

## **Pembangunan sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledak VitAto**

(Development of bulk handling and curing system for VitAto sweet potato)

Ishak Hashim, Amir Syariffuddeen Mhd Adnan, Yahya Sahari dan Azman Hamzah

### **Pengenalan**

Ubi keledak bukanlah asing kepada rakyat Malaysia kerana dianggap sebagai salah satu makanan ruji selain beras, gandum, jagung, barli, ubi kentang dan ubi kayu. Pengeluaran ubi keledak adalah berskala kecil yang kebiasaannya dilakukan oleh petani-petani di kawasan luar bandar dan hasil ubi keledak digunakan sebagai tanaman sampingan. Ia juga sebagai menyahut seruan kerajaan untuk dijadikan tanaman alternatif kepada tembakau bagi memperoleh punca pendapatan hasil baru untuk petani di Kelantan dan Terengganu.

MARDI telah menjalankan kajian terhadap ubi keledak dan telah berjaya menghasilkan varieti ubi keledak yang dinamakan VitAto. Ubi keledak VitAto atau nama saintifiknya *Ipomoea batatas* tergolong dalam famili Convolvulaceae dan mempunyai struktur fizikal yang berwarna oren dan kaya dengan bahan antioksidan seperti  $\beta$ -karotena.  $\beta$ -karotena berupaya bertukar kepada vitamin A apabila berlakunya tindak balas di dalam badan manusia. Selain itu, VitAto juga kaya dengan vitamin C, vitamin E dan antosianin yang mampu mencegah kerosakan sel dan DNA, seterusnya mampu menghalang masalah penyakit barah, kecacatan pada janin dan melambatkan proses penuaan. Hasil kajian MARDI mendapati ubi keledak VitAto sesuai ditanam di tanah bris di seluruh negara. Sebahagian besar kawasan ini melibatkan kawasan penanaman berskala besar di Kelantan dan Terengganu. Ubi keledak VitAto sesuai diproses menjadi tepung dan digunakan sebagai salah satu bahan dalam tepung pracampuran untuk hasilan bakeri berasaskan ubi keledak seperti biskut, muffin dan kek.

Kualiti fizikal dan kandungan nutrien ubi keledak VitAto perlu dikekalkan supaya permintaan yang tinggi dapat dikekalkan di pasaran. Kedua-dua faktor ini akan menurun sekiranya ubi tercedera secara mekanikal semasa penuaian. Selain itu, lebam dan pengecutan berlaku akibat pendedahan terlalu lama kepada sinaran matahari juga boleh memberi kesan kepada kualiti fizikal dan kandungan nutrien ubi keledak VitAto. Kecederaan mekanikal pada kulit ubi umpamanya akan mendedahkan kepada risiko kehadiran mikroorganisma untuk membiak dan merosakkan struktur

dalam ubi. Keadaan ini mengakibatkan kualiti ubi terutama dari segi kandungan nutrien merosot dan struktur fizikal ubi yang rosak akan memberi impak yang tidak menarik kepada pengguna. Oleh yang demikian, ubi keledek VitAto perlu dirawat (*curing*) segera selepas dituai tanpa basuhan. Untuk mengatasi masalah ini, penyelidikan dan pembangunan sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledek VitAto telah dijalankan di MARDI.

### **Reka bentuk pembangunan sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledek VitAto**

Secara ringkas, objektif pembangunan sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledek VitAto adalah untuk mendapatkan persekitaran terkawal (*control environment*) berdasarkan kepada parameter tertentu seperti suhu dan kelembapan bandingan udara di dalam bilik. Persekitaran udara terkawal ini sesuai bagi merawat ubi keledek yang tercedera semasa penuaian dan pengendalian di peringkat ladang. Secara purata, 20 – 25% kerosakan berlaku pada ubi VitAto semasa penuaian, pengendalian di ladang dan di rumah pembungkusan. Proses pengawetan yang sempurna (selama 96 jam optimum) dapat membantu menyembuh dan memulihkan kecederaan dan menyumbang kepada peningkatan kualiti ubi dan memanjangkan tempoh pemasaran.

Pembangunan sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledek VitAto ini merangkumi dua bahagian, iaitu struktur bilik dan mekanisme kawalan suhu serta kelembapan udara di dalam bilik. Struktur bilik pengawetan direka bentuk dengan bersaiz keseluruhan tujuh kaki panjang, tujuh kaki lebar dan tujuh kaki tinggi serta dinding yang dibina daripada panel poliuretana (PU) berketebalan dua inci. Bilik pengawetan adalah ruang yang dikhususkan untuk menyimpan sampel ubi keledek VitAto. Keluasan ruang ini ialah 320 kaki padu dan kapasiti muatan maksimum sehingga 750 kg ubi keledek VitAto dapat diawet atau disimpan dalam satu masa.

Mekanisme kawalan suhu dan kelembapan bandingan udara di dalam bilik pengawetan dan penyimpanan terdiri daripada tiga unit iaitu unit pelembapan (*humidifier unit*), unit pemanasan (*heating unit*) dan unit penyejukan (*cooling unit*) yang ditempatkan masing-masing di atas dan kanan struktur bilik. Saluran daripada bahan keluli tahan karat (*stainless steel*) bergaris pusat enam inci digunakan untuk menyambungkan antara unit pelembapan dan pemanasan. Unit pelembapan terdiri daripada kipas, sirip-sirip kertas dan pam serta tangki air yang berperanan untuk meningkatkan kandungan kelembapan udara yang akan memasuki ke ruangan di dalam bilik melalui proses penyejukan. Ini terjadi apabila udara yang kelembapan bandingannya rendah bergerak pada kelajuan tinggi melalui panel kertas yang dibasahi dengan aliran air. Komponen yang terdapat dalam unit pemanasan ialah

lingkaran pemanas dan kipas yang dipasangkan secara bersiri di dalam saluran aliran udara. Udara yang bersuhu rendah akan disedut keluar oleh kipas melalui saluran keluar di bahagian atas atau bumbung struktur bilik dan suhunya akan ditingkat selepas melalui lingkaran pemanas untuk masuk semula ke dalam bilik.

