air bertapis bagi menyingkirkan sebarang bendasing. Proses pembilasan dilakukan beberapa kali untuk memastikan sampel bebas daripada sebarang kotoran fizikal. Setiap peralatan pemprosesan dan pengeringan hendaklah disteril menggunakan air panas atau disanitasi menggunakan bahan sanitasi yang sesuai bagi menghapuskan mikroorganisma. Selain itu, setiap peringkat pemprosesan perlu dipantau dan dikawal dengan teliti untuk mencegah pencemaran silang semasa penghasilan produk. Bungkus *tisane* daun durian Belanda disimpan pada suhu bilik (~25 °C) di ruang penyimpanan yang mempunyai sistem pengudaraan, kelembapan dan pencahayaan yang baik dan sesuai. Penyimpanan produk siap tidak boleh bercampur dengan bahan mentah dan sistem *first in first out* (FIFO) perlu dipatuhi bagi pengeluaran produk siap. Ujian kawalan kualiti ke atas produk meliputi analisis fizikokimia dan mikrobiologi perlu dilaksanakan bagi menilai kualiti produk yang dihasilkan dan juga kestabilan produk sepanjang tempoh penyimpanan.

Daun durian Belanda segar dicuci dengan air bertapis sehingga bersih bagi menyingkirkan bendasing



Daun dibungkus menggunakan kain muslin



Daun dicelur ke dalam air didih (100 °C) selama 1 minit



Daun ditus dan disebar ratakan di atas dulang



Daun dikeringkan di dalam ketuhar pada suhu 90 °C selama 1 jam



Daun dikeringkan pada suhu 60 °C sehingga mencapai kekelembapan < 10%

Daun yang telah kering dikisar dan ditapis pada saiz 4.75 mm



Daun yang dikisar dibungkus ke dalam uncang sebanyak 2 g/uncang menggunakan peralatan *horizontal automatic filling machine*



Uncang *tisane* dibungkus ke dalam pek individu *polyethylene terephthalate/aluminum/polyethylene* (PET/Al/PE) dan dipateri

Carta alir 2. Langkah-langkah (SOP) pemprosesan, pengeringan dan pembungkusan tisane daun durian Belanda yang ditambah baik

Penilaian kualiti *tisane* daun durian Belanda

Hasil analisis fizikokimia dan mikrobiologi *tisane* daun durian Belanda ditunjukkan seperti dalam *Jadual 2*, *3* dan *4*. Bagi analisis fizikal, pemerhatian visual menunjukkan *tisane* daun durian Belanda yang dihasilkan di MARDI adalah berwarna hijau (*Gambar 4*) manakala *tisane* usahawan berwarna sedikit coklat (*Gambar 2*). Seterusnya, analisis warna dijalankan menggunakan sistem Hunter untuk menentukan nilai L^* , a^* dan b^* . Nilai L^* menunjukkan tahap kecerahan pada skala 0 – 100 (hitam hingga putih), nilai a^* menunjukkan warna merah (+) atau hijau (-), manakala nilai b^* menunjukkan warna kuning (+) atau biru (-). Nilai warna L^* , a^* dan b^* menunjukkan bahawa *tisane* daun durian Belanda yang dihasilkan di MARDI mempunyai kecerahan sederhana dengan dominasi warna hijau (nilai a^* -4.22) dan kekuningan (nilai b^* 10.94), selari dengan ciri bahan berasaskan daun (*Jadual 2*). Manakala *tisane* usahawan menunjukkan nilai kecerahan (L^*) sederhana dengan dominasi warna merah (nilai a^* 2.12) dan lebih kekuningan (nilai b^* 14.31) berbanding dengan *tisane* MARDI. Perbezaan signifikan ini mungkin disebabkan oleh perbezaan kaedah pemprosesan daun durian Belanda. Pengerangan daun durian Belanda secara terus menggunakan kebuk suria dan pengeringan dalam *dehydrator* akan menyebabkan tindak balas *enzymatic browning* oleh enzim polifenol oksidase yang masih aktif. Haba berpanjangan semasa proses pengeringan juga boleh menyebabkan degradasi klorofil kepada feofitin (warna hijau keperangan). Manakala proses penceluran daun durian Belanda pada suhu 100 °C dalam masa yang singkat akan menyahaktifkan enzim polifenol oksidase. Oleh itu, warna hijau daun dapat dikekalkan semasa proses pengeringan.

