

Reka bentuk dan penilaian prestasi Mesin Lemang Mini MARDI



Laporan MARDI No. 225 (2018)

Reka bentuk dan penilaian prestasi Mesin Lemang Mini MARDI

W.A. Wan Mohd Fariz*, A. Mohd Shahrir*, S. Asnawi*, A. Saiful Azwan*, J. Muhammad Aliq*, A. Sha'fie*, Z.A. Mohd Zaimi *, S. Amir Redzuan*, S. Mohd Azmirredzuan*, M. A. T. Mohd Hafiz*

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

Pengarang: Wan Mohd Fariz Wan Azman, Mohd Shahrir Azizan, Asnawi Shahrir, Saiful Azwan Azizan, Muhammad Aliq Jamaluddin, Sha'fie Alwi, Mohd Zaimi Zainol Abidin, Amir Redzuan Shamsulkamal, Mohd Azmirredzuan Sani dan Mohd Hafiz Mohd Amin Tawakkal

E-mel: wmfariz@mardi.gov.my

©Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia 2018

Hak Cipta Terpelihara. Tidak dibenarkan mengeluarkan mana-mana bahagian artikel, ilustrasi, isi kandungan buku ini dalam apa juga bentuk dan dengan apa cara pun sama ada secara elektronik, fotokopi, mekanik, rakaman atau lain-lain sebelum mendapat izin bertulis daripada MARDI.



Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia
Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani Malaysia

Reka bentuk dan penilaian prestasi Mesin Lemang Mini MARDI

(Design and performance evaluation of MARDI Mini Lemang Oven)

Abstrak

Satu revolusi teknologi penghasilan lemang telah dibangunkan dengan nama Mesin Lemang Mini MARDI. Bentuk asas inovasi mesin ini terdiri daripada sarung keluli berbentuk silinder yang berfungsi sebagai bekas memasak. Bentuk silinder dipilih untuk mengekalkan ciri-ciri fizikal tradisional lemang yang dimasak di dalam buluh. Teknologi ini mampu untuk beroperasi dalam dua keadaan iaitu secara tunggal atau gabungan teknologi. Konsep tunggal bermaksud bekas memasak lemang telah dilengkapi dengan sistem pemanas elektrik khas dalam satu unit dan manakala konsep gabungan teknologi bermaksud bekas memasak lemang diadaptasikan kepada alat memasak di dapur iaitu periuk nasi. Fokus utama teknologi ini dibangunkan adalah untuk menghasilkan sebuah teknologi yang bersesuaian bagi kegunaan isi rumah atau domestik. Tempoh memasak lemang yang diperlukan sekiranya menggunakan konsep tunggal adalah selama 70 minit dengan kadar kecekapan haba memasak 54% manakala tempoh bagi konsep gabungan teknologi adalah selama 120 minit dengan kadar kecekapan haba memasak 8.83%. Kos pengeluaran sebatang lemang dianggarkan dalam julat RM1.16 – RM1.20.

Pendahuluan

Lemang merupakan salah satu makanan warisan Malaysia yang terkenal dan menjadi hidangan tradisi bagi orang Melayu ketika menyambut hari perayaan seperti hari raya. Kebiasaannya, lemang dihidang bersama rendang atau serunding. Bahan asas untuk menghasilkan lemang ialah beras pulut, santan dan sedikit garam sebagai perisa dan ia mempunyai aroma yang unik. Lemang yang telah dimasak berbentuk silinder dengan ukuran saiz lebih kurang 1 kaki panjang dan berdiameter 2 inci akan dipotong kepada bentuk kepingan sebelum dihidang. Setiap batang lemang dianggarkan bersesuaian untuk dihidang kepada lima hingga enam orang tetamu. Lemang berbentuk silinder kerana ia dimasak di dalam bekas tiub berbentuk silinder iaitu buluh. Buluh lemang ialah sejenis buluh yang mempunyai struktur ruas yang panjang dan dinding yang nipis. Sebatang pohon buluh perlu dipotong mengikut setiap ruas dengan bahagian atas terbuka dan bahagian bawah tertutup untuk dijadikan sebagai bekas memasak. Proses memasak lemang ini dilakukan dengan cara meletak buluh lemang secara condong di tepi api atau bara dan proses ini dilakukan di kawasan terbuka (*Gambar 1*).

Bahan yang diperlukan bagi penyediaan lemang ialah beras pulut, santan, garam, daun pisang dan buluh. Beras pulut terlebih dahulu perlu direndam di dalam air untuk meningkatkan kandungan

lembapan (*Gambar 2*). Semasa direndam, beras pulut akan menyerap air sebanyak 25 - 28% daripada berat asalnya dan akan mencapai had ketepuan pada kandungan lembapan sekitar 30% (Robert 1972; Yataro 1972). Proses ini mengambil masa selama 3 – 4 jam. Kemudian daun pisang digulung membentuk silinder dan dimasukkan ke dalam buluh. Daun pisang ini bertujuan untuk mengelak daripada lemak yang masak melekat pada dinding buluh semasa memasak. Beras pulut yang telah direndam kemudian dimasukkan ke dalam buluh dan buluh dihentak perlahan-lahan untuk memampatkan beras pulut berkenaan. Kemudian santan yang telah disebatikan dengan sedikit garam akan diisi ke dalam buluh berkenaan.

Penyediaan lemak secara tradisional memerlukan pengalaman terutama dalam mengawal bara api ketika memasak. Kesukaran mengawal bara api ketika memasak menyebabkan lemak yang dihasilkan tidak bermutu dari segi keseragaman seperti rasa, warna dan tekstur. Semasa proses memasak, buluh lemak hendaklah dipusingkan sekali sekala untuk memastikan lemak masak secara sekata. Proses memasak ini mengambil masa selama 4 – 6 jam.

Memandangkan permintaan terhadap lemak sentiasa meningkat, satu teknologi baharu memproses lemak tanpa menggunakan buluh dan bara api telah dibangunkan oleh MARDI iaitu mesin ketuhar memasak lemak. Teknologi ini menggunakan sarung keluli tahan karat berbentuk silinder dan ketuhar elektrik untuk melaksanakan proses pemasakan (Samsudin 1987). Kebanyakan mesin yang direka bentuk adalah mengikut kesesuaian dan keperluan industri iaitu menitik beratkan kadar pengeluaran secara besar-besaran. Sebagai contoh, mengikut kajian yang dijalankan ketuhar 20 batang lemak dapat dimasak dalam tempoh dua jam dengan menggunakan tenaga elektrik sebanyak 5kWh (Samsudin 1987). Ketuhar lemak juga mempunyai dua jenis iaitu menggunakan sistem pemanas elektrik dan sistem pemanas gas. Kedua-dua jenis ketuhar ini boleh diubah suai mengikut jumlah batang lemak yang diperlukan sama ada 4, 6, 12, 20 dan 25 (*Gambar 3*). Teknologi ini membolehkan lemak disediakan dengan lebih mudah, cepat, selesa, selamat, seragam dan berpotensi untuk diusahakan secara komersial (Samsudin 1987).

