

## **Teknologi pemprosesan puri keledak: Kesan rawatan klorin dalam proses pembersihan ubi keledak**

(Sweet potato puree processing technology: Effect of chlorine treatment in sweet potato cleaning process)

Mohd Shahrir Azizan, Wan Mohd Fariz Wan Azman, Dr. Nur Ilida Mohamad, Rahimah Mohd Zaki, Saiful Azwan Azizan, Asnawi Shahar, Afiqah Aina Rahim, Ahmad Fadhlul Wafiq Ab. Rahman, Faewati Abdul Karim, Mohd Azmirredzuan Sani, Mohd Hafiz Mohamed Amin Tawakkal, Mohd Zaimi Zainol Abidin, Muhammad Aliq Jamaluddin, Masniza Sairi, Zainun Mohd Shafie dan Teoh Chin Chuang

### **Pengenalan**

Ubi keledak merupakan tanaman yang kaya dengan nutrien penting seperti vitamin A, serat dan antioksidan menjadikannya pilihan makanan yang bernilai tinggi untuk kesihatan manusia. Tanaman ini telah menjadi subjek kajian di seluruh dunia kerana potensinya dalam meningkatkan pemakanan, mengurangkan risiko penyakit kekurangan nutrisi dan menyokong keselamatan makanan secara global. Selain menjadi makanan ruji yang popular di kebanyakan negara, ubi keledak juga mempunyai keupayaan untuk berkembang dengan baik dalam sistem pertanian mampan. Ini termasuk ketahanannya terhadap keadaan tanah yang kurang subur, keperluan air yang rendah serta daya tahan terhadap perubahan iklim bagi menjadikannya tanaman yang sesuai untuk menyokong kelestarian dan meningkatkan penghasilan makanan di kawasan berisiko tinggi kerana kekurangan sumber. Komoditi hasil segar telah terdedah kepada banyak wabak bawaan makanan di kedua-dua pasaran domestik dan antarabangsa. Dengan pencemaran silang termasuk pencemaran tanah dan pengairan serta pengendalian lepas tuai hasil oleh pekerja di lapangan, sanitasi selepas tuaian selalunya merupakan langkah paling penting dalam mengurangkan kesan pencemaran. Namun demikian, kajian mengenai kesan sanitasi selepas tuaian, khususnya terhadap tanaman umbisi, masih sangat terhad.

Klorin ialah bahan kimia yang biasa digunakan dalam pelbagai industri, termasuk pertanian dan pemprosesan makanan kerana keupayaannya untuk membersihkan dan memusnahkan kuman dengan berkesan. Teknik seperti pengklorinan air digunakan dalam sanitasi hasil tuaian, mewakili penyelesaian teknologi yang murah, namun sangat berkesan untuk kawalan mikrob dalam operasi berskala besar. Ia digunakan secara meluas sebagai agen rawatan air, terutamanya dalam sektor pertanian untuk mengawal pertumbuhan mikrob dan memastikan keselamatan makanan. Klorin biasanya ditambah kepada air dalam bentuk cecair natrium hipoklorit atau gas klorin.

Kehadiran klorin dalam air boleh memberi beberapa kesan termasuk perubahan pH, kualiti air dan juga warna makanan tertentu termasuk ubi keledek.

Penambahan klorin ke dalam rawatan air boleh memberi kesan yang ketara ke atas tahap pH. Klorin ialah agen pengoksida yang bertindak balas dengan pelbagai sebatian yang terdapat dalam air, membawa kepada perubahan keasidan atau kealkalian. Sebagai contoh, apabila klorin bertindak balas dengan bahan organik atau mineral tertentu dalam air, ia boleh meningkatkan tahap pH yang menjadikan air lebih beralkali. Ini boleh memberi implikasi kepada pertumbuhan dan perkembangan tanaman tertentu kerana tahap pH yang berbeza boleh menjejaskan ketersediaan nutrien dan fisiologi tumbuhan. Dalam kes ubi keledek yang sensitif kepada tahap pH, pendedahan klorin yang berlebihan boleh menyebabkan perubahan dalam pH air yang digunakan untuk rawatan ubi keledek.

