

ABSTRACT

Nipa sap is a sugary sap produced by *Nypa fruticans* palm. Nipa sap is frequently consumed as a refreshing beverage in several regions across Malaysia. Additionally, it serves as a key ingredient in the production of nipa sugar (*gula apong*) and vinegar in Sarawak, Malaysia. Nipa sap usually undergo natural fermentation. The natural fermentation of nipa sap poses a challenge in maintaining the quality of the product and apparently, it affects the taste, aroma, and overall content. This makes it less desirable as raw material for *gula apong* as well as for consumption. Hence, this study aims to enhance the quality of nipa sap by employing multiple strategies to maintain its sugar content. Therefore, it is important to determine the basic properties of the sap that can be a reference to the producer. The sap from nipa palm (*Nypa fruticans*) was collected from local collectors. Samples were fermented at ambient temperature for 58 days. Physical, chemical, and microbiological analyses were carried out at seven-day intervals, starting from day 0 (fresh tapping) until day 58. Physical and chemical analyses were carried out. The sugar profiles and ethanol content were analysed using High Performance Liquid Chromatography (HPLC), while the volatile organic compound and minerals were analysed using Headspace Gas Chromatography Mass Spectrometer (GC-MS) and inductively coupled plasma - optical emission spectrometry (ICP-OES), respectively. The study reveals that nipa sap is slightly acidic, with a pH of 5.21 ± 0.3 , and has a high concentration of total sugars, mainly sucrose (231.5 ± 4.3 g/L), followed by fructose (42.1 ± 1.2 g/L) and glucose (29.7 ± 3.2 g/L). Nipa sap is also found to be a rich source of phenolics and flavonoids and has low glycaemic index (48). The study also identifies four yeast species (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida tropicalis*, *Cryptococcus humicola*, *Candida guilliermondii*) and three lactic acid bacteria species (*Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*) present in nipa sap using Analytical

Profiling Identification (API) system. In addition, this study shows that hygienic method during collection improved the quality of nipa sap. Total sugar content in the nipa sap collected using the sterilized bottle method on Day 1 (204.66 ± 7.31 g/L) is about 1.5 times higher compared to the bamboo tube method (140.34 ± 5.11 g/L). Apart from that, sterilised bottle significantly slows down the ethanol production during tapping process. Besides, this study also employs different preservation strategies to extend the shelf-life of nipa sap after collection. It reveals that high temperature short time (HTST) preservation method can prolong the shelf life of nipa sap up to 14 days. During this period, sugar level of nipa sap was maintained high whereas only negligible amount of ethanol was produced. Finally, the potential of nipa sap to produce ethanol spontaneously without yeast and nutrient addition was investigated using shake-flask batch fermentation. The study found that nipa sap with commercial baker's yeast and nutrient supplementation showed the highest fermentation efficiency (E_f) of 91.00%, with a production of 65.5 g/L of bioethanol, which is more efficient compared to nipa sap without commercial baker's yeast and nutrient supplementation, which had an E_f of 81.21% and produced 57.3 g/L of bioethanol. It should be noted that even without the addition of yeast and nutrients, nipa sap was still able to produce a significant amount of bioethanol, highlighting its potential as a low-cost fermentation substrate. The findings of this study could pave the way for further research in the area and could be used by the industry to develop nipa sap-based products.

Keywords: *Nypa fruticans* sap, HTST, sterilised bottle, bioethanol.

Penapaian Nira Nipah: Strategi Meningkatkan Kandungan Gula dan Penghasilan Produk Bernilai Tinggi