Prototaip Mesin Lemang Mini MARDI

Satu revolusi teknologi penghasilan lemak telah dibangunkan dan diberi nama Mesin Lemang Mini MARDI (*Gambar 4*). Tujuan utama mesin ini dibangunkan adalah untuk menghasilkan satu teknologi yang bersesuaian bagi kegunaan domestik. Beberapa faktor telah dipertimbangkan dalam reka bentuk ini iaitu dari segi kos rendah yang mampu milik, pemprosesan yang ringkas dan mudah digunakan. Manakala ciri-ciri sebelum ini tetap dikekalkan iaitu cepat, selesa, selamat dan seragam. Teknologi ini dapat membantu isi rumah untuk menyediakan hidangan lemak dalam kuantiti yang minimum dan bersesuaian untuk hidangan sekeluarga. Selain itu, teknologi ini juga boleh diadaptasikan dengan perkakas memasak yang sedia ada di rumah iaitu periuk nasi elektrik dengan tujuan mengurangkan kos pemilikan.

Keperluan dan pertimbangan dalam reka bentuk prototaip

Beberapa aspek penting telah ditentukan bagi memenuhi keperluan reka bentuk prototaip. Pada masa yang sama faktor kualiti produk juga diambil kira untuk memastikan produk yang dihasilkan berkualiti dan mesra pengguna. Antara keperluan dan pertimbangan yang diambil kira adalah seperti berikut:

- Bahan binaan: Keseluruhan binaan menggunakan bahan keluli tahan karat gred 304, iaitu gred makanan dan bersesuaian dengan Akta Dan Peraturan Makanan 1983. Terdapat enam faktor utama penggunaan keluli tahan karat dalam industri makanan dan tenusu iaitu rintangan kakisan, ketahanan, kemudahan fabrikasi, rintangan haba, mengekalkan rasa dan warna, keupayaan dibersihkan (Dillon 1992).
- Saiz prototaip: Prototaip bersesuaian dengan peralatan dapur semasa. Alat ini direka bentuk untuk kegunaan di atas meja dengan ketinggian 50 cm, lebar 50 cm dan panjang 50 cm.



Gambar 1. Proses memasak lemong secara tradisional



Gambar 2. Proses rendaman beras pulut



Gambar 3. Ketuhar lemong yang dijana MARDI



Gambar 4. Mesin lemong mini MARDI

- Mekanisasi pemprosesan: Prototaip ini menggunakan sistem ketuhar bagi konsep pertama dengan memasang satu unit alat pemanas elektrik. Penggunaan konsep kedua adalah dengan mengadaptasikan bekas memasak sedia ada di dapur seperti periuk nasi dan akan menggunakan sistem pemanasan secara rebusan.
- Kapasiti pengeluaran: Prototaip ini berupaya untuk menghasilkan tujuh batang lemong mini bersamaan tujuh hidangan bersaiz 10 cm panjang dan berdiameter 5 cm.
- Keutamaan rekaan: Prototaip ini dibina dengan mengutamakan faktor keselamatan, menjamin kualiti produk, kos operasi yang rendah dan penggunaan ruang yang minimum semasa beroperasi.

- Penyelenggaraan dan sanitasi: Sistem yang diguna pakai adalah ringkas dan komponen yang mudah diganti jika berlaku kerosakan bagi tujuan penyelenggaraan. Dari perspektif reka bentuk kebersihan, permukaan sentuhan makanan harus licin, kedap, bebas daripada retak dan rekahan, tidak berliang, tidak menyerap, tidak mencemarkan, bukan reaktif, tahan kakisan, tahan lama dan boleh dicuci (Schmidt 2005).

Novelti dan kelebihan reka bentuk

Kebiasaannya lemang dihasilkan dengan menggunakan buluh sebagai bekas memasak dan kaedah pembakaran secara terbuka. Kaedah ini sangat merumitkan kerana memerlukan kepakaran dan pengalaman semasa mengendalikan proses memasak lemang. Teknologi ketuhar lemang yang sedia ada mampu mengatasi masalah bekalan buluh dan pembakaran secara terbuka serta tidak memerlukan kemahiran tinggi untuk mengendalikannya, tetapi dari segi kos pemilikan mesin adalah tinggi yang mana tidak sesuai untuk kegunaan isi rumah. Kebiasaannya lemang dimakan atau dihidang mengikut waktu perayaan tertentu sahaja, pemilikan ketuhar lemang yang berkapasiti tinggi untuk kegunaan individu adalah kurang sesuai.

Noveltnya teknologi Mesin Lemang Mini MARDI ini mampu untuk beroperasi dalam dua keadaan iaitu secara tunggal atau gabungan teknologi. Konsep tunggal bermaksud bekas memasak lemang telah dilengkapi dengan sistem pemanas elektrik khas dalam satu unit (*Gambar 4*). Manakala konsep gabungan teknologi bermaksud bekas memasak lemang diadaptasikan kepada alat memasak sedia ada diruang dapur iaitu periuk nasi, bekas memasak lemang diletakkan di dalam periuk nasi yang berfungsi sebagai alat pemanas (*Gambar 5*).