Selain tahap pH, klorin juga mempengaruhi kualiti rawatan air. Kehadiran klorin boleh membantu membasmi kuman dan membuang bakteria, virus dan patogen lain. Hal ini dapat memastikan keselamatan rawatan air dan mengurangkan risiko pencemaran tanaman. Warna isi ubi keledek juga akan berubah kerana terdedah pada konsentrasi klorin yang tinggi untuk tempoh yang panjang. Perubahan warna isi ubi keledek berpotensi menjadi lebih gelap atau warna yang berbeza sebelum proses rendaman sanitasi disebabkan oleh perubahan pigmentasi pada isi ubi keledek tersebut.

Secara keseluruhannya, kesan klorin pada tahap pH dan warna ubi keledek boleh menjadi ketara. Kesan ini harus diambil kira semasa menguruskan kualiti air untuk tujuan pengairan, kerana boleh memberi kesan kepada kualiti dan kebolehpasaran ubi keledek.

## **Kaedah kajian**

### ***Penyediaan bahan***

Untuk kajian ini, ubi keledek diperolehi dari ladang di kawasan Sepang dan dibawa ke kilang pemprosesan Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan untuk proses pengasingan dan penggredan. Ubi keledek dengan purata luas permukaan 100 – 200 cm<sup>2</sup> diasingkan dan digred untuk kesesuaian eksperimen.

### ***Penyediaan medium rawatan (air klorin)***

Ubi keledek akan dicuci terlebih dahulu dengan air bersih dan kawasan permukaan dibersihkan daripada semua zarah tanah serta bendasing yang kelihatan. Tahap konsentrasi klorin yang ditentukan dalam eksperimen ini ialah 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm dan 250 ppm. Tahap konsentrasi klorin dicapai dengan melarutkan tablet klorin gred makanan (Germisep, Indonesia) dengan jumlah air yang ditetapkan oleh pengilang pada label bekas simpanan. Tempoh rawatan rendaman berklorin ubi keledek dalam air klorin adalah selama 1 minit dan 2 minit.

### ***Analisis pH dan kualiti warna ubi keledak***

Sampel ubi keledak dimasukkan ke dalam beg plastik khas bagi pengumpulan sampel mengikut label setiap tempoh rawatan rendaman yang ditetapkan. Ubi keledak dipotong di tengah (potongan 1) kepada dua bahagian secara berserenjang dengan arah memanjang, kemudian di bahagian potongan awal dihiris menjadi kepingan dengan ketebalan 1 cm (potongan 2). Hirisan ubi keledak dilenyek sehingga halus dan sebati. Ubi keledak yang telah disebatkan diratakan di atas piring lut sinar. Warna ubi keledak diukur dengan menggunakan kromameter (Chroma Meter, CR-400, Jepun) yang telah ditentukan menggunakan plat putih standard untuk menentukan nilai  $L^*$ ,  $a^*$  dan  $b^*$  dan analisis pH ubi keledak diukur dengan menggunakan meter pH (Mettler Toledo, FiveEasy Plus pH Meter Benchtop, Switzerland).

### ***Analisis jumlah kandungan klorin pada ubi keledak***

Sampel ubi keledak dibahagi kepada tiga kategori iaitu keseluruhan ubi keledak, permukaan kulit ubi keledak dan bahagian isi dalam ubi keledak bagi tujuan analisis jumlah kandungan klorin. Sampel ubi keledak perlu dikeringkan di dalam ketuhar selama 48 – 72 jam sebelum dikisar dengan menggunakan alat pengisar (IKA Tube Mill 100 Control) dan diayak. Sebanyak 1 g sampel ubi keledak ditimbang dan dimasukkan ke dalam tabung uji yang telah diisi dengan 10 mL asid nitrik pekat ( $\text{HNO}_3$ ) dan sampel direndam semalaman. Tabung uji dipanaskan pada suhu  $110\text{ }^\circ\text{C}$  sehingga asap kuning terhasil dalam tabung uji dibersihkan dan dibiarkan sejuk pada suhu bilik. Sebanyak 5 mL asid hidroklorik pekat ( $\text{HCl}$ ) ditambah ke dalam tabung uji dan pemanasan diteruskan pada suhu  $110\text{ }^\circ\text{C}$  asap kuning terhasil dalam tabung uji dibersihkan dan dibiarkan sejuk pada suhu bilik. Sampel larutan ditapis dengan menggunakan kertas turas Whatman No. 2 ke dalam kelalang volumetrik 100 mL. Analisis dilakukan dengan menggunakan *Inductively Coupled Plasma* (ICP) untuk mengenal pasti jumlah kandungan klorin.