ABSTRAK

*Nira nipah merupakan nira daripada pokok palma *Nypa fruticans*. Nira nipa biasanya diminum sebagai minuman yang menyegarkan di beberapa tempat di Malaysia. Selain itu, ia merupakan bahan asas untuk membuat gula apong dan cuka di Sarawak, Malaysia. Nira nipah biasanya mengalami proses penapaian semula jadi. Proses penapaian nira nipah secara spontan menyebabkan kesukaran dalam mengekalkan kualiti produk kerana ia mempengaruhi rasa, aroma dan keseluruhan isi kandungannya. Hal ini akan menyebabkan nira nipa tidak lagi sesuai untuk dijadikan bahan asas membuat gula apong dan juga untuk diminum. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk mengkaji pelbagai strategi untuk mempertingkatkan kualiti nira nipah dengan mengekalkan kandungan gula di dalamnya. Oleh itu, adalah penting untuk menentukan ciri asas nira ini agar boleh menjadi rujukan kepada pengeluar. Nira dari pokok nipah telah dikumpulkan daripada penjual tempatan. Sampel tersebut telah ditapai pada suhu bilik selama 58 hari. Analisis fizikal, kimia, dan mikrobiologi telah dijalankan pada selang tujuh hari, bermula dari hari 0 (pemungutan segar) sehingga hari ke-58. Profil gula dan kandungan etanol dianalisis menggunakan Kromatografi Cecair Berprestasi Tinggi, manakala sebatian organik meruap dan mineral dianalisis menggunakan Kromatografi Gas Spektrometer Jisim-Kesan (GC-MS) dan spektrometri emisi optik plasma terkopel secara induktif. Kajian ini mendedahkan bahawa nira nipah bersifat sedikit asid dengan pH 5.21 ± 0.3 dan mempunyai kepekatan gula yang tinggi di mana sukrosa sebagai gula utama (231.5 ± 4.3 g/L), fruktosa (42.1 ± 1.2 g/L) dan glukosa (29.7 ± 3.2 g/L). Nira nipah juga kaya dengan fenolik dan flavonoid serta mempunyai kadar indeks glisemik yang rendah iaitu bernilai 48. Ini menjadikan nira nipah*

berpotensi sebagai alternatif gula dan minuman yang lain. Kajian ini juga mengenalpasti empat jenis spesies yis (*S. cerevisiae*, *C. tropicalis*, *C. humicola*, *C. guilliermondii*) dan tiga jenis spesies bakteria asid laktik (*L. brevis*, *L. casei*, *L. plantarum*). Di samping itu, sebatian organik meruap dikenalpasti melalui GC-MS iaitu asetoin, asetil asetat dan etanol. Selain itu, kajian ini menunjukkan kaedah bersih semasa pengumpulan meningkatkan kualiti nira nipah. Jumlah kandungan gula dalam nira nipah yang dikumpul menggunakan kaedah botol steril pada Hari 1 (204.66 ± 7.31 g/L) adalah kira-kira 1.5 kali ganda lebih tinggi berbanding kaedah tiub buluh (140.34 ± 5.11 g/L). Selain itu, kajian ini juga menggunakan strategi pengawetan berbeza untuk memanjangkan jangka hayat nira nipah. Ia mendedahkan bahawa kaedah pengawetan Masa Singkat Suhu Tinggi (MSST) memanjangkan jangka hayat nira nipah sehingga 14 hari. Dalam tempoh ini, paras gula nira nipah dikekalkan manakala hanya sejumlah kecil etanol terhasil. Akhir sekali, potensi nira nipah untuk menghasilkan etanol tanpa CBY dan nutrien juga diasas. Kajian ini mendapati bahawa proses penapaian nira nipah yang ditambah dengan CBY dan nutrien menunjukkan kecekapan penapaian tertinggi iaitu sebanyak 91.00%, dengan penghasilan etanol sebanyak 65.5 g/L. Ia didapati lebih cekap berbanding nira nipah sahaja, di mana kadar kecekapan penapaian sebanyak 81.21% dengan penghasilan etanol sebanyak 57.3 g/L. Walaubagaimanapun, walaupun tanpa tambahan CBY dan nutrien, nira nipah masih mampu menghasilkan jumlah etanol yang signifikan, menandakan potensi ia sebagai substrat penapaian kos rendah. Hasil dapatan kajian ini mencorak jalan untuk kajian lebih lanjut dalam bidang ini dan boleh dijadikan untuk membangunkan produk berasaskan nira nipah.

Kata kunci: Nira nipah, MSST, botol steril, bioetanol