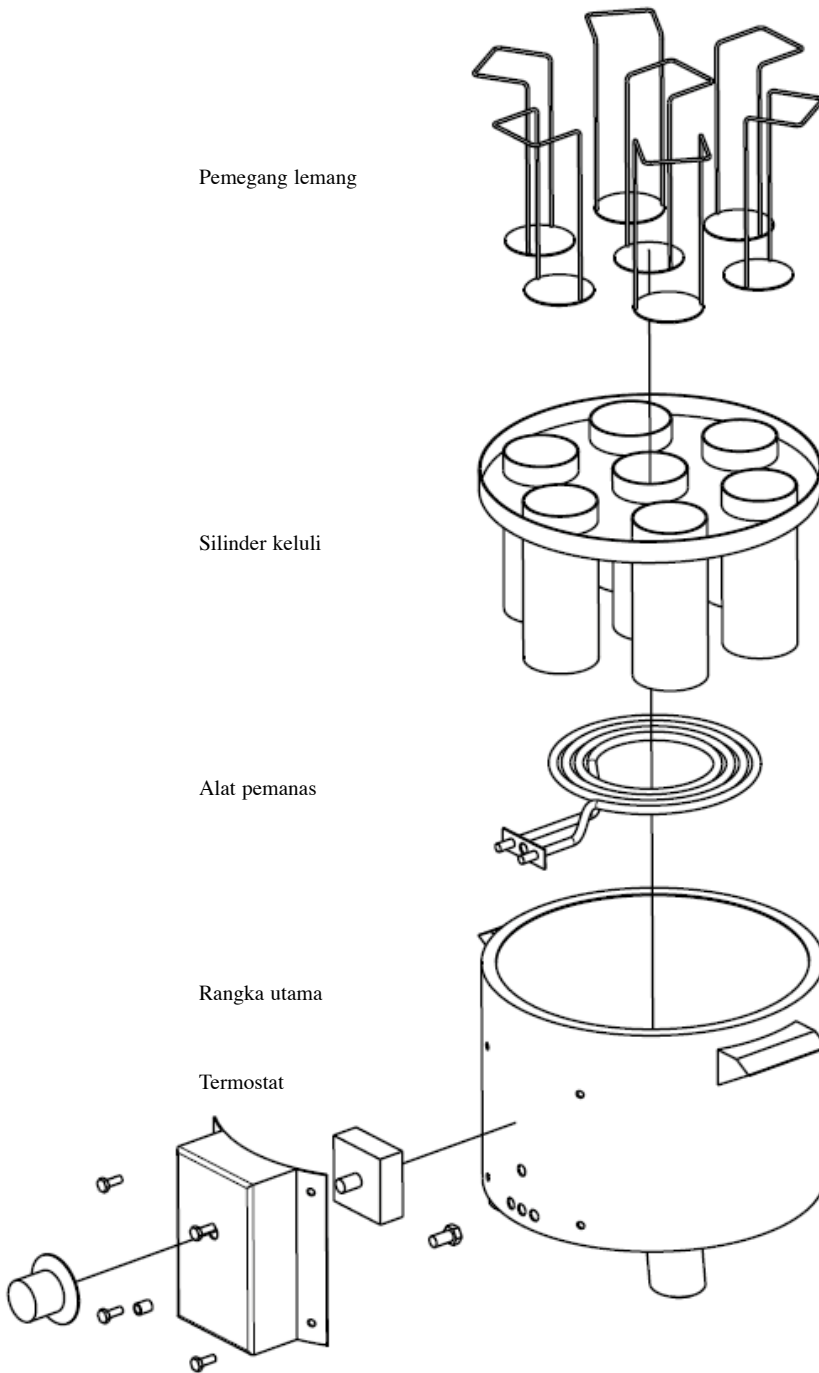
Gambar 5. Konsep gabungan teknologi

Reka bentuk dan tatarajah prototaip

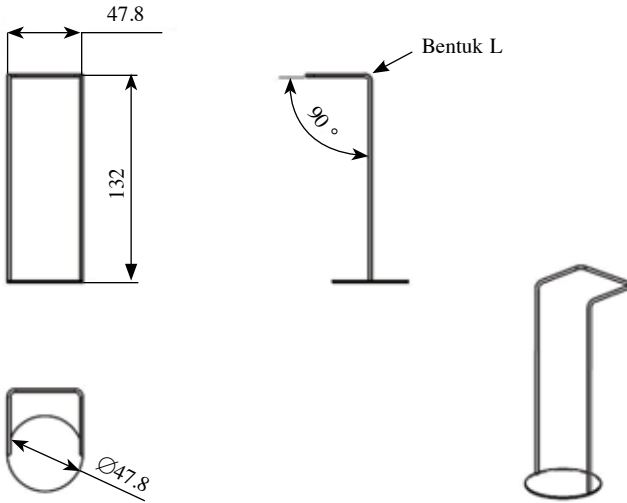
Asas reka bentuk dan tatarajah prototaip Mesin Lemang Mini MARDI berkonsepkan sistem ketuhar yang terdiri daripada lima komponen utama (*Gambar rajah 1*).

- Pemegang lemang: Fungsi pemegang lemang adalah untuk memudahkan mengeluarkan lemang setelah proses memasak selesai. Ia terdiri daripada permukaan rata di bahagian bawah berbentuk bulat dengan diameter 47.8 mm dan dihubungkan dengan rod berbentuk huruf L di bahagian hujung bersudut 90^0 dan tinggi 132 mm (*Gambar rajah 2*). Bentuk L ini bertujuan untuk tidak menghalang dan memudahkan operator untuk memasukan bahan ke dalam silinder semasa penyediaan lemang. Rod yang digunakan adalah bersifat elastik, ia bertujuan untuk membolehkan lemang dikepit dengan rod semasa proses mengeluarkan lemang daripada silinder bagi mengelak lemang daripada terjatuh dari tapak pemegang lemang.
- Silinder keluli: Silinder keluli berfungsi sebagai ruang memasak (*Gambar rajah 3*). Tinggi silinder ialah 12 cm dan saiz setiap silinder berdiameter 5 cm iaitu bersamaan purata saiz diameter buluh lemang. Di bahagian bawah silinder ditutup untuk dijadikan bekas takungan. Bentuk silinder ini digunakan bertujuan untuk mendapatkan bentuk asal lemang tradisional. Tujuh silinder dihubungkan dengan kepingan plat rata berbentuk bulat berdiameter 24 cm dengan di bahagian hujung garis ukur lilit dihadang dengan kepingan plat berbentuk bulat dengan ketinggian 1.5 cm, ianya bertujuan untuk mengelak berlaku tumpahan air dan santan yang melimpah semasa proses memasak dijalankan.
- Alat pemanas: Satu komponen pemanas kuprum berbentuk lingkaran digunakan dengan kuasa 900 w. Komponen ini dihubungkan kepada rangka utama. Fungsi komponen ini adalah untuk menghasilkan haba yang digunakan dalam proses memasak. Elemen pemanas ini diletakkan di bahagian bawah bekas memasak supaya haba yang dihasilkan dapat bergerak dengan mudah dan serata menghala ke atas. Haba yang dihasilkan daripada elemen dipindahkan ke silinder keluli secara olakan melalui udara di dalam rangka utama.
- Rangka utama: Rangka utama berfungsi sebagai rangka penyokong bagi semua komponen. Rangka utama berbentuk silinder dan tertutup di bahagian bawah. Terdapat 13 lubang kecil bersaiz 5 mm di bahagian penutup bawah direka bertujuan meningkatkan kecekapan pergerakan udara mengalir masuk dari bawah ke atas. Ianya dilengkapi dengan pemegang untuk memudahkan kedudukan mesin dialih dan di bahagian bawah rangka silinder dibina tiang penyokong bertujuan menjarakkan aras bawah mesin dengan permukaan meja. Secara keseluruhan rangka mempunyai saiz dengan kelebaran 30 cm, panjang 30 cm dan tinggi 30 cm (*Gambar rajah 4*).
- Termostat: Fungsi termostat adalah untuk melaraskan dan mengawal suhu semasa proses memasak lemang. Suhu bagi thermostat boleh dilaras dalam julat $0 - 200^{\circ}\text{C}$. Jika suhu yang ditetapkan telah tercapai, secara automatik bekalan tenaga elektrik yang dibekalkan kepada elemen pemanas akan dihentikan dan sebaliknya akan belaku sekiranya suhunya tidak mencapai tahap yang ditetapkan. Penggunaan alat pengawal suhu membolehkan proses pemasakan berjalan dengan berkesan serta dapat menjimatkan penggunaan tenaga elektrik.