### **Keputusan kajian**

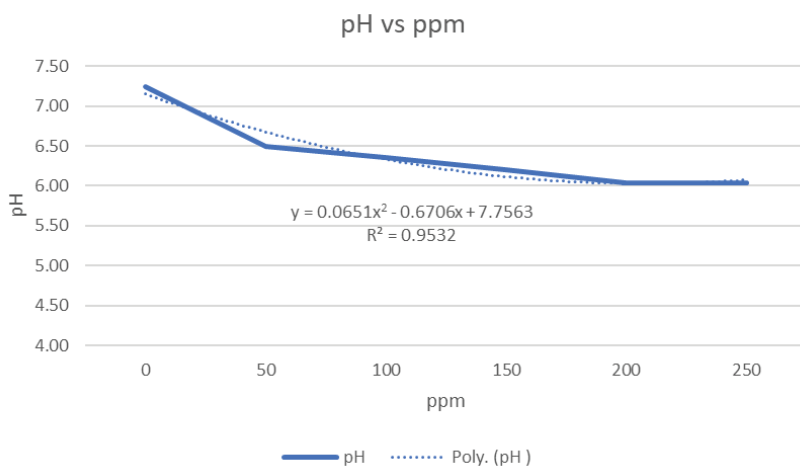
Keputusan menunjukkan kehadiran klorin dalam proses pembersihan ubi keledak boleh memberi kesan terhadap tahap nilai pH isi ubi keledak. Ini adalah kerana klorin boleh menurunkan tahap nilai pH isi ubi keledak yang disebabkan oleh pembentukan produk sampingan klorin bertindak balas dengan bahan organik. Proses pembersihan berasaskan rawatan rendaman air klorin pada ubi keledak boleh menyebabkan penurunan tahap nilai pH mengikut tahap konsentrasi klorin tersebut. *Jadual 1* menunjukkan tahap bacaan nilai pH isi ubi keledak dengan nilai konsentrasi klorin. Keputusan menunjukkan perbezaan yang signifikan ( $p < 0.01$ ) pada nilai pH dengan penurunan nilai daripada 7.24 kepada 6.04 berkadar langsung dengan peningkatan konsentrasi klorin. Namun, apabila nilai konsentrasi rawatan rendaman klorin mencapai 200 ppm ke atas, tiada perubahan

yang signifikan berlaku ( $p > 0.01$ ) ke atas nilai pH isi ubi keledek. Ini juga menunjukkan kehadiran klorin boleh mengubah isi ubi keledek menjadi lebih berasid. *Rajah 1* menunjukkan kesan kadar konsentrasi klorin terhadap pH ubi keledek. Satu persamaan matematik (Persamaan 1) telah dibangunkan untuk menentukan kebarangkalian nilai pH isi ubi keledek berdasarkan konsentrasi rawatan rendaman klorin dan nilai bacaan persamaan R2 menghampiri 1.

$$Y = 0.0651x - 0.6706x + 7.7563 \text{ (Persamaan 1)}$$

Jadual 1. Kesan kadar konsentrasi klorin terhadap pH ubi keledek

| Konsentrasi klorin (ppm) | Nilai pH ubi keledek (pH) |
|--------------------------|---------------------------|
| 0                        | 7.24 ± 0.03               |
| 50                       | 6.50 ± 0.02               |
| 100                      | 6.36 ± 0.04               |
| 150                      | 6.20 ± 0.06               |
| 200                      | 6.04 ± 0.04               |
| 250                      | 6.04 ± 0.04               |