Dengan menggunakan konsep penyaman udara, unit penyejukan mempunyai pemampat, gelung penyejuk, pemeluwap dan bahan pendingin. Ia ditempatkan bersama dengan unit pelembapan dengan gelung penyejuk direndamkan ke dalam tangki air unit pelembapan bagi menyejukkan air yang akan disedut oleh pam untuk membasahi panel kertas. Maka suhu udara dapat diturunkan kepada nilai yang ditetapkan selepas ia melalui unit pelembapan.

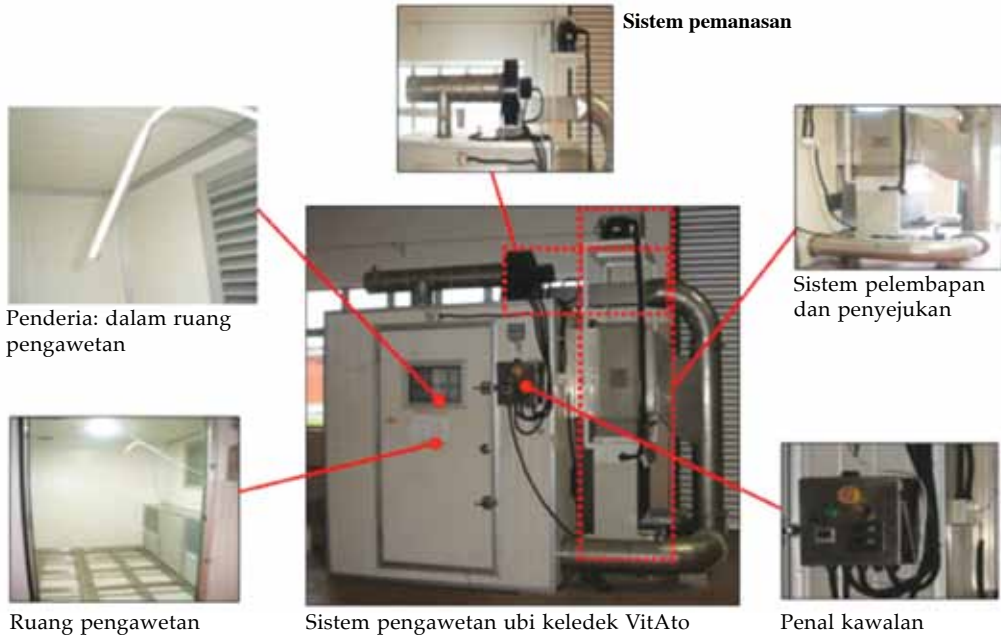
Ketiga-tiga unit ini dikawal oleh tiga modul kawalan masing-masing. Setiap modul kawalan terdiri daripada komponen-komponen elektronik, paparan bacaan dan penderia (*sensor*). Tiga unit penderia dipasang pada sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledak VitAto, satu unit penderia suhu dan satu unit penderia kelembapan bandingan udara ditempatkan di dalam bilik pengawetan dan penyimpanan keledak, manakala satu unit penderia suhu ditempatkan di dalam tangki unit pelembapan. Ketiga-tiga unit penderia ini disambungkan kepada modul kawalan masing-masing. Tugas ketiga-tiga penderia ini adalah mengesan persekitaran mengikut fungsi masing-masing dan menghantar isyarat elektrik kepada modul pengawalan. Modul kawalan akan memaparkan bacaan semasa dan bertindak menghidupkan atau mematikan operasi unit bawah kawalannya agar keadaan persekitaran memenuhi/mematuhi kehendak parameter suhu dan kelembapan di dalam bilik yang ditetapkan. Modul kawalan unit pemanasan dan modul kawalan pelembapan bandingan udara ditempatkan bersama di dalam kotak di hadapan struktur bilik, manakala modul kawalan untuk mekanisme penyejukan berada berhampiran strukturnya.

Kedudukan mekanisme kawalan suhu dan kelembapan bandingan udara pada struktur utama dan spesifikasi teknikal adalah seperti dalam *Gambar 1* dan *Jadual 1*.

Untuk mempercepatkan dan menstabilkan suhu dan kelembapan bandingan udara di dalam bilik pengawetan dan penyimpanan keledak, teknik pengaliran udara secara tertutup digunakan di mana udara yang keluar dari bilik sama ada melalui unit pemanasan atau unit pelembapan akan masuk semula melalui saluran bahagian bawah bilik. Pergerakan arah aliran udara masuk-keluar melalui unit pemanasan dan unit pelembapan

Jadual 1. Spesifikasi setiap sistem

Sistem	Spesifikasi teknikal
Kapasiti pelembapan	6,000 m <sup>3</sup> /h
Kuasa pelembapan	290 W
Kuasa penyejukan	1 Hp
Kuasa pemanasan	1 kWt