Kandungan kelembapan dan aktiviti air bagi *tisane* daun durian Belanda MARDI lebih rendah berbanding dengan *tisane* usahawan, iaitu masing-masing menunjukkan nilai 5.80% dan 10.02% (kelembapan) dan 0.40 dan 0.57 (A_w). Manakala nilai pH kedua-dua sampel sekitar 5.6 – 5.8, menunjukkan keadaan sedikit berasid (*Jadual 2*). Nilai kelembapan <10% dan aktiviti air <0.6 menunjukkan bacaan yang sesuai untuk produk kering bagi mengelakkan pertumbuhan mikroorganisma. Ciri-ciri ini sesuai untuk produk kering dan berpotensi menyumbang kepada kestabilan produk semasa penyimpanan.

Jadual 3 pula menunjukkan kandungan nutrisi *tisane* daun durian Belanda yang dihasilkan di MARDI berbeza dengan produk usahawan. *Tisane* daun durian Belanda MARDI mengandungi nilai tenaga yang lebih tinggi iaitu 385 kcal/100 g berbanding dengan 271 kcal/100 g bagi produk usahawan. Perbezaan ini selari dengan kandungan makronutrien yang lebih tinggi dalam produk MARDI, khususnya jumlah karbohidrat (65.63 g/100 g) dan lemak (7.34 g/100 g), berbanding dengan produk usahawan yang masing-masing mencatatkan 24.46 g/100 g dan 3.30 g/100 g. Selain itu, *tisane* daun durian Belanda MARDI mencatatkan kandungan protein yang lebih tinggi (14.00 g/100 g) berbanding dengan produk usahawan (11.32 g/100 g), menunjukkan potensi nilai pemakanan yang lebih baik dari sudut sumbangan protein. Walau bagaimanapun, kandungan jumlah gula didapati lebih rendah dalam *tisane* MARDI (3.20 g/100 g)

berbanding dengan produk usahawan (4.07 g/100 g) yang mungkin dipengaruhi oleh perbezaan kaedah pemprosesan. Selain itu, kandungan garam dalam produk MARDI tidak dikesan, manakala produk usahawan mengandungi 6.95 mg/100 g.

Secara keseluruhannya, *tisane* daun durian Belanda MARDI mempunyai kandungan makronutrien dan tenaga yang lebih tinggi, manakala produk usahawan menunjukkan nilai tenaga yang lebih rendah dengan kandungan gula dan garam yang lebih tinggi. Perbezaan ini berkemungkinan berpunca daripada variasi biologi dan agroekologi yang mempengaruhi komposisi nutrien tumbuhan.

Jadual 2. Ciri fizikokimia *tisane* daun durian Belanda yang dihasilkan di MARDI dan usahawan

<i>Tisane</i> daun durian Belanda	Warna	Kandungan kelembapan (%)	Aktiviti air (Aw)	pH
MARDI	L* 45.70 ± 0.01 ^b a* -4.22 ± 0.01 ^b b* 10.94 ± 0.01 ^b	5.80 ± 0.17 ^b	0.40 ± 0.00 ^b	5.82 ± 0.00 ^a
Usahawan (Batch 6)	L* 46.72 ± 0.01 ^a a* 2.12 ± 0.01 ^a b* 14.31 ± 0.01 ^a	10.02 ± 0.26 ^a	0.57 ± 0.00 ^a	5.60 ± 0.01 ^b

Nota: Bacaan dilaporkan sebagai nilai purata ± sisihan piawai bagi tiga replikasi (n = 3). Huruf superskrip berbeza dalam lajur yang sama menunjukkan perbezaan signifikan pada $p < 0.05$.

Jadual 3. Kandungan nutrisi *tisane* daun durian Belanda yang dihasilkan di MARDI

Maklumat nutrisi	<i>Tisane</i> daun durian Belanda MARDI	<i>Tisane</i> daun durian Belanda usahawan
Tenaga (kcal/100 g)	385	271
Protein (g/100 g)	14.00	11.32
Lemak (g/100 g)	7.34	3.30
Jumlah karbohidrat (g/100 g)	65.63	24.46
Jumlah gula (g/100 g)	3.20	4.07
Garam (mg/100 g)	0.00	6.95

Jadual 4. Bacaan mikrobiologi *tisane* daun durian Belanda yang dihasilkan di MARDI

<i>Tisane</i> daun durian Belanda	Jumlah kiraan plat (log CFU/g)	Yis & kulat (log CFU/g)	Jumlah koliform (log CFU/g)	<i>E. coli</i> (log CFU/g)
MARDI	<1.4	<1.18	<1.00	<1.00
Usahawan (Batch 6)	5.97	2.32	3.52	<1.00

Nota: Bacaan mikrobiologi <1.00 menunjukkan tiada pertumbuhan mikroorganisma manakala data dilaporkan <1.4/<1.18 dianggap tidak signifikan.