*Rajah 1. Kesan kadar konsentrasi klorin terhadap pH ubi keledek*

Dapatan eksperimen dalam *Jadual 2* menunjukkan perubahan warna pada tempoh masa rawatan rendaman berklorin selama 1 minit dan 2 minit. Keputusan yang diperoleh menunjukkan peningkatan bagi nilai bacaan 'L' iaitu merujuk kepada tahap kecerahan selepas tempoh masa rawatan rendaman 1 minit daripada 71.87 untuk tahap konsentrasi klorin 50 ppm kepada 72.99 untuk tahap konsentrasi klorin 250 ppm. Kenaikan ini menunjukkan bahawa warna ubi keledek lebih cerah selepas masa

rawatan rendaman selama 1 minit. Tetapi nilai 'L' menunjukkan penurunan selepas 2 minit rawatan rendaman daripada 74.88 untuk tahap konsentrasi klorin 50 ppm kepada 73.92 untuk tahap konsentrasi klorin 250 ppm. Nilai 'L' merujuk bahawa ubi keledak akan bertukar warna menjadi lebih gelap. Untuk nilai 'a' selepas 1 minit rawatan rendaman, menunjukkan kenaikan ketara daripada 14.82 untuk tahap konsentrasi klorin 50 ppm kepada 16.69 untuk tahap konsentrasi klorin 250 ppm. Kenaikan ini menandakan warna kemerahan ubi keledak tersebut. Tiada perubahan yang ketara untuk nilai 'a' selepas 2 minit rawatan rendaman. Bagi nilai 'b' menunjukkan peningkatan yang ketara bagi kedua-dua masa rawatan rendaman 1 minit dan 2 minit untuk kadar konsentrasi klorin 50 – 250 ppm.

Berdasarkan kepada pemerhatian, tindak balas ini menunjukkan sampel ubi keledak berubah kualiti warna daripada oren yang kekuningan kepada oren keemasan. Ini menghasilkan perubahan kualiti warna yang diingini dalam ubi keledak, menjadikan ia lebih menarik kepada pengguna. Didapati tiada kajian terdahulu dilaksanakan untuk kajian kesan rawatan klorin kepada warna isi ubi keledak bagi tujuan perbandingan. Terdapat satu kajian dilakukan ke atas buah tomato, di mana tiada perubahan ketara warna berlaku ke atas buah yang menerima rawatan klorin pada peringkat awal setelah buah mencapai tahap kematangan.

Berdasarkan kepada *Jadual 3*, klorin secara semula jadi terdapat pada kadar 0.862 mg/kg dalam keseluruhan ubi, 2.689 mg/kg pada permukaan kulit dan 1.016 mg/kg pada isi dalam ubi keledak berdasarkan analisis sampel kawalan (*control*). Selepas rawatan rendaman berklorin, konsentrasi klorin meningkat kepada 1.578 mg/kg dalam keseluruhan ubi, 12.354 mg/kg pada permukaan kulit dan 2.471 mg/kg pada isi dalam. Sampel ubi keledak yang rosak (mempunyai kecederaan pada permukaan) juga melalui proses rawatan rendaman berklorin untuk menentukan kesan rawatan di mana konsentrasi didapati lebih tinggi dalam sampel ubi keledak kawalan dengan peningkatan sebanyak 11.361 mg/kg, 4.200mg/kg dan 8.795 mg/kg secara keseluruhan, kulit dan isi dalam. Dapat disimpulkan bahawa rawatan rendaman memberi kesan kepada peningkatan kandungan klorin pada bahagian kulit berbanding dengan isi ubi keledak. Pada masa ini, tiada had klorin yang ditetapkan untuk ubi keledak dalam akta makanan (*Food Act*).

Jadual 2. Kesan kadar konsentrasi klorin terhadap kualiti warna ubi keledak

| Konsentrasi klorin (ppm) | Tempoh (minit) | Warna |       |       |
|--------------------------|----------------|-------|-------|-------|
|                          |                | L*    | a*    | b*    |
| 50                       | 1              | 71.87 | 14.82 | 31.62 |
|                          | 2              | 74.88 | 16.27 | 31.60 |
| 100                      | 1              | 72.58 | 18.92 | 33.60 |
|                          | 2              | 75.09 | 16.19 | 33.85 |
| 150                      | 1              | 74.11 | 15.58 | 33.46 |
|                          | 2              | 75.09 | 12.93 | 32.05 |
| 200                      | 1              | 72.60 | 16.63 | 33.64 |
|                          | 2              | 76.13 | 16.47 | 32.30 |
| 250                      | 1              | 72.99 | 16.69 | 34.62 |
|                          | 2              | 73.92 | 16.54 | 33.74 |