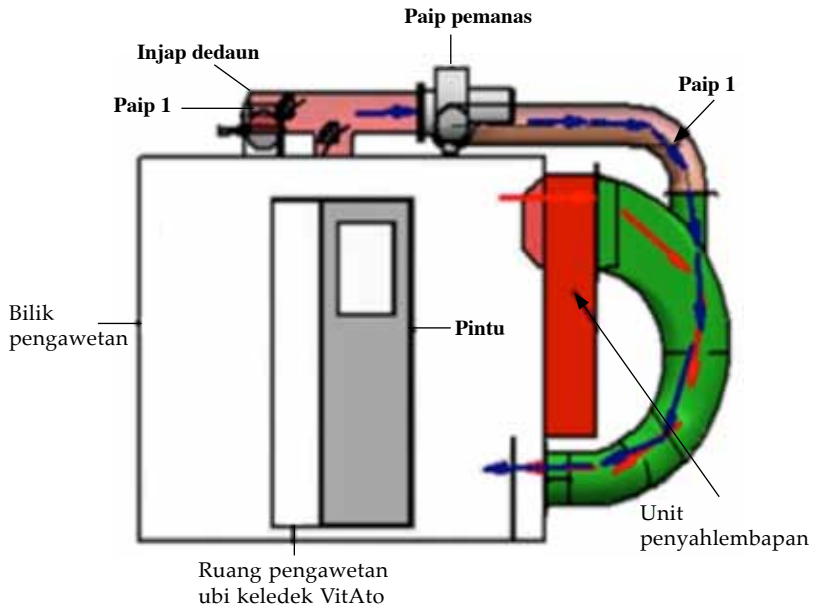


Gambar 1. Komponen-komponen sistem pengawetan ubi keledek VitAto MARDI

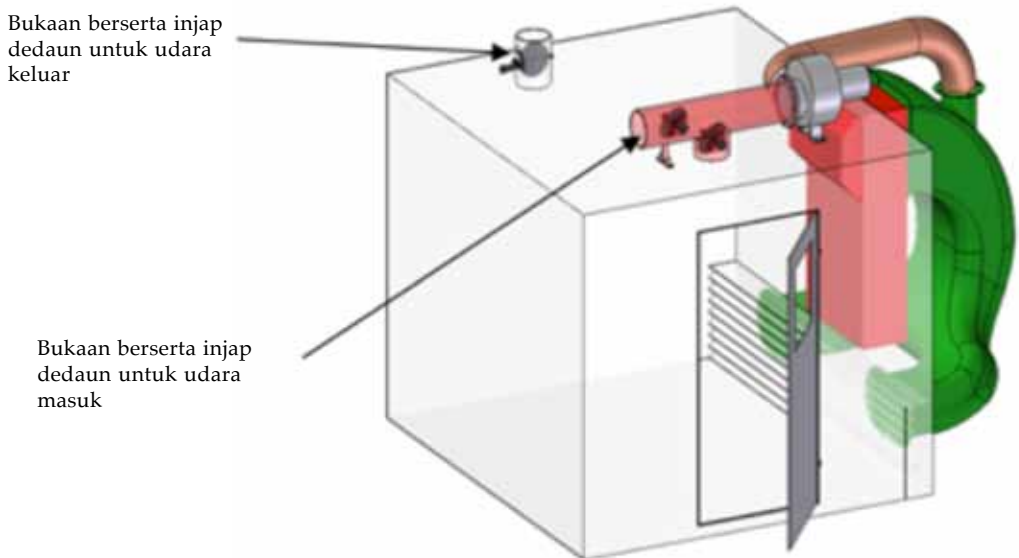
masing-masing adalah dalam garis berpanah warna biru dan merah seperti yang ditunjukkan dalam *Gambar rajah 1*. Walau bagaimanapun, terdapat bukaan untuk membolehkan udara keluar dan masuk ke dalam bilik. Bukaan udara luar memasuki bilik ditempatkan pada saluran ke unit pemanas, untuk saluran udara keluar pula, ia ditempatkan secara berasingan pada bahagian atas bilik (bumbung). Kedua-dua bukaan ini dikendalikan secara manual dengan membuka dan menutup injap dedaun supaya penukaran udara berlaku semasa proses pengawetan dan penyimpanan. Kedudukan bukaan masuk dan keluar udara pada binaan struktur sistem bilik pengawetan dan penyimpanan keledek ditunjukkan seperti dalam *Gambar rajah 2*.

### **Prinsip sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledek VitAto MARDI**

Secara prinsipnya, operasi sistem pengawetan dan penyimpanan keledek ini melibatkan penggunaan unit pelembapan, unit penyejukan dan unit pemanasan. Apabila bekalan kuasa dihidupkan, penderia masing-masing akan mengesan keadaan suhu dan kelembapan bandingan udara di dalam bilik pengawetan dan begitu juga dengan suhu air di dalam tangki unit pelembapan. Unit pemanasan dan unit pelembapan akan dihidupkan oleh modul kawalan masing-masing apabila bacaan parameter suhu udara dan kelembapan bandingan rendah daripada nilai yang ditetapkan dan sebaliknya jika kedua-dua bacaan parameter



Gambar rajah 1. Pergerakan aliran masuk-keluar melalui sistem pemanasan dan sistem pelembapan



Gambar rajah 2. Pandangan isometri 3D untuk kedudukan bukaan masuk dan keluar udara

ini tinggi daripada nilai yang ditetapkan kedua-dua akan dihentikan operasi. Unit penyejukan pula akan diaktifkan oleh modul kawalannya jika bacaan suhu air di dalam tangki penyimpanan air unit pelembapan melebihi nilai yang ditetapkan. *Jadual 2* menunjukkan secara terperinci pengoperasian unit-unit oleh modul kawalan masing-masing semasa proses pengawetan dan penyimpanan keledak