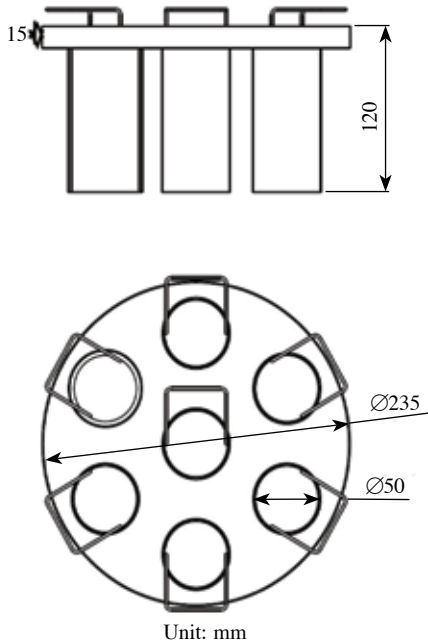
95% prototaip ini dibina daripada bahan tahan karat kecuali komponen alat pemanas dan termostat. Saiz bekas memasak direka bentuk bersesuaian untuk diadaptasikan kepada bekas periuk nasi elektrik berkapasiti 1.8 L. Secara keseluruhan berat bersih purata seunit prototaip ini ialah 4.4 kg dan berat bekas memasak secara tunggal ialah 1.8 kg. Prototaip ini direka bentuk supaya setiap komponen boleh ditanggalkan bagi memudahkan kerja-kerja sanitasi dan penyelenggaraan. Kesemua bahagian yang bersentuhan dengan bahan makanan dibina daripada bahan tahan karat untuk mejamin tahap keselamatan makanan.



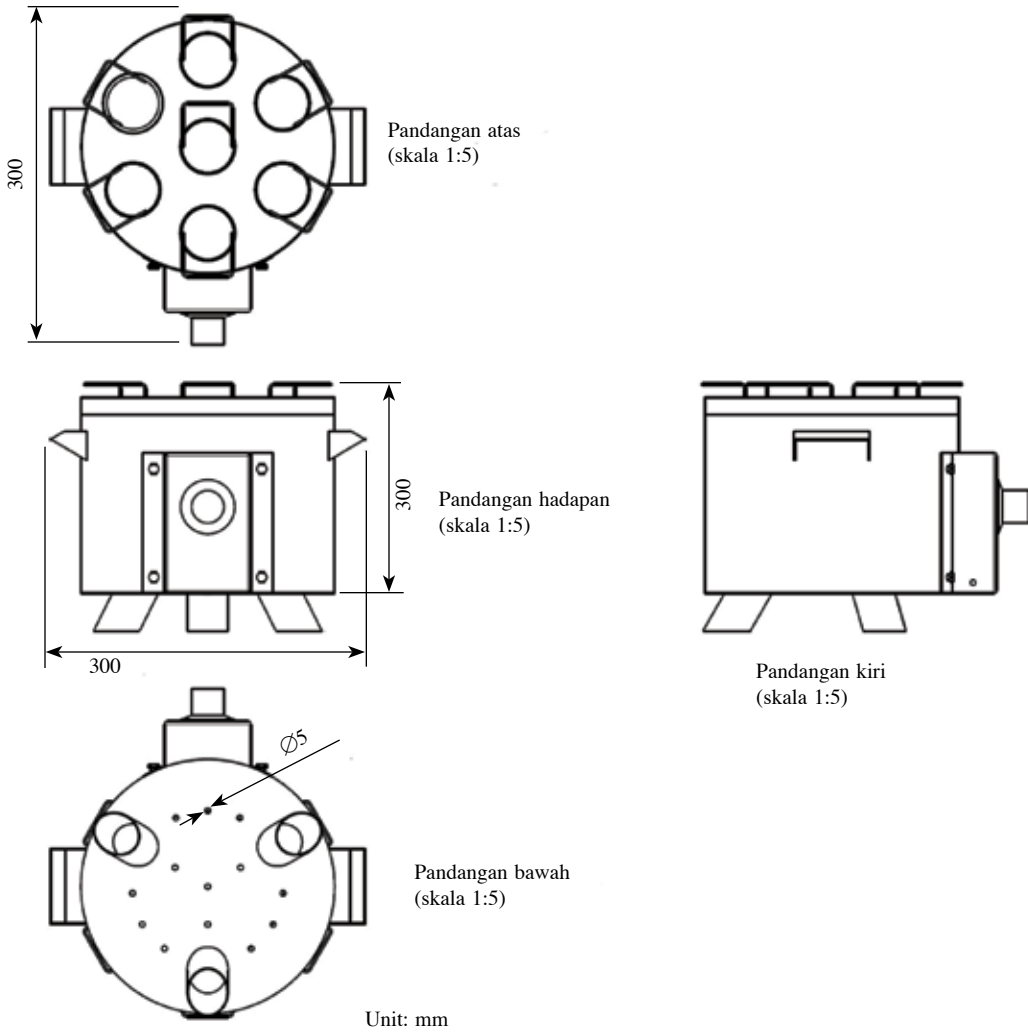
Gambar rajah 1. Lukisan pecahan Mesin Lemang Mini MARDI



Gambar rajah 2. Lukisan perinci pemegang leman



Gambar rajah 3. Lukisan perinci bekas memasak leman



Gambar rajah 4. Lukisan perinci keseluruhan Mesin Lemang Mini MARDI

Kaedah pengendalian

Penghasilan lemang secara tradisional

Buluh perlu dipotong mengikut setiap ruas dengan bahagian atas terbuka dan bahagian bawah tertutup. Buluh perlu dibersihkan dengan air bersih bagi membuang kotoran di bahagian dalam. Seterusnya sehelai daun pisang yang telah dilap dengan kain lembap digulung dan dimasukkan ke dalam buluh. Daun berkenaan perlu diposisikan sehingga mencapai bahagian bawah buluh dan pastikan daun pisang menutupi keseluruhan dinding dalam buluh. Ini adalah penting bagi mengelak daripada lemang melekat pada dinding buluh setelah selesai dimasak. Beras pulut yang telah direndamkan dalam air dimasukkan ke dalam buluh sambil buluh dihentak di atas permukaan keras untuk memampatkan isian beras pulut. Kemudian dimasukkan santan yang telah diadun dengan garam dan bahan-bahan lain dimasukkan ke dalam buluh sehingga paras beras pulut tenggelam sepenuhnya. Setelah bara api disediakan, satu palang besi dengan anggaran ketinggian satu kaki dari aras atas api diletakkan. Buluh lemang yang telah siap diisi akan disandarkan pada palang besi berkenaan dengan darjah kecondongan antara 20 – 25° setiap selang masa 30 minit. Lemang perlu dipusing kebahagian yang tidak menerima haba dari bara api. Proses ini sangat penting untuk memastikan lemang masak sekata. Proses memasak ini mengambil masa selama 4 – 6 jam bergantung kepada kadar penerimaan haba dari bara api. Pengawalan bara api juga sangat penting sepanjang proses memasak dijalankan, bara api hendaklah dikawal supaya dalam keadaan sederhana. Jika api yang dihasilkan terlalu kuat akan menyebabkan lemang hangus dan kualiti tekstur yang terhasil tidak sekata dan jika api yang dihasilkan terlalu kecil menyebabkan proses memasak lemang menjadi lebih lama. Setelah selesai proses memasak dijalankan, buluh perlu dibelah dua untuk mengeluarkan lemang.