Jadual 3. Analisis kandungan klorin pada ubi keledak

| Bahagian ubi keledak | Rawatan (mg/kg)   |                            |                                |
|----------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------------|
|                      | Kawalan (control) | Rawatan rendaman (treated) | Rosak (injured sweet potatoes) |
| Keseluruhan          | 0.862 ± 0.232     | 1.578 ± 0.313              | 12.938 ± 1.236                 |
| Permukaan kulit      | 2.689 ± 1.449     | 12.354 ± 9.200             | 16.554 ± 1.982                 |
| Isi dalam            | 1.016 ± 0.133     | 2.471 ± 0.682              | 11.266 ± 5.272                 |

\*Rawatan rendaman: Rendaman air berklorin dengan konsentrasi 150 ppm

### Kesimpulan

Data hasil daripada kajian eksperimen yang dilaksanakan ke atas kesan konsentrasi klorin pada pH dan kualiti warna ubi keledak memberikan input awalan yang bermanfaat. Keputusan data yang diperolehi menunjukkan bahawa rawatan klorin mampu mengubah nilai pH ubi keledak. Hasil eksperimen awalan ini menguatkan lagi keperluan untuk kajian penyelidikan lanjut mengenai kesan jangka panjang pendedahan klorin pada tanaman pertanian dan implikasi terhadap kualiti dan keselamatan produk hasil lepas tuai. Secara ringkasnya, pendedahan kepada rawatan klorin boleh memberi impak yang ketara ke atas pH dan pigmentasi kualiti warna ubi keledak. Proses sanitasi rendaman berklorin bagi hasil lepas tuai ubi keledak dalam amalan pertanian memerlukan satu garis panduan yang komprehensif dan jelas untuk mengekalkan kualiti dan memberi nilai tambah pada hasil lepas tuai ubi keledak serta menjamin keselamatan kepada pengguna.

## Bibliografi

- Acedo, A., Jr, Chanthasombath, T., Sanatem, K., Phomachan, C., & Weinberger, K. (2009). Effects of chlorine on fruit decay and shelf life of two tomato cultivars stored at ambient and evaporative cooling condition. *Acta Horticulturae*, 837, 229–236.
- Alicia, M., Juan, A., Tudela, Yolanda, G., Sofía, A., Natalia, H., Silvia, A., Ana, A., Maria, I. G. (2020). Chlorinated wash water and pH regulators affect chlorine gas emission and disinfection by-products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 66, 102533.
- Bartz, J. A. (1988). Potential for postharvest disease in tomato fruit infiltrated with chlorinated water. *Plant Dis.* 72(1), 9–13.
- Beuchat, L. R., & Brackett, R. E. (1991). Behavior of *Listeria monocytogenes* inoculated into raw tomatoes and processed tomato products. *Appl. Environ. Microbiol.* 5, 1367–1371.
- Brecht, J. K., Sabaa-Srur, A. U. O., Sargent, S. A., & Bender, R. J. (1993). Hypochlorite inhibition of enzymic browning of cut vegetables and fruit. *ActaHort.* 343, 341–344.
- Chhetri, V. S., Fontenot, K., Strahan, R., Yemmireddy, V. K., Parraga Estrada, K. J., Adhikari, A. (2018). Effect of surrounding vegetation on microbial survival or die-off on watermelon surface in an agriculture setting. *J. Food Saf.* 38, e12520.
- Francis, F. J. (1980). Color quality evaluation of horticultural crops. *HortScience* 75(1), 58–59.
- Gomes, I. B., M. Simões, M., & L.C. Simões, L. C. (2016). The effects of sodium hypochlorite against selected drinking water-isolated bacteria in planktonic and sessile states. *Science of The Total Environment*, 565, 40–48.
- Hanning, I. B., Nutt, J., & Ricke, S. C. (2009). Salmonellosis outbreaks in the United States due to fresh produce: Sources and potential intervention measures. *Foodborne Pathog.*, 6, 635–648.
- Mohammad, Z. H., Yu, H., Neal, J. A., Gibson, K. E., & Sirsat, S. A. (2020). Food Safety Challenges and Barriers in Southern United States Farmers Markets. *Foods*, 9, 12.
- M.C.N. Nunes, M.C.N., & J.-P. Emond, J. P. (1999). Chlorinated water treatments affects postharvest quality of green bell peppers. *Journal of Food Quality* 22, 353–361.
- Suslow, T. (1997). Postharvest Chlorination: Basic Properties & Key Points for Effective Distribution.