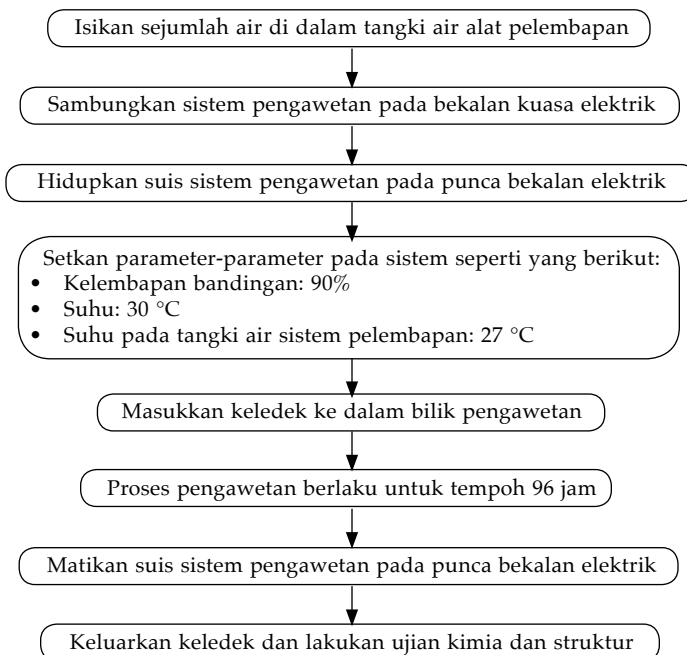
Secara teori, parameter suhu dan kelembapan bandingan udara di dalam bilik yang sesuai untuk penyimpanan ubi keledak VitAto masing-masing ialah 30 °C dan 90%. Oleh itu, udara yang memasuki ke ruangan pengawetan perlu berada dalam suhu dan kelembapan yang demikian. Dengan fungsi automatik pada unit pelembapan, ia mampu mengelakkan daripada proses kondensasi berlaku di dalam ruang pengawetan yang akan menjejaskan kualiti dan fizikal pada ubi keledak VitAto. Bagi mendapatkan keseragaman pergerakan udara di dalam ruangan pengawetan dan penyimpanan keledak, maka dua unit kipas dipasang pada dua saluran kemasukan udara ke bilik dan diikuti dengan pemasangan pintu angin. Dua unit pelantar (*platform*) diletakkan pada lantai bilik bagi membolehkan aliran udara memasuki ruangan dari bawah.

Jadual 2. Pengoperasian unit-unit oleh modul kawalan masing-masing semasa proses pengawetan dan penyimpanan keledak

Nilai bacaan semasa berbanding dengan parameter yang ditetapkan			Pengoperasian unit	
Suhu bilik	Kelembapan bandingan bilik	Suhu air tangki unit pelembapan	Aktif	Tak aktif
Tinggi	Rendah	Tinggi	Pelembapan Penyejukan	Pemanasan
Tinggi	Tinggi	Tinggi	Penyejukan	Pelembapan Pemanasan
Tinggi	Tinggi	Rendah		Pemanasan Penyejukan Pelembapan
Rendah	Rendah	Rendah	Pemanasan Pelembapan	Penyejukan
Rendah	Tinggi	Tinggi	Pemanasan Penyejukan	Pelembapan
Rendah	Rendah	Tinggi	Pemanasan Penyejukan Pelembapan	
Tinggi	Rendah	Rendah	Pelembapan	Pemanasan Penyejukan
Rendah	Tinggi	Rendah	Pemanasan	Pelembapan Penyejukan

## Operasi sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledek VitAto MARDI

Pada dasarnya, operasi pengendalian sistem pengawetan dan penyimpanan keledek VitAto dikawal secara automatik oleh unit-unit kawalan masing-masing. Walau bagaimanapun, terdapat beberapa langkah yang perlu diambil perhatian bagi memastikan sistem ini berfungsi sebagaimana yang diharapkan. Langkah-langkah tersebut diringkaskan seperti dalam *Carta alir 1*. Air diisikan ke dalam tangki sistem pelembapan. Puncu bekalan kuasa elektrik disambungkan dan suis dihidupkan. Setkan parameter-parameter seperti 90% kelembapan bandingan, suhu 30 °C dan suhu tangki air sistem pelembapan kepada 27 °C. Masukkan sampel keledek VitAto yang baru dituai dan telah dibersihkan daripada bendasing (tanpa dibasuh) ke dalam bakul plastik berkapasiti 50 kg (*Gambar 2*). Bakul-bakul yang berisi keledek VitAto ini disusun di dalam bilik pengawetan sistem yang dibiarkan beroperasi tanpa henti untuk tempoh 96 jam (empat hari) supaya proses pengawetan (*curing*) berlaku. Setelah proses pengawetan berakhir, matikan punca bekalan elektrik, keluarkan dan sampel dianalisis untuk mengetahui keadaan fizik-kimia keledek selepas proses pengawetan.



*Carta alir 1. Operasi sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledek VitAto MARDI*



Gambar 2. Pengisian ubi keledak VitAto ke dalam bakul berkapasiti 50 kg

### **Penilaian keupayaan sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledak VitAto**

Dalam memastikan sistem ini mampu berfungsi dengan keupayaan optimum dan memberikan hasil kepada pengawetan ubi keledak VitAto seperti yang diharapkan, beberapa siri ujian keupayaan sistem telah dijalankan. Ini termasuklah untuk menilai prestasi sistem dengan membandingkan penggunaan sistem pengaliran udara terbuka dan sistem pengaliran tertutup bagi menentukan keberkesanan operasi. Pengaliran sistem udara secara terbuka dan tertutup adalah dikawal melalui injap dedaun. *Jadual 3* adalah ringkasan metodologi dan parameter-parameter yang terlibat dalam ujian ini.