Penghasilan lemang menggunakan Mesin Lemang Mini MARDI

Penyediaan bahan proses memasak lemang menggunakan Mesin Lemang Mini MARDI adalah sama dengan kaedah tradisional. Kerja-kerja sanitasi terlebih dahulu perlu dijalankan untuk memastikan peralatan berada dalam keadaan bersih dan bebas dari kotoran atau sebarang bahan yang mendatangkan bahaya kepada pengguna.

Langkah-langkah penyediaan lemang untuk konsep tunggal

- a) Pastikan semua komponen diletakkan pada kedudukan yang betul. Pemegang lemang perlu dimasukkan ke dalam setiap silinder (*Gambar 6*).
- b) Daun pisang yang telah dilap bersih dipotong kepada kepingan bulat berdiameter 4.5 cm untuk diisi di bahagian bawah silinder. Kemudian potong daun pisang berukuran 13 cm panjang digulung sebelum dimasukkan ke dalam setiap silinder (*Gambar 7*).
- c) Beras pulut yang telah direndam dimasukkan ke dalam silinder sebanyak 150 g berat sambil menggoncangkan pemegang lemang untuk memampatkan beras pulut dan kemudian diisi dengan santan yang telah dibancuh dengan bahan ramuan lain sebanyak 90 g berat dimasukkan dan perlu melepasi aras beras pulut (*Gambar 8*).
- d) Mesin Lemang Mini MARDI disambungkan kepada sumber elektrik dan tetapkan thermostat kepada 180 °C (Samsudin 1997). Lemang akan siap dimasak dalam masa 1 jam atau hingga 1 jam 30 minit bergantung kepada pengguna jika inginkan lemang bertekstur lembut atau yang rangup.
- e) Rod pemegang lemang dikepit perlahan-lahan dan tarik keluar pemegang lemang (*Gambar 9*).

Langkah-langkah penyediaan lemang untuk konsep gabungan teknologi

- a) Air perlu diisi ke dalam periuk sebanyak 1.5 liter. Kemudian masukkan bekas memasak ke dalam periuk (*Gambar 5*). Ulangi langkah-langkah kaedah secara tunggal bermula dari (a) hingga (c).
- b) Pasangkan pemanas periuk nasi. Lemang akan siap dimasak dalam masa dua jam. Tambah air dalam periuk nasi sekiranya air kukusan didapati berkurangan.



Gambar 6. Setiap komponen disusun atur



Gambar 7. Daun pisang dimasukkan ke dalam setiap silinder



Gambar 8. Beras pulut dan bancuhan santan dimasukkan ke dalam silinder



Gambar 9. Lemang yang telah siap dimasak dikeluarkan dari silinder

Penilaian kualiti dan keupayaan pengeluaran

Uji kaji penilaian parameter operasi tempoh memasak

Uji kaji penilaian parameter operasi tempoh memasak dijalankan untuk menentukan tempoh memasak yang optimum bagi konsep secara tunggal dan gabungan teknologi, uji kaji penilaian ini berdasarkan kualiti tekstur dan warna lemak yang dihasilkan. Bentuk dan saiz ketuhar yang berbeza mempengaruhi tempoh memasak disebabkan oleh faktor pergerakan haba, oleh itu rujukan tempoh memasak yang digunakan dalam hasil kajian ketuhar lemak sedia ada tidak sesuai digunakan. Selain itu, jumlah haba berbeza yang dibekalkan juga mempengaruhi tempoh memasak, tekstur dan warna lemak. Bagi penggunaan konsep tunggal, suhu ketuhar ditetapkan pada 180 °C (Samsudin 1997) dan manakala konsep gabungan teknologi menggunakan kaedah pemanasan secara kukusan iaitu dengan ketetapan suhu didih 100 °C. Kaedah penilaian tekstur dan warna lemak yang digunakan ialah penilaian awalan (*hedonic rating test*) oleh tiga orang ahli panel terlatih. Setiap faktor penilaian kualiti dinyatakan pada skala 1 – 10. Ujian penilaian tekstur dan warna lemak bermula selepas 30 minit proses memasak lemak dijalankan dan berterusan selepas selang masa 10 minit kemudian.

Bedasarkan keputusan uji kaji bagi konsep tunggal, skor penerimaan tertinggi menunjukkan lemak sesuai dimasak dalam tempoh 70 – 80 minit (*Jadual 1*). Oleh itu, ditetapkan tempoh untuk memasak lemak menggunakan mesin lemak mini MARDI pada tempoh minimum selama 70 minit dan tempoh maksimum selama 80 minit. Ia lebih pantas berbanding mesin ketuhar lemak biasa iaitu 120 minit tempoh memasak diperlukan jika dirujuk kepada ketuhar lemak 20 batang dengan penggunaan tenaga elektrik sebanyak 5 kWh.

Bedasarkan keputusan uji kaji bagi konsep gabungan teknologi, skor penerimaan tertinggi menunjukkan lemak sesuai dimasak dalam julat tempoh 120 – 130 minit (*Jadual 2*). Oleh itu, tempoh untuk memasak lemak bagi kaedah gabungan teknologi ditetapkan pada tempoh minimum selama 120 minit dan maksimum selama 130 minit.

Perbandingan kualiti produk lemak kaedah tradisional dan ketuhar

Satu uji kaji kualiti dijalankan untuk membandingkan kualiti lemak antara yang dihasilkan secara tradisional dan dengan menggunakan Mesin Lemak Mini MARDI. Kaedah penilaian kualiti yang digunakan ialah penilaian awalan (*hedonic rating test*) oleh 10 orang ahli panel terlatih. Nilai

Jadual 1. Perbandingan kualiti tekstur dan rasa terhadap tempoh proses memasak bagi konsep tunggal

Tempoh memasak (minit)	Skor penilai						Purata skor
	1		2		3		
	A	B	A	B	A	B	
30	1	6	1	4	1	1	2.3
40	1	7	1	8	1	1	3.2
50	5	8	6	9	6	6	6.7
60	8	10	9	10	8	9	9.0
70	9	10	10	10	10	10	9.8
80	10	10	10	10	9	10	9.8
90	9	9	9	8	9	6	8.3
100	8	9	9	7	9	6	8.0
110	7	5	5	4	6	5	5.3
120	7	4	4	3	6	5	4.8