### **Ringkasan**

Produk segar seperti buah-buahan dan sayur-sayuran dikenali sebagai pembawa mikroorganisma patogen yang sering menyebabkan wabak penyakit bawaan makanan serta kebimbangan kesihatan awam. Pembasmian kuman melalui proses rawatan air adalah langkah penting untuk menghapuskan bakteria patogen, kulat, virus, sista dan mikroorganisma lain yang berbahaya. Proses ini bertujuan untuk mencegah pemindahan organisma berbahaya daripada permukaan hasil segar kepada hasil lain semasa pengendalian lepas tuai, di samping meningkatkan keselamatan mikrobiologi produk untuk kegunaan manusia.

Prapembersihan ubi keledek merupakan langkah kritikal dalam pemprosesan puri ubi keledek dan penggunaan sebatian berasaskan klorin terbukti efektif dalam mengurangkan pencemaran mikroorganisma. Kajian ini mendapati bahawa tahap optimum klorin sebanyak 150 ppm adalah konsentrasi terbaik untuk proses pembersihan ubi keledek sebelum pemprosesan. Pada tahap ini, klorin berkesan dalam mengurangkan risiko pencemaran tanpa menjejaskan kualiti produk dengan jumlah koloni bakteria yang diukur [*Total Plate Count (TPC)*] berada pada nilai <104 cfu/g. Hasil kajian ini memberi panduan praktikal kepada industri pertanian dan pemprosesan makanan dalam memastikan produk yang lebih selamat, berkualiti dan mematuhi standard keselamatan makanan.

### **Summary**

Fresh products such as fruits and vegetables are identified as carriers of pathogenic microorganisms that often lead to outbreaks of food borne illnesses and public health scares. Disinfection is the method of processing water to eliminate pathogenic bacteria, fungi, viruses, cysts and other microorganisms. The objective of disinfection is to prevent from the transfer of these organisms from the external of the produce to another during postharvest handling and increasing the likelihood of the produce is microbiologically safe for human consumption. The pre-cleaning process of sweet potato is an important aspect of puree processing. The common procedure to reduce microbial contamination involves the use of chlorine-based compounds. This paper discusses the optimum parts per million (ppm) level of chlorine used in cleaning process of sweet potato to minimize the transmission of pathogens from infested produce to uninfected surfaces such as harvest or process cuts, wounds or natural plant surface openings. As a result, the cleaning chlorine concentration 250 ppm was defined as the most suitable cleaning solution for pre-cleaning process of sweet potatoes with is the TPC value was <104 cfu/g.

### **Pengarang**

Mohd Shahrir Dato Dr. Azizan (Ts.)  
Pusat Penyelidikan Kejuruteraan, Ibu Pejabat MARDI  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor  
E-mel: shahrir@mardi.gov.my

Wan Mohd Fariz Wan Azman, Saiful Azwan Azizan, Asnawi Shahar, Afiqah Aina Rahim, Ahmad Fadhlul Wafiq Ab. Rahman, Faewati Abdul Karim, Mohd Azmirredzuan Sani, Mohd Hafiz Mohamed Amin Tawakkal, Mohd Zaimi Zainol Abidin, Muhammad Aliq Jamaluddin., Masniza Sairi (Dr.), Zainun Mohd Shafie dan Teoh Chin Chuang (Dr.)

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

Nur Ilida Mohamad (Dr.) dan Rahimah Mohd Zaki  
Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan, Ibu Pejabat MARDI  
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor