



LAPORAN RISET TERAPAN

PERLAKUAN PEMANASAN SARANG BURUNG
WALET DENGAN SUHU 100°C SELAMA SATU
JAM SESUAI PERSYARATAN KANADA

Balai Uji Terap Teknik dan Metode
Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan
Badan karantina Indonesia
2024

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan kuasa- Nya, laporan riset terapan uji terap dengan judul “Perlakuan Pemanasan Sarang Burung Walet dengan Suhu 100°C Selama Satu jam Sesuai Persyaratan Kanada” tahun anggaran 2024 telah selesai disusun. Laporan ini merupakan bentuk pertanggungjawaban tim pelaksana kegiatan uji terap sesuai dengan petunjuk operasional kegiatan Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan (BUTTMKHIT).

Laporan ini meliputi abstrak dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris, latar belakang kegiatan, materi dan metode, hasil dan pembahasan, kesimpulan dan rekomendasi, serta daftar pustaka. Laporan ini dilengkapi dengan lampiran kelengkapan pendukung uji terap.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Direktorat Standar Karantina Hewan Deputi Karantina Hewan, Prof. Dr-Ing Aziz B. Sitanggang, S.TP, M.Sc, M. Holdun Taurizi sebagai narasumber kegiatan uji terap ini. Serta seluruh pihak yang telah membantu kegiatan hingga pelaksanaan uji terap ini berlangsung dengan lancar.

Semoga laporan ini dapat dijadikan media referensi tindakan karantina, sekaligus dapat digunakan sebagaimana mestinya dalam penyelenggaraan kegiatan perkarantinaan Indonesia.

Bekasi, Desember 2024

Tim Uji Terap Karantina Hewan

DAFTAR ISI

Abstrak	1
Abstract	2
PENDAHULUAN	3
Latar Belakang	3
Sarang Burung Walet	7
Komposisi Sarang Burung Walet	8
Metode Pemanasan Sarang Burung Walet	9
MATERI DAN METODE	10
Waktu dan Tempat Pelaksanaan	10
Alat dan Bahan	11
Metode	12
Persiapan Sampel	12
Persiapan Alat Pemanas	13
Metode Perlakuan Sampel	14
Pengujian Asam Sialat Menggunakan Metode Spektrofotmetri	16
Pengujian Kadar Air (<i>Moisture content (MC)</i>)	17
Pengujian pH	17
Pengujian <i>Water Holding Capacity (WHC)</i>	17
Pengujian <i>Water Absorption Index (WHI)</i>	17
Metode <i>Spike</i> dan Uji <i>Salmonella</i> pada Sarang Burung Walet	18
Analisis Atribut Sensori	18
Analisis Statistik	20
HASIL DAN PEMBAHASAN	21
KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	29
Kesimpulan	29
Rekomendasi	29
DAFTAR PUSTAKA	30

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Nama UPT, Nama Perusahaan, dan Lokasi Perusahaan Pengekspor SBW ke Kanada 2023 (IQ-FAST Barantin 2023)	4
Tabel 2.	Nama Perusahaan/Perorangan Pengekspor Sarang Burung Walet ke Kanada Periode Januari-September 2024 (IQ-FAST Barantin 2024)	4
Tabel 3.	Pencatatan Data Saat Perlakuan Pemanasan (Barantan 2018)	13
Tabel 4.	Tabel <i>sensory analytic (Difference-from-control-test-result)</i> ..	20
Tabel 5.	Hasil Pengujian Fisikokimiawi	22
Tabel 6.	Hasil Pengujian Asam Sialat	23
Tabel 7.	Hasil uji atribut sensori (<i>Difference-from-control-test-result</i>)..	26
Tabel 8.	Rangkuman Hasil Deskripsi Kualitatif Uji Atribut Sensori	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Sepuluh Negara Tujuan Ekspor SBW dari Indonesia Tahun 2023	3
Gambar 2.	Alat pemanas tipe uap basah konvensional (<i>Single</i> dan <i>Multi-tray</i>)	11
Gambar 3.	Bagain dalam alat pemanas tipe uap basah konvensional <i>Single</i> dan <i>Multi-tray</i>)	11
Gambar 4.	Sarang burung walet bersih siap ekspor	12
Gambar 5.	Sarang burung walet yang siap untuk perlakuan	12
Gambar 6.	Sampel SBW perlakuan 1	14
Gambar 7.	Sampel SBW perlakuan 2	15
Gambar 8.	Sampel SBW perlakuan 3	15
Gambar 9.	Pemasakan SBW menggunakan <i>double boiler</i>	19
Gambar 10.	Penjelasan mengenai uji sensori SBW kepada panelis ..	19
Gambar 11.	Posisi <i>slow heating point</i> (SHP) pada alat pemanas SBW	21
Gambar 12.	Analisis statistik hasil pengujian asam sialat	23
Gambar 13.	Hasil pengujian <i>Salmonella</i> spp. pada media XLD	24
Gambar 14.	Hasil pengujian PCR pada sampel Kontrol	25
Gambar 15.	Pengemasan SBW yang akan diekspor ke Kanada. Gambar dari BKHIT Jawa Tengah	26
Gambar 16.	Sarang burung walet yang telah dimasak	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rekap Hasil Verifikasi Alat Pemanas Sarang Burung Walet

Lampiran 2. Hasil Pengujian Fisikokimiawi dan Atribut Sensori

Lampiran 3. Rekapan Atribut Sensori (*Panelist Response*)

Lampiran 4. Hasil Pengujian Asam Sialat (PT. CCIC Jakarta)

PERLAKUAN PEMANASAN SARANG BURUNG WALET DENGAN SUHU 100°C SELAMA SATU JAM SESUAI PERSYARATAN KANADA

Julia Rosmaya Riasari¹, Azis Boing Sitanggang², M. Holdun Taurizi³, Apris Beniawan¹, Nurul Dwi Handayani¹, Mazdani Ulfah Daulay¹, Llyla Syamsi¹, Rita Sari Dewi¹, Sri Idealti Purba¹, Umar Suryanaga¹, Hajar Cahya Utami¹, Muhammad Hanif Nurdiansyah¹, Surati¹, Annisa Salsabilla¹, dan Harris Partahian Silitonga¹

¹Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan, Badan Karantina Indonesia, Bekasi Jawa Barat, Indonesia; ²IPB University, Bogor, Jawa Barat, Indonesia; ³PT Mitra Usaha Presisi, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

Abstrak

Salah satu Negara yang banyak mengimpor sarang burung walet (SBW) dari Indonesia adalah Kanada. Persyaratan ekspor sarang burung walet ke Kanada mengacu pada *import procedure edible bird's nest (other than cooked canned commercially sterile)* yang diterbitkan oleh *Canadian Food and Inspection Agency* (CFIA). Salah satu syaratnya adalah produk SBW dipanaskan dengan suhu minimum 100°C dengan waktu minimum 1 jam. Kajian terkait pengaruh pemanasan sarang burung walet dengan suhu 100°C selama 1 jam tersebut, belum ada di Indonesia. Tujuan dari uji terap ini adalah untuk menguji teknik perlakuan pemanasan sarang burung walet dengan suhu 100°C selama 1 jam sesuai persyaratan Kanada, yang tidak mempengaruhi kualitas SBW. Serta membandingkan perlakuan pemanasan SBW sesuai persyaratan Kanada dengan persyaratan dari *World Organisation of Animal Health* (WOAH). Diharapkan hasil dari uji terap ini dapat digunakan sebagai rekomendasi untuk bernegosiasi dengan Kanada, terkait ekspor SBW. Sampel yang digunakan adalah sarang burung walet bersih yang belum dilakukan pemanasan asal Pulau Sumatera. Sampel SBW dibagi empat, sampel pertama sebagai kontrol tanpa perlakuan; sampel kedua diberi perlakuan 1 dengan dipanaskan pada suhu 70°C selama 3,5 detik; sampel ketiga diberi perlakuan 2 dengan dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 menit; dan sampel keempat diberi perlakuan 3 dengan dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam. Pengujian asam sialat menggunakan metode spektrofotometri, pengujian fisikokimiawi meliputi kadar air, pH, *Water Holding Capacity* (WHC), dan *Water Absorption Index* (WAI). Dilakukan spike *Salmonella* spp. pada sampel kontrol dan perlakuan, kemudian dilakukan pengujian mikrobiologis terhadap keberadaan *Salmonella* spp. Selain itu dilakukan uji atribut sensori, meliputi, warna, rasa, aroma, dan tekstur menggunakan panelis. Hasilnya adalah perlakuan pemanasan sarang burung walet (SBW) dengan suhu 100°C selama satu jam mengubah denaturasi protein, sehingga mengubah sifat fungsional dari SBW. Perlakuan ini juga menurunkan kapasitas daya kembang hingga 50%, serta memberi pengaruh signifikan terhadap sifat sensori dan fisikokimia produk SBW, yang meliputi warna, rasa, aroma, dan tekstur. Perlakuan pemanasan sarang burung walet dengan suhu 100°C selama satu jam memberikan hasil yang mempengaruhi kualitas SBW, sedangkan pemanasan SBW sesuai dengan persyaratan dari *World Organisation for Animal Health* (WOAH), yaitu pemanasan pada suhu 70 °C selama 3,5 detik, tidak mempengaruhi kualitas SBW. Uji terap ini merupakan kajian awal yang melaporkan pengaruh pemanasan suhu 100°C selama satu jam pada SBW. Perlakuan pemanasan sarang burung walet dengan suhu 100°C selama satu jam tidak direkomendasikan untuk proses perlakuan ekspor SBW, karena mempengaruhi kualitas SBW.

Kata Kunci: sarang burung walet, pemanasan, asam sialat

HEATING TREATMENT EFFECT OF INDONESIAN EDIBLE BIRD'S NEST AT 100°C FOR ONE HOUR TO MEET CANADIAN TRADE REQUIREMENTS

Julia Rosmaya Riasari¹, Azis Boing Sitanggang², M. Holdun Taurizi³, Apris Beniawan¹, Nurul Dwi Handayani¹, Mazdani Ulfah Daulay¹, Llyla Syamsi¹, Rita Sari Dewi¹, Sri Idealti Purba¹, Umar Suryanaga¹, Hajar Cahya Utami¹, Muhammad Hanif Nurdiansyah¹, Surati¹, Annisa Salsabilla¹, dan Harris Partahian Silitonga¹

¹Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan, Badan Karantina Indonesia, Bekasi Jawa Barat, Indonesia; ²IPB University, Bogor, Jawa Barat, Indonesia; ³PT Mitra Usaha Presisi, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

Abstract

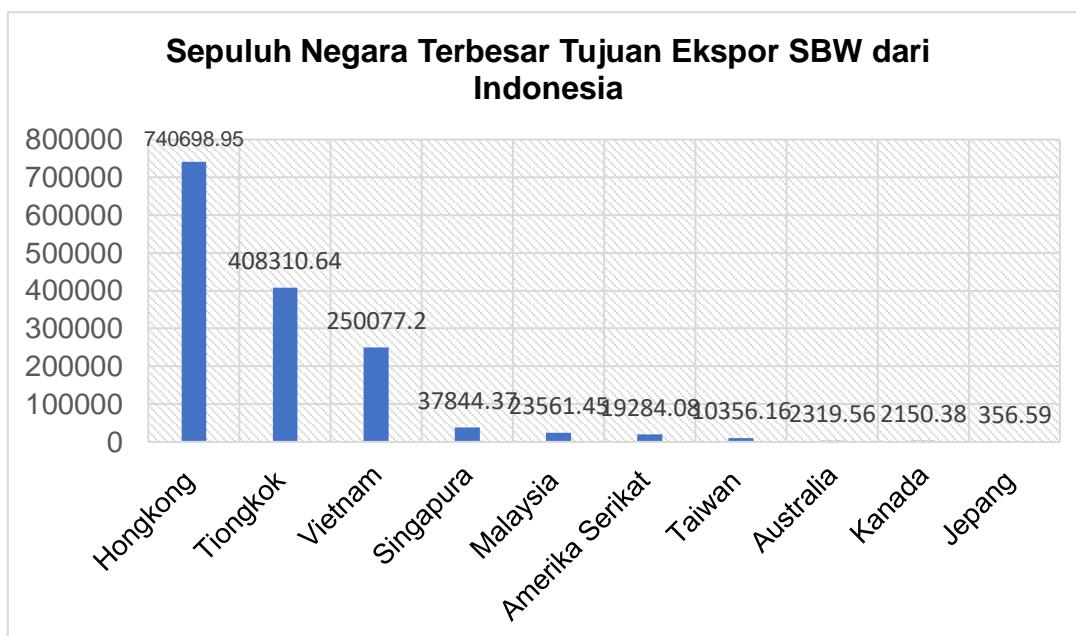
One of the countries that imports a lot of edible bird's nest (EBN) from Indonesia is Canada. The export requirements for edible bird's nests to Canada refer to the import procedure for edible bird's nest (other than cooked canned commercially sterile) published by the Canadian Food and Inspection Agency (CFIA). One of the conditions is that the EBN's product is heated to a minimum temperature of 100°C for a minimum time of 1 hour. Studies regarding the effect of heating edible bird nests with a temperature of 100°C for 1 hour does not yet exist in Indonesia. This study aimed to examine quality of EBN after undergoing heating process at a temperature of 100°C for 1 hour according to Canadian requirements. As well as comparing the EBN heating treatment according to Canadian requirements with the requirements of World Organization of Animal Health (WOAH). It is hoped that the results of this study can be used as recommendations for negotiations with Canada regarding EBN's trade requirements. The samples were raw, clean and unheated EBN ready for export from Sumatra's Island. The EBN's sample was divided into four symmetrical parts, the first part was control; the second part was heated at 70°C for 3.5 seconds; the third sample was heated at 100°C for 1 minute; and the fourth sample was heated at 100°C for 1 hour. The sample's sialic acid level was measured using a spectrophotometer, while physicochemical testing includes water content, pH, Water Holding Capacity (WHC), and Water Absorption Index (WAI). Spike method was used to add *Salmonella* spp. on samples, then testing the sample to see if the added *Salmonella* spp. was recovered. The sample than cooked and given to the panelist, to do the sensory attributes test, including color, flavor, texture, appearance and taste. This is the first study that reports the effect of heating at a temperature of 100°C for one hour on EBN. This study showed that heating edible bird's nest at a temperature of 100°C for one hour changes the protein denaturation, thereby changing the functional properties of SBW. This treatment also reduces the swelling capacity by up to 50%, and has a significant impact on the sensory and physicochemical properties of SBW products, which include color, flavor, texture, appearance and taste. Heating treatment of edible bird's nests at a temperature of 100°C for one hour affects the quality of EBN, while heating EBN at a temperature of 70°C for 3.5 seconds has no affects. Heating raw cleaned edible bird's nests at a temperature of 100°C for one hour affects the quality of the EBN so it needs to be evaluated as a trade requirement.

Keywords: edible bird nest, heat treatment, sialic acid

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia adalah produsen sarang burung walet terbesar di dunia. Tujuh puluh lima persen produksi SBW di dunia, berasal dari Indonesia. Komoditas ini telah dieksport ke berbagai Negara, antara lain Hongkong, Tiongkok, Vietnam, Singapura, Malaysia, USA, Taiwan, Australia, Kanada, dan Jepang. Serta merupakan salah satu komoditas ekspor unggulan Indonesia. Berdasarkan data *Indonesian Quarantine Full Automation System* (IQ-FAST) dari Badan Karantina Indonesia, pada tahun 2023, Kanada mengimpor SBW sejumlah 2.150,38 kg, serta merupakan urutan ke-9 dari 10 negara pengimpor SBW terbesar dari Indonesia, seperti yang dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Sepuluh Negara Tujuan Eksport SBW dari Indonesia Tahun 2023

Berdasarkan data IQFAST dari Badan Karantina Indonesia, pada tahun 2023, terdapat empat unit pelaksana teknis (UPT) Badan Karantina Indonesia yang menangani ekspor SBW ke Kanada. UPT tersebut adalah Balai Besar Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan (BBKHIT) DKI Jakarta, BKHIT Banten, BKHIT Jawa Tengah, dan BKHIT Jawa Timur. Untuk nama dan lokasi perusahaan pengekspor SBW ke Kanada pada tahun 2023 dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Nama UPT, Nama Perusahaan dan Lokasi Perusahaan Pengekspor SBW ke Kanada Tahun 2023 (IQ-Fast Barantin 2023)

No	UPT	Nama Perusahaan	Lokasi Perusahaan
1	BBKHIT DKI Jakarta	PT. Eka Walet Indonesia	Jakarta Barat, DKI Jakarta
2	BKHIT Banten	PT. Natura Karunia Agung	Jakarta Utara, DKI Jakarta
		PT. Tunas Jaya Semarang	Semarang, Jawa Tengah
		CV. Jalin Karunia	Semarang, Jawa Tengah
		CV. Artha Raya Mandiri	Semarang, Jawa Tengah
3	BKHIT Jawa Timur	CV. Moria International	Surabaya, Jawa Timur
		PT. Indo Walet Lestari	Surabaya, Jawa Timur
		CV. Harta Karun Nusantara	Surabaya, Jawa Timur
		Bambang Santanu Ibrahim (Pribadi/Non Perusahaan)	Surabaya, Jawa Timur
		Clement Ibrahim (Pribadi/Non Perusahaan)	Surabaya, Jawa Timur
		CV. Perdana Jaya	Bojonegoro, Jawa Timur
		Hartono Wijanto	Kota Pasuruan, Jawa Timur
		PT. Andalan Walet Ekspor	Jawa Timur
		PT. Indo Walet Lestari	Surabaya, Jawa Timur
		PT. Tunas Jaya Semarang	Semarang, Jawa Tengah
4	BKHIT Jawa Tengah	Sumber Tjahaya Alam Raya Sakti	Semarang, Jawa Tengah
		PT. Inti Harapan Nusantara	Semarang, Jawa Tengah
		CV. Bintang Berkah Walet	Semarang, Jawa Tengah
		CV. Artha Raya Mandiri	Semarang, Jawa Tengah
		CV. Jalin Karunia	Semarang, Jawa Tengah
		PT. Maju Jaya Sakti Raharja	Surakarta, Jawa Tengah
		PT. Inti Harapan Nusantara	Semarang, Jawa Tengah

Sedangkan berdasarkan IQ-Fast Badan Karantina Indonesia (2024), selama bulan Januari hingga September 2024, terdapat 15 (lima belas) perusahaan/perorangan yang mengekspor sarang burung walet ke Kanada. Nama-nama perusahaan/perorangan tersebut dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Nama Perusahaan/Perorangan Pengekspor Sarang Burung Walet Ke Kanada Periode Januari-September 2024 (IQ-Fast Barantin 2024)

No	Pengirim	Negara Tujuan
1	CV. Bintang Berkah Walet	Kanada
2	CV Artha Raya Mandiri	Kanada
3	CV Harta Karun Nusantara	Kanada
4	CV Jalin Karunia	Kanada
5	Ferdinand Sidharta	Kanada

6	Handy Putra Adi	Kanada
7	Hartono Wijanto	Kanada
8	Harwa Riyanti	Kanada
9	PT Andalan Walet Ekspor	Kanada
10	Pt Inti Harapan Nusantara	Kanada
11	PT Mutiara Unggul Abadi	Kanada
12	PT. Indo Walet Lestari	Kanada
13	PT. Maju Jaya Sakti Raharja	Kanada
14	PT. Skypak International	Kanada
15	PT. Tunas Jaya Semarang	Kanada

Persyaratan ekspor sarang burung walet ke Kanada mengacu pada *import procedure edible bird's nest (other than cooked canned commercially sterile)* yang diterbitkan oleh *Canadian Food and Inspection Agency* (CFIA), seperti yang tercantum dalam SK Kepala Badan Karantina Pertanian Nomor 6291/Kpts/HK.140/K/7/2021, tentang Pedoman Tindakan Karantina Hewan Terhadap Pengeluaran Sarang Burung Walet dari Wilayah Negara Republik Indonesia ke Negara Selain Republik Rakyat Tiongkok. Berdasarkan peraturan ini, beberapa persyaratan yang ditetapkan oleh Kanada antara lain, (1) produk SBW diproses dengan memperhatikan kondisi higiene dan sanitasi yang baik; (2) produk SBW dipanaskan dengan suhu minimum 100°C dengan waktu minimum 1 jam. Jika menggunakan target mikroorganisme *Clostridium botulinum* dengan nilai nilai Z= 10°C dan suhu referensi 121,1°C dengan menggunakan persamaan $F_0 = 10 = \frac{(T-T_{ref})}{z} \times t$ ($T = 100^\circ\text{C}$, $T_{ref} = 121,1^\circ\text{C}$, $Z = 10^\circ\text{C}$ dan $t = 60$ menit), maka $F_0 = 0,5$ menit; Selain itu (3) sertifikat sanitasi yang ditandatangi oleh Pejabat Karantina menyatakan adanya bukti proses pemanasan pada poin (2); deskripsi lengkap pengiriman termasuk *shipping mark* dan nomor kontainer (jika ada); dan seluruh SBW yang dikirim telah diperiksa dan bebas dari feses, ektoparasit, bulu, dan kotoran di permukaan (Barantan 2021)

Selanjutnya untuk detail prosedur pemanasan SBW mengacu pada SK Kepala Badan Karantina Pertanian Nomor 2732/KPTS/KR.120/K/12/2018 tentang Pedoman Verifikasi Terhadap Pemanasan Sarang Burung Walet untuk Pengeluaran ke Negara RRT (Barantan 2018). Hanya saja, target suhu minimum inti produk SBW sebesar 100°C dengan waktu minimum 1 jam. Jika eksportir SBW ke Kanada tidak melakukan proses pemanasan dengan skema di atas, maka memerlukan ijin impor (import permit) dan dievaluasi kasus per kasus oleh Pemerintah Kanada (CFIA).

Pada tahun 2018, Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian (BUTTMKP) telah melakukan uji terap dengan judul "Verifikasi Perlakuan Pemanasan terhadap Sarang Burung Walet untuk Menginaktivasi Virus Avian Influenza." Hasilnya,

pemanasan SBW dimana suhu inti SBW tidak boleh berada di bawah 70 derajat Celcius dan dipertahankan setidaknya selama 3.5 detik, terbukti dapat mengeliminasi virus *Avian Influenza*, tanpa mempengaruhi kualitas SBW (BUTTMKHP 2018). Pemanasan tersebut sesuai dengan Chapter 10.4 dari World Organization of Animal Health (WOAH) mengenai *Infection with High Pathogenicity Avian Influenza Viruses* (WOAH 2024). Metode pemanasan inilah yang menjadi acuan eksportir Indonesia untuk SBW yang akan diekspor ke Tiongkok.

Untuk uji coba pemanasan SBW dengan metode retort telah dilakukan oleh Badan Karantina Pertanian pada tahun 2022. Pemanasan SBW dengan metode retort dibandingkan dengan hasil pemanasan SBW berdasarkan metode dari WOAH. Hasilnya terdapat perbedaan signifikan antara hasil pemanasan SBW dengan metode retort dan metode WOAH. *Water absorption index* dari SBW yang dipanaskan dengan metode retort mengalami penurunan lebih banyak dibandingkan dengan SBW yang dipanaskan dengan metode WOAH. Hal tersebut menunjukkan bahwa daya kembang produk SBW yang dipanaskan dengan metode retort sangat menurun bila dibandingkan dengan metode retort. Sedangkan hasil pengujian protein dan asam sialat dari kedua metode tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (Barantan 2022).