Analisis mikrobiologi (*Jadual 4*) menunjukkan *tisane* daun durian Belanda MARDI mempunyai jumlah kiraan plat (TPC) kurang daripada 1.40 log CFU/g yang dianggap tidak signifikan kerana kiraan terlalu rendah, manakala *tisane* usahawan mencatatkan jumlah kiraan plat (TPC) sebanyak 2.67 lg CFU/g. Bacaan ini menunjukkan penurunan aras kandungan jumlah bakteria berbanding dengan *tisane* usahawan adalah sebanyak hampir 3 log CFU/g. Walaupun *tisane* usahawan menunjukkan nilai yang lebih tinggi, bacaan ini masih berada dalam julat yang rendah dan selamat bagi produk kering berasaskan herba [Rujuk *Recommended Microbial Limits for Botanical Ingredients – American Herbal Products Assosiation (2022)* dan *Tea and Herbal Infusions Europe (2018)*, *THIE's recommended microbiological specifications for herbal infusions (dry)*] yang mencadangkan bacaan selamat masing-masing ialah < 5.00 log CFU/g dan < 7.00 log CFU/g.

Bagi analisis yis dan kulat, kedua-dua *tisane* MARDI dan usahawan mencatatkan nilai kurang daripada 3.00 log CFU/g yang menunjukkan tahap pencemaran kulat yang rendah dan pada aras selamat. Ini berkait rapat dengan nilai aktiviti air (A_w) yang rendah (<0.50) yang tidak menggalakkan pertumbuhan yis dan kulat. Analisis jumlah koliform dan *E. coli* bagi *tisane* MARDI menunjukkan nilai <1.00 log CFU/g, berbanding dengan *tisane* usahawan yang mencatat cerapan lebih 3 log CFU/g bagi koliform. Cerapan pertumbuhan sifar bagi koliform dan *E. coli* ini mencerminkan amalan kebersihan dan sanitasi yang baik semasa proses pengendalian dan pemprosesan *tisane* daun durian Belanda MARDI.



Gambar 4. *Tisane* daun durian Belanda yang dihasilkan di MARDI

Kesimpulan

Prosedur Operasi Standard (SOP) bagi pemprosesan *tisane* daun durian Belanda berjaya dibangunkan dengan memastikan kehadiran mikroorganisma berada pada aras selamat untuk dimakan serta mematuhi had maksimum yang dibenarkan. SOP yang merangkumi amalan kawalan mutu sebelum, semasa dan selepas pemprosesan, melibatkan peringkat penerimaan bahan mentah, pembersihan, pengeringan dan penyimpanan telah menghasilkan *tisane* daun durian Belanda dengan kandungan kelembapan kurang daripada 10% dan aktiviti air kurang daripada 0.5. Ciri fizikal ini disokong oleh bacaan mikrobiologi yang rendah dan berada pada aras selamat bagi produk kering berasaskan herba. Secara keseluruhan, gabungan nilai aktiviti air dan kandungan kelembapan yang rendah serta pH yang sedikit berasid memainkan peranan penting dalam menghalang pertumbuhan mikroorganisma, sekali gus menyokong keselamatan dan kualiti mikrobiologi *tisane* daun durian Belanda yang dihasilkan.

Penghargaan

Setinggi-tinggi penghargaan ditujukan khas buat kakitangan Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan MARDI yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam kajian ini. Projek ini disokong oleh dana Projek IMAT 2025 (K-RF288) daripada Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan (KPKM).

Bibliografi

- American Herbal Products Association. (2022). Microbiology and Mycotoxins Guidance, (*Recommended Microbial Limits for Botanical Ingredients*), 8630 Fenton St. #918, Silver Spring, MD 20910; 301-588-1171 (m.s. 1–2).
- European Tea Committee (ETC) & European Herbal Infusions Association (EHIA). (2018). Tea and Herbal Infusions Europe, THIE's recommended microbiological specifications for herbal infusions (dry). Sonninstrasse 28, Hamburg, Germany (m.s. 1–2 Annex 8).
- Hardoko, H., Halim, Y., & Wijoyo, S. V. (2015). In vitro antidiabetic activity of "green tea" soursop leaves brew through α -glucosidase inhibition. *International Journal of PharmTech Research*, 8(1), 30–37.
- Mutakin, M., Fauziati, R., Fadhilah, F. N., Zuhrotun, A., Amalia, R., & Hadisaputri, Y. E. (2022). Pharmacological activities of soursop (*Annona muricata* Lin.). *Molecules*, 27(4), 1201.
- Zubaidi, S. N., Mohd Nani, H., Ahmad Kamal, M. S., Abdul Qayyum, T., Maarof, S., Afzan, A., Mohmad Misnan, N., Hamezah, H.S., Baharum, S.N., & Mediani, A. (2023). *Annona muricata*: Comprehensive review on the ethnomedicinal, phytochemistry, and pharmacological aspects focusing on antidiabetic properties. *Life*, 13(2), 353.

Ringkasan

Kajian dijalankan bagi membangunkan Prosedur Operasi Standard (SOP) pemprosesan *tisane* daun durian Belanda yang selamat untuk dimakan dan mematuhi had mikrobiologi yang dibenarkan. SOP yang dibangunkan merangkumi peringkat penerimaan bahan mentah, pembersihan, pengeringan dan penyimpanan dengan penekanan kepada amalan kawalan mutu sebelum, semasa dan selepas pemprosesan. *Tisane* yang dihasilkan dianalisis dari segi ciri fizikokimia, termasuk warna (L^* , a^* , b^*), kandungan kelembapan, aktiviti air (A_w) dan pH serta kualiti mikrobiologi merangkumi jumlah kiraan plat, yis dan kulat, koliform dan *Escherichia coli*. Hasil analisis menunjukkan bahawa *tisane* daun durian Belanda yang dihasilkan mempunyai kandungan kelembapan kurang daripada 10% dan aktiviti air kurang daripada 0.5 dengan pH sekitar 5.8. Analisis mikrobiologi menunjukkan bacaan yang rendah dan berada pada aras selamat bagi produk kering berasaskan herba dan tiada pertumbuhan koliform dan *E. coli* dikesan. Secara keseluruhan, nilai kandungan kelembapan dan aktiviti air yang rendah, bersama pH yang sedikit berasid, berperanan penting dalam menghalang pertumbuhan mikroorganisma, sekali gus menyokong keselamatan dan kualiti mikrobiologi *tisane* daun durian Belanda yang dihasilkan. Kajian ini menunjukkan bahawa SOP yang dibangunkan berkesan dan berpotensi diaplikasikan dalam penghasilan *tisane* herba secara konsisten dan selamat.

Summary

This study was conducted to develop a Standard Operating Procedure (SOP) for the processing of soursop (*Annona muricata*) leaf tisane that is safe for consumption and complies with allowable microbiological limits. The developed SOP comprises acceptance of raw material, cleaning, drying and storage stages, with an emphasis on quality control practices before, during and after processing. The produced tisane was evaluated for its physicochemical properties, including colour (L^* , a^* , b^*), moisture content, water activity (A_w) and pH, as well as microbiological quality, namely total plate count, yeast and mould, coliforms and *Escherichia coli*. The results showed that the soursop leaf tisane had a moisture content of less than 10% and a water activity of below 0.5, with a pH of approximately 5.8. Microbiological analysis revealed low microbial counts within the safe limits for dried herbal products, with no detectable coliforms or *E. coli*. Overall, the low moisture content and water activity, together with the slightly acidic pH, played an important role in inhibiting microbial growth, thereby supporting the safety and microbiological quality of the soursop leaf tisane produced. This study demonstrates that the developed SOP is effective and has potential for consistent and safe production of herbal tisane.

Pengarang

Hasnisa Hashim

Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan, Ibu pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM 43400 Serdang, Selangor
E-mel: hasnisa@mardi.gov.my

Nurul Nabilah Mohd Fiteri, Mohd Fakhri Hashim, Nur Baizura Sa'dom,
Noor Fadzlina Inche Zainal Abidin dan Yangmurni Zamani
Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan, Ibu pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM 43400 Serdang, Selangor