Nota:

(A) mewakili tekstur, (B) mewakili warna

Skor faktor 1: tidak suka langsung, 10: amat suka

Jadual 2. Perbandingan kualiti tekstur dan rasa terhadap tempoh proses memasak bagi konsep gabungan teknologi

Tempoh memasak (minit)	Skor penilai						Purata skor
	1		2		3		
	A	B	A	B	A	B	
60	2	3	2	3	2	2	2.3
70	2	3	2	3	2	2	2.3
80	3	3	3	3	3	3	3.0
90	4	3	3	4	4	3	3.5
100	7	5	7	5	7	5	6.0
110	9	8	9	8	9	7	8.3
120	9	9	10	9	9	8	9.0
130	9	9	10	10	9	9	9.3
140	9	9	9	9	9	8	8.8
150	8	9	8	8	8	8	8.2

Nota:

(A) mewakili tekstur, (B) mewakili warna

Skor faktor 1: tidak suka langsung, 10: amat suka

kualiti dibandingkan dari segi faktor keseragaman warna, aroma, rasa, kemampatan dan penerimaan keseluruhan. Nisbah formulasi bahan yang sama digunakan dalam setiap uji kaji penghasilan lemak secara tradisional dan menggunakan mesin lemak mini MARDI. Nisbah bancuhan bahan yang digunakan ialah 150 g beras pulut telah direndam: 120 g bancuhan santan: 3 g garam (50:40:1). Bagi nisbah bancuhan santan pekat dan air ialah (3:2).

Setelah lemak siap dimasak, lemak akan dipotong kepada kepingan setebal 1 cm. Lemak akan dihidang kepada penilai selepas 15 minit kemudian. *Jadual 3* menunjukkan keputusan penilaian kualiti. Dari segi keseragaman warna menunjukkan penerimaan penggunaan ketuhar adalah lebih baik dan manakala dari segi aroma dan rasa adalah setara. Dari segi faktor kemampatan menunjukkan penggunaan kaedah tradisional memperoleh penerimaan lebih baik. Secara keseluruhan, kaedah penggunaan ketuhar dapat mengekalkan kualiti asal produk seperti yang dihasilkan secara tradisional dan dapat tambah baik dari segi penampilan produk supaya lebih menarik serta seragam dari segi warna.

Penilaian keupayaan mesin

Satu uji kaji keupayaan mesin lemak mini MARDI dijalankan untuk menentukan keberkesanan pemindahan haba dalam sistem semasa proses memasak dijalankan. Bagi konsep kaedah tunggal, haba dibekalkan oleh elemen pemanas elektrik. Elemen tersebut mengeluarkan haba sebaik sahaja elektrik dialirkan. Kekuatan tenaga yang dibekalkan kepada elemen pemanas ialah 1.8 kw. Haba yang dihasilkan oleh elemen pemanas akan mengalir ke bekas silinder secara olakan (*convection*) dan haba dari bekas silinder akan mengalir kepada lemak secara konduksi (*conduction*). Dengan menggunakan *Data Logger* jenis Data Taker model DT80 series 2 (*Gambar 10*), suhu ketuhar dan lemak direkod sepanjang proses memasak dijalankan bagi setiap gandaan 10 saat (*Lampiran 1*).

Jadual 4 menunjukkan ringkasan catatan perubahan suhu pada setiap 10 minit. Merujuk keputusan uji kaji pada *lampiran 1*, suhu awal lemak dan ruang ketuhar secara purata 29 °C. Setelah elektrik dialirkan kepada elemen pemanas selama 2 minit 10 saat, suhu di ruang ketuhar telah mencapai 180 °C dan terus belaku peningkatan suhu sehingga mencapai 386 °C pada permulaan pemanasan dijalankan. Selepas 6 minit 50 saat berikut, suhu di ruang ketuhar telah mencapai kestabilan secara menyeluruh dalam julat 150 – 240 °C dengan amplitud ±45 °C. Selepas 33 minit kemudian, secara

Jadual 3. Perbandingan kualiti lemak uji kaji pertama

No penilai	Skor faktor (1 – 10)									
	Keseragaman Warna		Aroma		Rasa		Kemampatan		Penerimaan Keseluruhan	
	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M
1	5	10	8	8	8	9	8	8	7	7
2	6	9	7	7	9	8	9	8	8	8
3	5	9	8	8	8	8	8	7	8	9
4	6	10	7	7	9	9	7	6	6	5
5	4	9	7	7	7	7	8	7	7	8
6	7	9	6	6	8	8	9	9	9	9
7	5	10	8	8	7	7	8	7	8	8
8	6	10	7	6	6	5	10	9	7	7
9	6	9	8	9	8	9	8	7	8	8
10	5	10	7	7	8	8	9	8	8	9
Purata	5.5	9.5	7.3	7.3	7.8	7.8	8.4	7.6	7.6	7.8

Nota:

(T) mewakili kaedah tradisonal, (M) mewakili kaedah penggunaan mesin.

Skor faktor 1: tidak suka langsung, 10: amat suka



Gambar 10. Data Logger jenis Data Taker model DT80 series 2

purata suhu lemak telah mencapai 100 °C dan proses penyejatan mula berlaku. Air dibahagian atas bekas silinder mula kelihatan mendidih dan suhu sentiasa kekal pada sekitar 100 °C.

Ketika proses memasak, tenaga haba yang dihasilkan oleh elemen pemanas digunakan untuk memanaskan lemak dan ruang ketuhar. Walau bagaimanapun, sepanjang proses pemindaan haba ini berlaku kehilangan haba yang akan mempengaruhi kecekapan haba memasak. Tenaga haba yang dimanfaatkan hanyalah tenaga haba yang diterima oleh bancuhan lemak. Jumlah tenaga haba yang diterima oleh tujuh batang lemak mini hanya 866.133 kJ iaitu 54% kecekapan haba daripada tenaga keseluruhan yang dibekalkan oleh elemen pemanas sebanyak 1603.8 kJ (Jadual 5). Sebahagian haba yang dibekalkan terbebas ke ruang persekitaran.