Fahriani *et al.* (2023a) juga menyatakan bahwa metode retort mempengaruhi kualitas SBW dengan menurunnya kapasitas rehidrasi dari SBW pasca pemanasan. Sedangkan hasil pengujian nitrit menunjukkan bahwa pemanasan dengan metode retort tidak secara signifikan mempengaruhi kadar nitrit pada SBW. Metode retort tidak disarankan untuk metode pemanasan pada SBW bersih. Perlakuan pemanasan SBW pada suhu sterilisasi komersial (retort) sebagai bahan baku dapat disarankan untuk dievaluasi sehingga tidak dijadikan persyaratan dalam perdagangan.

Konsumen SBW biasanya melihat bentuk, volume, warna, densitas, kapasitas rehidrasi, aroma, dan kekeringan dari SBW yang hendak dikonsumi. Pemanasan dengan suhu dan waktu yang dilakukan terhadap komoditas SBW yang hendak diekspor ke Kanada, secara tidak langsung dapat mempengaruhi kualitas SBW. Untuk itu perlu dilakukan perbandingan antara perlakuan SBW dengan metode yang dipersyaratkan oleh Kanada dengan metode yang sesuai dengan persyaratan dari WOAH, sehingga didapatkan data ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan. Kajian terkait pengaruh pemanasan sarang burung walet dengan suhu 100°C selama 1 jam tersebut, belum ada di Indonesia. Untuk itu, Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan (BUTTMKHIT) pada tahun 2024, bermaksud melaksanakan uji terap terkait sarang burung walet siap ekspor, dengan judul

“Perlakuan Pemanasan Sarang Burung Walet dengan Suhu 100°C Selama Satu jam Sesuai Persyaratan Kanada.”

Tujuan pertama dari uji terap ini adalah untuk menguji teknik perlakuan pemanasan sarang burung walet dengan suhu 100°C selama 1 jam sesuai persyaratan Kanada, yang tidak mempengaruhi kualitas SBW. Tujuan kedua adalah untuk membandingkan perlakuan pemanasan SBW sesuai persyaratan Kanada dengan persyaratan dari WOAH. Sedangkan sasaran yang diharapkan adalah untuk mendapatkan teknik perlakuan sarang burung walet sesuai persyaratan yang diajukan oleh Negara Kanada, tanpa mempengaruhi kualitas SBW. Hasil pelaksanaan uji terap ini diharapkan dapat menjadi referensi/rekomendasi kepada Badan Karantina Indonesia, sebagai bahan kebijakan penetapan standar teknik perlakuan sarang burung walet untuk diekspor ke Negara Kanada

Sarang Burung Walet

Sarang burung walet adalah sarang burung yang sebagian besar berasal dari air liur burung walet (*Collacalia sp*). Sarang burung walet berfungsi untuk bersarang, bertelur, menetasan, dan membesarkan anaknya. Sarang burung walet yang dikonsumsi, secara garis besar terdiri dari sarang burung walet kotor (*raw unclean*), sarang burung walet bersih (*raw clean*), dan sarang burung walet olahan (Barantan 2021).

Berdasarkan Surat Keputusan Kepala Badan Karantina Pertanian Nomor 6291/KPTS/HK.140/K/7/2021 tentang Pedoman Tindakan Karantina Hewan Terhadap Pengeluaran Sarang Burung Walet dari Wilayah Negara Republik Indonesia ke Negara Selain Republik Rakyat Tiongkok, sarang burung walet bersih (*raw clean edible birdnest*), yang selanjutnya disebut sarang burung walet adalah sarang walet yang telah mengalami proses pembersihan dari bulu dan kotoran lainnya, sehingga sebagian besar bulu dan kotoran telah hilang dan dengan pengamatan secara visual (mata telanjang) dengan jarak 20-30 cm, terlihat bersih dari bulu dan kotoran. SBW bersih masih memerlukan proses pengolahan lebih lanjut sebelum dapat dikonsumsi manusia. SBW bersih juga dapat diberi perlakuan pemanasan tertentu untuk mematikan agen penyakit hewan maupun mikroba pencemar yang dapat terbawa pada SBW (Barantan 2021).