Keputusan daripada ujian ini mendapati dengan menggunakan sistem pengaliran terbuka melalui aliran udara masuk melalui bukaan injap dedaun, hanya suhu sahaja dapat dikekalkan pada kadar purata 30 °C, manakala kelembapan bandingan berada bawah 80%. Manakala sistem pengaliran udara tertutup yang mana injap dedaun ditutup sepenuhnya, bilik pengawetan dapat dikekalkan pada suhu dan kelembapan bandingan pada tahap purata masing-masing 30 °C dan 90%, iaitu keadaan yang sesuai untuk pengawetan dan penyimpanan ubi keledak VitAto. Selain itu, keseragaman pengaliran udara di dalam bilik pengawetan juga dicapai apabila menggunakan sistem pengaliran udara tertutup. Pemerhatian terhadap profil perbandingan suhu dan kelembapan udara di dalam bilik pengawetan dan persekitaran juga turut dinilai. Keputusan daripada pemerhatian ini



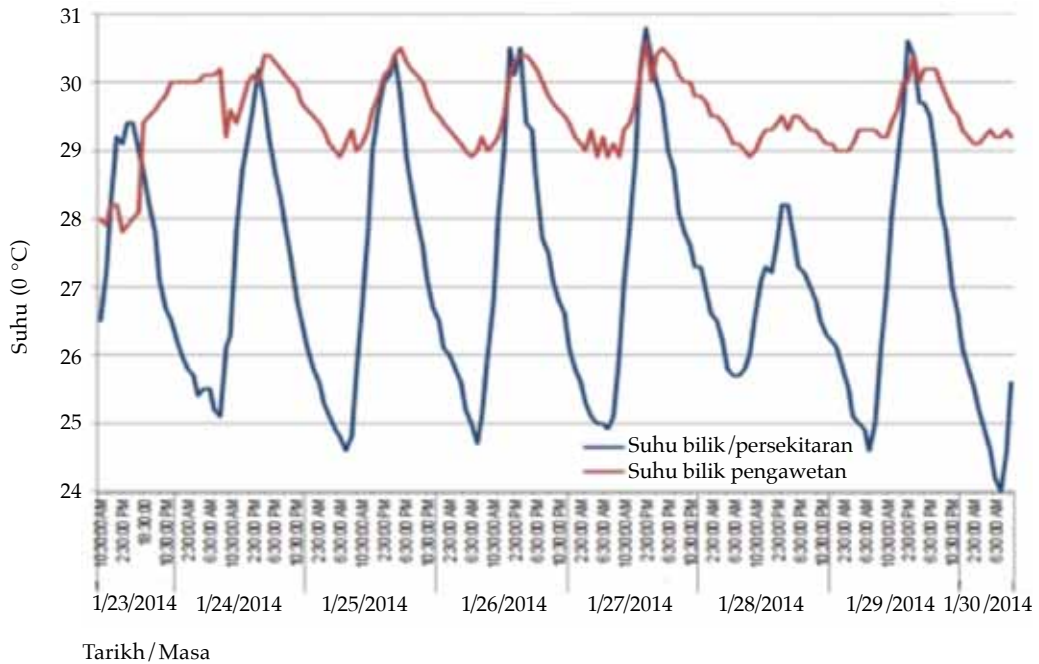
Jadual 3. Metodologi dan parameter-parameter terlibat dalam ujian keupayaan sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledek VitAto MARDI

No. Sistem	Parameter
1	Suhu ditetapkan pada 30 °C dan kelembapan bandingan pada 80% dengan keseluruhan injap dedaun dibuka sepenuhnya.
2	Suhu ditetapkan pada 30 °C dan kelembapan bandingan pada 90% dengan keseluruhan injap dedaun ditutup.
3	Suhu ditetapkan pada 30 °C dan kelembapan bandingan pada 90% dengan injap dedaun dibuka separuh.
4	Suhu ditetapkan pada 30 °C dan kelembapan bandingan pada 90% dengan keseluruhan injap dedaun dibuka sepenuhnya.
5	Suhu ditetapkan pada 30 °C, kelembapan bandingan pada 90% dengan keseluruhan injap dedaun dibuka sepenuhnya dan empat bekas air dimasukkan ke dalam bilik pengawet.
6	Suhu ditetapkan pada 20 °C dan kelembapan bandingan pada 100% dengan keseluruhan injap dedaun ditutup sepenuhnya.

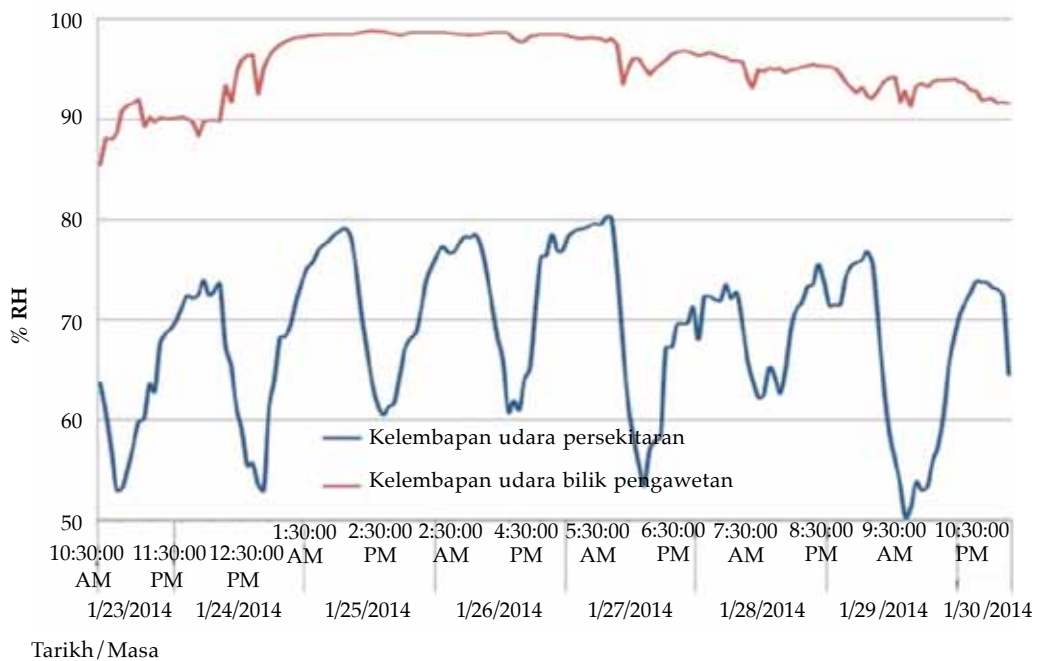
diringkaskan seperti dalam *Rajah 1* untuk perbandingan suhu dan *Rajah 2* untuk perbandingan kelembapan udara.

Merujuk pada *Rajah 1*, didapati taburan pergerakan suhu bilik/persekitaran adalah pada nilai 25 °C dan maksimum pada 31.5 °C. Manakala taburan pergerakan suhu di dalam bilik pengawetan adalah pada julat 30 – 31.5 °C. Ini menunjukkan sepanjang proses pengawetan ubi keledek VitAto yang mengambil masa selama tujuh hari ini, suhu di dalam bilik pengawetan dapat dikekalkan pada lingkungan 30 °C iaitu suhu yang sesuai bagi penyimpanan ubi keledek VitAto. Untuk profil perbandingan kelembapan udara seperti dalam *Rajah 2*, didapati taburan kelembapan persekitaran adalah rendah iaitu 50 – 80% berbanding dengan taburan kelembapan di dalam bilik pengawetan yang mana peratusan kelembapannya adalah seragam dan konsisten pada nilai 90 – 95%. Julat yang konsisten pada nilai ini menunjukkan taburan kelembapan ini sesuai untuk proses pengawetan dan penyimpanan ubi keledek VitAto. Secara kesimpulannya, bilik pengawetan mencapai suhu dan kelembapan yang konsisten sepanjang tujuh hari tersebut yang mana kedua-dua parameter dan suhu tersebut adalah sesuai untuk penyimpanan ubi keledek VitAto yang berkualiti.

Analisis sampel ubi keledek yang telah menjalani proses penyimpanan dan pengawetan ini juga telah dianalisis untuk melihat perubahan sifat fizik-kimia sampel ubi keledek yang tidak diawet dan yang menjalani pengawetan. Salah satu analisis itu adalah melihat perubahan tekstur ubi keledek VitAto dan keputusan analisis ini diringkaskan seperti dalam *Jadual 4* untuk ubi keledek yang tidak diawet dan *Jadual 5* untuk sampel selepas proses pengawetan.



Rajah 1. Profil perbandingan suhu bilik/persekitaran dan suhu bilik pengawetan ubi keledek VitAto MARDI



Rajah 2. Profil perbandingan kelembapan bilik/persekitaran dan kelembapan bilik pengawetan ubi keledek VitAto MARDI

Jadual 4. Keputusan analisis tekstur ubi keledak VitAto yang tidak diawet

Sampel no. (tanpa proses pengawetan)	Lokasi daya tekanan 1 (N)	Lokasi daya tekanan 2 (N)	Lokasi daya tekanan 3 (N)	Purata daya tekanan (N)	Sisihan piawai (N)
Sampel 1	16.649	15.513	15.830	15.998	0.586
Sampel 2	11.054	17.068	19.576	15.898	4.379
Sampel 3	16.489	13.194	14.090	14.571	1.728
Sisihan piawai (N)	3.185	1.980	2.803		

Jadual 5. Keputusan analisis tekstur ubi keledak VitAto selepas proses pengawetan

Sampel no. (selepas proses pengawetan)	Lokasi daya tekanan 1 (N)	Lokasi daya tekanan 2 (N)	Lokasi daya tekanan 3 (N)	Purata daya tekanan (N)	Sisihan piawai (N)
Sampel 1	20.362	19.715	18.014	19.364	1.213
Sampel 2	20.738	20.674	19.380	20.264	0.766
Sampel 3	15.499	19.057	19.361	17.972	2.147
Sisihan piawai (N)	2.922	0.813	0.783		

Analisis tekstur dijalankan dengan menggunakan alat *Texture Analyzer* yang mana sampel akan dianalisis pada tiga lokasi yang berbeza. Berdasarkan keputusan yang diperoleh daripada perbandingan keputusan sampel yang tidak diawet dalam *Jadual 3* dan selepas pengawetan dalam *Jadual 4*, didapati proses pengawetan telah memperbaiki dan meningkatkan kualiti. Ini dapat dilihat pada purata nilai daya (F) selepas pengawetan berlaku meningkat kepada 19.2 N berbanding dengan yang tidak diawet pada nilai 15.5 N. Peningkatan nilai daya ini mungkin disebabkan oleh pembaikan dan pemulihan sel pada ubi keledak yang tercedera ketika proses pengawetan.

Bagi perbandingan sifat kimia sampel ubi keledak, ujian pengawetan telah dilakukan terhadap ubi keledak varieti Sweet Potato selama empat hari. Analisis perbandingan berat dan kandungan gula ringkas telah dilakukan setiap sela sehari sehingga tamat proses pengawetan pada hari keempat.

*Jadual 6* menunjukkan kandungan gula di dalam ubi keledak Sweet Potato tanpa menjalani proses pengawetan akan merosot. Ini dapat dilihat pada hari pertama kandungan gula merosot daripada 4.20 g kepada 3.61 g/100 g. Jumlah gula kembali meningkat pada hari kedua kepada 3.98 g/100 g, tetapi merosot pada hari ketiga dan seterusnya pada hari keempat iaitu masing-masing dengan kepekatan 3.75 g/100 g dan 3.58 g/100 g. Berlainan pula dengan ubi keledak yang disimpan di dalam bilik pengawet yang menunjukkan penurunan pada hari pertama daripada 4.20 g/100 g ke 3.58 g/100 g, tetapi nilai kandungan gula meningkat

pada hari-hari seterusnya sehinggalah mencapai kepekatan gula tertinggi pada hari keempat iaitu 4.40 g/100 g. Ini menunjukkan kandungan gula di dalam ubi keledek akan meningkat apabila ubi keledek mengalami proses pengawetan.

Jadual 7 menunjukkan bahawa berlaku perubahan berat pada ubi keledek Sweet Potato sama ada yang tidak diawet atau sampel selepas proses pengawetan. Walau bagaimanapun, perubahan berat pada sampel ubi keledek yang tidak menjalani proses pengawetan adalah amat ketara bermula pada hari pertama sehingga hari keempat eksperimen. Didapati peratusan penyusutan berat berlaku daripada 1.09% dan meningkat sehingga 7.90% pada hari keempat. Berlainan bagi ubi keledek yang melalui proses pengawetan yang menunjukkan penyusutan berat yang konsisten dan kecil iaitu sekitar 0.18 – 0.86%. Keputusan perbandingan ini menunjukkan proses pengawetan mampu mengelakkan pengurangan kualiti ubi keledek disebabkan oleh penyusutan berat yang disebabkan oleh pengecutan saiz dan fizikal ubi keledek.

Jadual 6. Perbandingan kandungan gula ubi keledek Sweet Potato tidak dan selepas proses pengawetan

Hari	Tanpa proses pengawetan (g/100 g)	Dengan proses pengawetan (g/100 g)
0	4.20 a	4.20 a
1	3.61 ab	3.58 ab
2	3.98 a	3.68 ab
3	3.75 ab	4.02 a
4	3.58 ab	4.40 a

Jadual 7. Perbandingan berat ubi keledek Sweet Potato yang tidak diawet dan sampel selepas proses pengawetan

Hari	Tidak dirawat (%)	Dirawat (%)
0	0	0
1	1.09 d	0.18 d
2	2.58 c	0.47 c
3	4.33 b	0.65 b
4	7.9 a	0.86 a



Gambar 3. (a) Keadaan fizikal ubi keledek yang tidak menjalani proses pengawetan (b) Keadaan fizikal ubi keledek yang menjalani proses pengawetan

*Gambar 3* menunjukkan perbezaan fizikal dan saiz pada ubi keledek yang tidak diawet dan sampel selepas pengawetan. Keadaan ini menunjukkan bilik pengawetan berkeupayaan untuk meningkatkan kualiti hasil dengan merawat kembali luka/kecacatan mekanikal yang berlaku pada peringkat penuaian dan pengendalian lepas tuai serta menghalang berlakunya percambahan dan pengecutan. Selanjutnya, pengawetan mampu memanjangkan jangka hayat dan mengekalkan kesegaran pada ubi keledek.

### **Kelebihan sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledek VitAto**

Sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledek VitAto mampu memberi satu lagi penambahbaikan dalam rangkaian pengendalian lepas tuai keledek untuk kegunaan rumah-rumah pengumpulan dan pengusaha kilang pemprosesan tepung ubi. Sistem ini merupakan satu inovasi teknologi baharu dan sesuai untuk menggantikan kaedah konvensional untuk pengawetan dan penyimpanan ubi keledek. Pemantauan semasa proses pengawetan juga dikawal secara automatik sepenuhnya berbanding dengan kaedah konvensional yang masih mengamalkan kaedah manual. Ubi keledek yang diawet menggunakan sistem ini mempunyai jangka hayat simpanan yang lebih lama berbanding dengan kaedah konvensional. Selanjutnya, seiring dengan pengekalan kualiti-kualiti lain bagi ubi keledek yang dirawat dengan sistem pengawetan ini, ia akan membantu pengusaha dan pembekal ubi keledek memasarkan produk ubi keledek mereka kepada pembeli.

### **Kesimpulan**

Pengendalian lepas tuai yang tidak betul dan cara penyimpanan yang tidak sesuai dari segi persekitaran dan tempat telah menyumbang kepada kehilangan sebanyak 25% pada tahap kebolehpasaran keseluruhan hasil ubi keledek yang merangkumi pereputan, pengecutan, percambahan mata tunas pada ubi keledek, serangan haiwan perosak dan penyusutan sifat fitokimia yang boleh menjejaskan kualiti ubi keledek untuk tujuan pemasaran dan eksport. Pembangunan sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledek dilaksanakan mengikut keperluan industri ubi-ubian di Malaysia. Kemampuan sistem ini telah dilaksanakan melalui beberapa siri ujian dan hasilnya amat memuaskan sama ada dari segi perjalanan proses pengawetan dan kualiti ubi keledek yang diawet. Justeru, dengan inovasi sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledek VitAto, ia mampu membantu petani, pengusaha dan industri yang berasaskan ubi keledek khususnya di peringkat pengendalian lepas tuai untuk mengekalkan kualiti dan memanjangkan tempoh hayat penyimpanan ubi keledek. Selain itu dapat menjimatkan kos pengendalian bagi memindahkan keledek dari bilik

pengawetan ke bilik penyimpanan kerana sistem ini boleh memenuhi keperluan keadaan persekitaran untuk mengawet dan menyimpan ubi keledek dalam tempat yang sama. Penggunaan sistem ini akan membantu memperkembangkan lagi industri ubi-ubian di negara kita sekali gus mampu meningkatkan penghasilan dan tambah nilai produk ubi-ubian selaras dengan hasrat Kementerian Pertanian dan Industri Asas Tani.

### **Penghargaan**

Penulis merakamkan ucapan terima kasih kepada MARDI, juga kepada pihak MOSTI yang telah memberikan peruntukan kewangan bawah geran Science-Fund (RM1243SF-10) untuk tujuan penyelidikan ini. Penulis juga merakamkan penghargaan kepada Pn. Rosalizan Md Salleh, En. Shafie Alwi, En. Mohd. Hafiz Amin Mohd. Tawakkal, En. Azmiredzuan Sani, En. Mohd Zaimi Zainal Abidin dan En. Amir Redzuan Shamsulkamal dari Pusat Penyelidikan Kejuruteraan MARDI yang telah membantu dalam menjayakan penyelidikan ini.

### **Bibliografi**

- Aranchibia, R.A. (2011). *Evaluating postharvest practices to improve sweetpotato storage and culinary characteristics in Mississippi*. Final report of Mississippi State University, m.s. 14
- Edmunds, B., Boyette, M., Clark, C., Ferrin D., Smith, T. dan Holmes, G. (2008). *Postharvest handling of sweetpotatoes*. North Carolina Cooperative Extension Service, m.s. 53
- Nur Izalin, M.Z., Siti Merian, A. dan Hasri, H. (2014). *Penghasilan tepung pracamuran hasil bakeri berasaskan ubi keledek VitAto*, Buletin Teknologi MARDI, Bil. 6: 9 – 16
- Rosalizan, M.S, Erwan Shah, S. dan Jeeven, K. (2014). Biochemical changes of purple flesh sweet potato during curing, *Proceeding on International Agriculture Congress*, 25 – 27 Nov. 2014, Pullman Putrajaya Lakeside, Putrajaya, Malaysia
- Utusan Malaysia, petikan artikel bertajuk “VitAto Varieti Baru Keledek”, 15 November 2010
- Utusan Malaysia, petikan artikel bertajuk “Projek Tanaman VitAto Bantu Petani”, 11 Jun 2012

### **Ringkasan**

MARDI telah menjalankan kajian terhadap ubi keledek dan telah berjaya menghasilkan varieti ubi keledek yang dinamakan VitAto. Permintaan yang tinggi terhadap VitAto menyumbang kepada keperluan untuk memelihara kualiti supaya fizikal dan kandungan nutrien yang tinggi dalam ubi keledek ini dapat dikekalkan. Bagi mengatasi permasalahan ini, maka keledek VitAto perlu dirawat (*curing*) segera selepas dituai tanpa basuhan. Objektif pembangunan sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledek VitAto adalah untuk mendapatkan persekitaran terkawal (*control enviroment*) berdasarkan kepada parameter suhu dan kelembapan bandingan udara yang ditetapkan bagi merawat ubi keledek yang tercedera semasa penuaian dan pengendalian di peringkat ladang supaya jangka hayat penyimpanan dan pemeliharaan kualiti ubi keledek VitAto dapat ditingkatkan.

Pembangunan sistem ini merangkumi dua bahagian iaitu struktur bilik dan mekanisme kawalan suhu dan kelembapan udara di dalam bilik sistem ini adalah merupakan satu inovasi teknologi baru dan sesuai untuk menggantikan kaedah konvensional untuk pengawetan dan peyimpanan ubi keledak kerana pengendaliannya tidak memerlukan kemahiran yang tinggi kerana pemantauan persekitaran dalam bilik semasa proses pengawetan dikawal secara automatik sepenuhnya. Beberapa siri ujian tanpa beban dan ujian pengawetan keledak VitAto telah dilakukan untuk menilai kemampuan sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledak VitAto. Hasil ujian menunjukkan sistem ini mampu beroperasi tanpa henti untuk tempoh tujuh hari di samping dapat mengawal suhu dan kelembapan bandingan udara di dalam bilik pengawetan dan peyimpanan masing-masing pada julat 30 – 31.5 °C dan 90 – 95 %. Daripada ujian pengawetan keledak juga menunjukkan sistem ini telah meningkatkan kualiti dari segi rawatan terhadap kecederaan, tekstur ubi dan kandungan kimianya. Justeru, dengan inovasi sistem pengendalian dan pengawetan ubi keledak VitAto mampu membantu petani, pengusaha dan industri yang berasaskan keledak khususnya semasa peringkat pengendalian lepas tuai untuk mengekalkan kualiti dan memanjangkan tempoh hayat penyimpanan ubi.

### **Summary**

MARDI conducted a study on sweet potatoes and successfully produced sweet potato varieties called "VitAto". The high demand of VitAto contributes to the need to preserve the quality so that the physical and nutrient content of this sweet potatoes can be maintained. To overcome this problems, VitAto should be treated (curing) immediately after harvest without washing. Therefore, the development of handling and curing system VitAto sweet potato has been done by the MARDI. The objective of the development VitAto handling and curing system is to obtain the control environment based on the setting parameters of air temperature and relative humidity for treating the injured sweet potatoes during harvesting and field handling which improve the shelf life and quality preservation of VitAto tubers. The development of this system consists of two parts: room structure and air control mechanism of temperature and humidity in the room. This system is a new technological innovation and is suited to replace conventional methods for curing and storage of sweet potatoes because its handling does not require high skill because the in-room environment monitoring during the curing process is fully automatically controlled. A series of no-load tests and sweet potatoes VitAto curing tests have been conducted to verify the ability of VitAto handling and curing system. The test results shown that the system is able to operate non-stop for a period of 7 days in addition to controlling air temperature and humidity relative humidity in the curing and storage room at the range of 30 – 31.5 °C and 90 – 95% respectively. From the sweet potatoes curing test it also shows that the system has improved the quality in terms of treatment against injury, internal tubers texture and its chemical content. Therefore, with the innovation of sweet potatoes VitAto curing and handling system, will help the sweet potato based farmers, entrepreneurs and industries, especially during post-harvest handling stage to maintain quality and prolong the storage shelf life of tubers.

**Pengarang**

Ishak Hashim

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

E-mel: [ishak@mardi.my](mailto:ishak@mardi.my)

Amir Syariffuddeen Mhd Adnan, Yahya Sahari dan Azman Hamzah

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