Jadual 4. Hubungan antara suhu ketuhar dan lemak terhadap masa

Masa (Minit)	Suhu ketuhar (°C)	Suhu lemak (°C)			
		1	2	3	4
0	29	29	29	30	29
10	199	68	86	69	78
20	189	88	99	81	92
30	187	97	101	92	98
40	177	100	101	100	100
50	177	100	102	100	100
60	179	100	103	100	100
70	181	100	105	100	101
80	190	100	107	100	101

Nota: Alat pelaras suhu termostat ketuhar ditetapkan pada 180 °C

Jadual 5. Penggunaan tenaga untuk menghasilkan tujuh lemak mini

Fungsi	Jumlah (kg)	Suhu (°C)	Penggunaan tenaga (kJ)
Memanaskan air	0.543	29 – 100	161.113
Memanaskan pulut	0.727	29 – 102	97.651
Meruapkan air	0.270	100	607.369
Jumlah tenaga memasak tujuh batang mini lemak			866.133 kJ
Jumlah tenaga dibekalkan daripada elemen elektrik			1,603.8 kJ
Kecekapan haba memasak			54%

Nota:

Jumlah masa arus dialirkan kepada elemen pemanas 891 saat/proses

Haba tentu air ialah 4.179 kJ/kg °C

Haba tentu pulut dianggap 1.84 kJ/kg °C

Haba pendam air pada 100 °C ialah 2 256.7 kJ/kg °C

$$\text{Peratusan Kecekapan haba memasak} = \frac{\text{Tenaga bagi memasak lemak}}{\text{Tenaga yang dibekalkan}} \times 100\%$$

Sumber: Howell 1987

Seterusnya, uji kaji keupayaan memasak lemak diulang bagi konsep gabungan teknologi iaitu memasak lemak menggunakan periuk nasi saiz Panasonic SR-E18A (1.8L). Proses ini melibatkan sistem pemanasan kukusan air. Elemen pemanas periuk nasi mengeluarkan haba sebaik sahaja elektrik dialirkan dan penggunaan tenaga yang dibekalkan adalah sebanyak 0.9 kw. Haba yang dihasilkan oleh elemen pemanas akan mengalir ke bekas periuk untuk memanaskan air kukusan. Kemudian haba yang diterima oleh air kukusan akan mengalir ke bekas silinder untuk memanaskan lemak. Konsep ini hanya melibatkan pemindahan haba secara konduksi untuk setiap peringkat. Disebabkan konsep ini menggunakan sistem kukusan, suhu maksimum dapat dibekalkan kepada bekas silinder hanya 100 °C iaitu bersamaan suhu takat didih air. Oleh itu tempoh memasak lemak adalah lebih lama berbanding dengan konsep tunggal iaitu penggunaan ketuhar. Setelah air kukusan mencapai suhu takat didih, wap-wap air akan terbentuk dan memenuhi ruang kukusan membolehkan pemindahan haba berlaku secara olakan terhadap keseluruhan permukaan bekas silinder. *Jadual 6* menunjukkan ringkasan catatan perubahan suhu dalam pada setiap 10 minit. Berdasarkan kepada keputusan uji kaji di *Lampiran 2*, suhu air kukusan mencapai 100 °C setelah 23 minit proses pemanasan dijalankan dan suhu terus kekal sehingga akhir proses. Tenaga haba yang dimanfaatkan hanyalah tenaga haba yang diterima oleh bancuhan lemak. Jumlah tenaga haba yang diterima oleh tujuh batang lemak mini hanya 572.15 kJ iaitu 8.83% kecekapan haba daripada tenaga keseluruhan yang dibekalkan

Jadual 6. Hubungan antara suhu ketuhar dan lemang terhadap masa

Masa (Minit)	Suhu kukusan (°C)	Suhu lemang (°C)	
		1	2
0	30	30	30
10	62	34	34
20	90	58	60
30	100	86	87
40	100	96	96
50	100	99	99
60	100	100	100
70	100	100	100
80	100	100	100
90	100	100	100
100	100	100	100
110	100	100	100
120	100	100	100

Nota: Alat pelaras suhu termostat ketuhar ditetapkan pada 180 °C

Jadual 7. Penggunaan tenaga untuk menghasilkan tujuh lemang mini

Fungsi	Jumlah (kg)	Suhu (°C)	Penggunaan tenaga (kJ)
Memanaskan air	0.637	29-100	189.00
Memanaskan pulut	0.860	29-100	112.35
Meruapkan air	0.120	100	270.80
Jumlah tenaga memasak 7 batang mini lemang			572.15 kJ
Jumlah tenaga dibekalkan daripada elemen elektrik			6480.00 kJ
Kecekapan haba memasak			8.83%

Nota:

Jumlah masa arus dialirkan kepada elemen pemanas 7,200 saat/proses

Haba tentu air ialah 4.179 kJ/kg °C

Haba tentu pulut dianggap 1.84 kJ/kg °C

Haba pendam air pada 100 °C ialah 2 256.7 kJ/kg °C

$$\text{Peratusan Kecekapan haba memasak} = \frac{\text{Tenaga bagi memasak lemang}}{\text{Tenaga yang dibekalkan}} \times 100\%$$

Sumber: (Howell 1987)

oleh elemen pemanas sebanyak 6480.00 kJ (*Jadual 7*). Sebahagian haba yang dibekalkan terbebas ke ruang persekitaran.

Kos penghasilan produk

Bagi konsep penggunaan secara tunggal, kos untuk menghasilkan tujuh batang lemang mini dianggarkan sekitar RM8.10 mengikut ketetapan harga pada tahun 2016. Kos ini mengambil kira 1 proses penghasilan lemang dengan penggunaan beras pulut 1 kg, 1/2 kg santan, seikat daun pisang dan penggunaan elektrik pada kadar RM0.218/kwJ (*Jadual 8*). Oleh itu, dianggarkan kos bagi sebatang lemang mini ialah RM1.16 untuk hidangan seorang tetamu. Manakala bagi konsep gabungan

teknologi, kos untuk menghasilkan tujuh batang lemag mini dianggarkan sekitar RM8.39 mengikut ketetapan harga pada tahun 2016. Dianggarkan kos bagi sebatang lemag mini ialah RM1.20 untuk hidangan seorang tetamu (*Jadual 9*).

Dari segi kos pengeluaran, tiada perbezaan ketara bagi kedua-dua konsep iaitu hanya RM0.04 bagi setiap batang lemag walaupun tempoh memasak yang diperlukan adalah berbeza.

Jadual 8. Kos pengeluaran tujuh batang lemag mini bagi konsep penggunaan secara tunggal

Perkara	Kos (RM)
Kos penggunaan tenaga	0.10
Beras pulut 1 kg	5.00
Santan 1/2 kg	2.50
Daun pisang	0.50
Jumlah	8.10

Nota: Kadar tarif elektrik RM 0.218/kwJ di bawah blok prorata 200 kwJ

Jadual 9. Kos pengeluaran tujuh batang lemag mini bagi konsep gabungan teknologi

Perkara	Kos (RM)
Kos penggunaan tenaga	0.39
Beras pulut 1 kg	5.00
Santan 1/2 kg	2.50
Daun pisang	0.50
Jumlah	8.39

Nota: Kadar tarif elektrik RM0.218/kwJ di bawah blok prorata 200 kwJ

Kesimpulan

Satu revolusi teknologi penghasilan lemag telah dibangunkan dengan gabungan konsep ketuhar lemag sedia ada yang diberi nama Mesin Lemang Mini MARDI. Fokus utama mesin ini dibangunkan adalah untuk menghasilkan teknologi yang bersesuaian bagi kegunaan isi rumah atau domestik. Beberapa faktor telah diketengahkan dalam reka bentuk ini iaitu dari segi kos rendah, ringkas dan mudah digunakan. Tujuan teknologi ini dibangunkan adalah untuk membantu isi rumah untuk menyediakan hidangan lemag dalam kuantiti yang minimum bersesuaian untuk hidangan sekeluarga dan dalam masa yang sama mengekalkan ciri-ciri rasa tradisional lemag. Berdasarkan uji kaji yang dijalankan, kos pengeluaran lemag adalah berpatutan dan bersesuaian untuk kegunaan domestik iaitu RM1.16 – 1.20 untuk setiap hidangan bagi seorang tetamu. Manakala hasil daripada ujikaji penerimaan menunjukkan produk yang dihasilkan mendapat sambutan yang baik daripada pengguna dan produk yang dihasilkan adalah lebih baik dari segi kualiti berbanding dengan lemag yang dihasilkan secara tradisional.

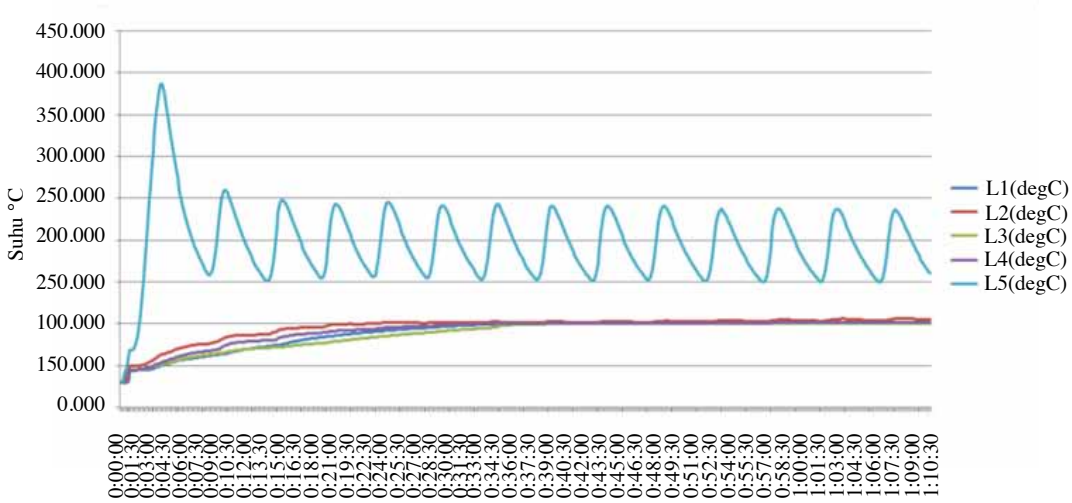
Rujukan

- Dillon C. P., Rahoi D. W., Tuthill A. H. (1992) Stainless steels for bio-processing, Part 3: Classes of alloys. *Bio-pharmaceutical* 5: 30 – 38
- Howell, Buckius, McGraw-Hill (1987). *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*, New York Robert, L. R. (1972). Quick-cooking rice. Dalam *Rice Chemistry and technology* (Houston. D. F. .. ed.): 381 – 97
- Samsudin A., Mohd Zainal I., Mohd. Taufik A. (1989). Teknologi baru pemprosesan dan pengeluaran lemag. *MARDI Res. J.* 17(2): 286 – 294
- Samsudin A. (1997). Ketuhar lemag – pelbagai reka bentuk dan kapasiti pengeluaran. *Tekno. Makanan.* 16(2): 1 – 7
- Schmidt R. H., Erickson D. J. (2005). *Sanitary design and construction of food equipment*. Univ. of Florida Coop.
- Yataro Nunokawa (1972). Sake. In *Rice chemistry and technology* (Houston D. F. .. ed.): 449-82.

Abstract

Technology revolution in *lemang* production has been developed and named as Mesin Lemang Mini MARDI. The basic form of the innovation is built from a stainless steel cylindrical casing that serves as a cooking container. The cylindrical shape cooking container was selected to preserve the traditional shape of *lemang* which was previously cooked using bamboo. This innovation can be operated in two modes which were single or combination. In single mode, *lemang* was cooked using the cooking container which was attached to custom made electrical heater cooker. For the combination mode, *lemang* was cooked using the cooking container which was attached to conventional home rice cooker. The development of innovation was focus on household consumption. The cooking duration of *lemang* by using single mode was 70 min with heat efficiency rate of 54% and while for combination mode, the cooking duration was 120 min with heat efficiency rate of 8.83%. Average production cost of *lemang* was between ranges RM1.16 to RM1.20/piece.

Lampiran 1.



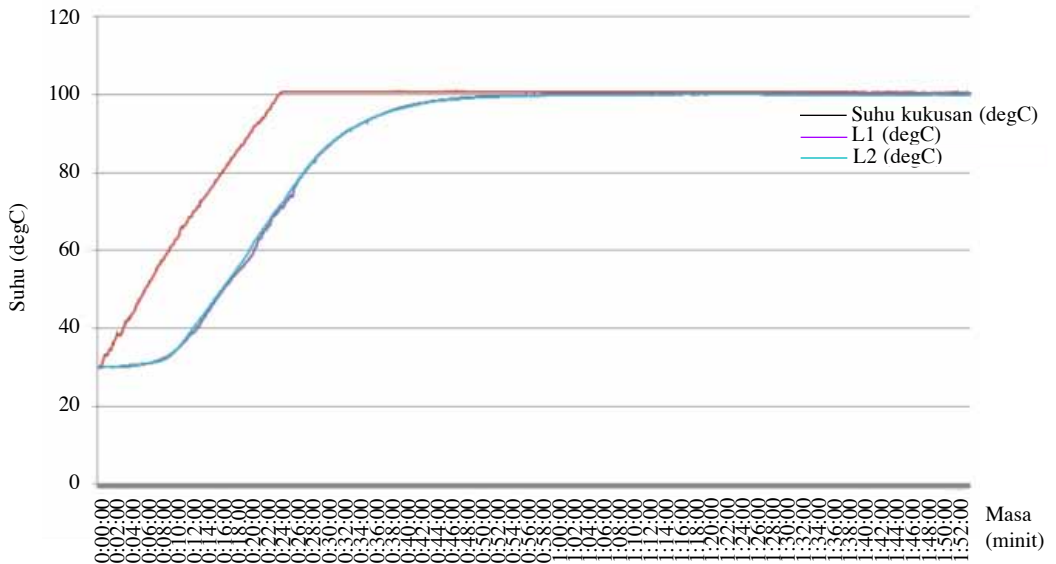
Nota:

L: Suhu lemang

K: Suhu ruang ketuhar

Rajah 1. Perubahan suhu lemang dan ketuhar terhadap penambahan masa

Lampiran 2



Nota:

L: Suhu lelehan

Rajah 2. Perubahan suhu Lemang dan air kukusan terhadap pertambahan masa