Kualitas sarang burung walet berdasarkan Pasal 5 Ayat 1 Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2020 tentang Tindakan Karantina Hewan Terhadap Pemasukan atau Pengeluaran Sarang Burung Walet dari Dalam Wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia adalah, Sarang Burung Walet

memenuhi aspek keamanan pangan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 huruf b, tidak mengandung cemaran biologi, kimia, dan fisik serta kadar air yang melebihi batas maksimum (Permentan 2020).

Hasil penelitian telah mengungkap beberapa manfaat sarang burung walet sebagai pangan fungsional. Penelitian yang lebih luas dapat dilakukan untuk mengeksplorasi efek fisiologis dan mekanisme bahan bioaktif fungsional SBW dalam sistem kesehatan manusia. Kelebihan penggunaan SBW dalam industri makanan yaitu mudah diaplikasikan, mudah dalam ekstraksi dan mudah dimurnikan (Wahyuni *et al.* 2021).

Komposisi Sarang Burung Walet

Analisis proksimat dalam SBW sangat bervariasi yang menunjukkan kemungkinan perbedaan komposisi dalam saliva yang dikeluarkan selama periode 35 hari ketika sarang sedang dibangun (Marcone 2005). Berdasarkan analisis komposisi, glikoprotein SBW yang dimurnikan mengandung sekitar 63% protein, 21% total sakarida dan 14% asam sialat (Marcone 2005; Saengkrajang *et al.* 2013; Zhang *et al.* 2012; Xu *et al.* 2019). Susunan komposisi (dari tertinggi ke terendah) adalah protein, karbohidrat, abu, dan lemak. Protein tinggi dalam SBW merupakan indikator dari kualitas dan kelimpahan pakan di lingkungan rumah walet (Marcone 2005). Sarang burung walet mengandung semua jenis asam amino esensial. Berdasarkan kandungan asam amino, SBW dapat menyediakan asam amino esensial yang dibutuhkan oleh tubuh manusia untuk pertumbuhan, pemeliharaan, dan perbaikan jaringan. Beberapa kandungan asam amino esensial (misalnya lisin) pada SBW lebih tinggi dibandingkan dengan produk hewan lain (Marcone 2005).

Asam sialat (*N-acetylneuraminic acid*) adalah keluarga oligosakarida dengan rantai atom C berjumlah 9 dengan rumus C₁₁H₁₉NO₉. Asam sialat dalam jumlah sedikit ditemukan pada semua vertebrata namun tidak umum ditemukan pada tumbuhan, prokariota, atau invertebrate (Wang *et al.* 2003). Kandungan asam sialat pada SBW *Collocalia fuciphaga* ditemukan berbeda pada beberapa lokasi. Tung *et al.* (2008) menemukan kandungan asam sialat berkisar 10.2–12.1% dengan rata-rata 11.4%. Yu *et al.* (2016) membandingkan kandungan asam sialat pada SBW asal Malaysia dan Indonesia, dan menemukan bahwa kandungan asam sialat pada SBW Malaysia dan Indonesia berturut-turut adalah 7–11.9% dan 7.89–12.8%.

Rata-rata kandungan asam sialat yang ditemukan pada SBW asal Pulau Kalimantan dan Pulau Jawa berkisar 9.20%–13.62% dengan rata-rata 11.16±1.0468. Faktor-faktor yang memengaruhi kandungan asam sialat pada SBW adalah lokasi

rumah walet, vegetasi di sekitar rumah walet, keberadaan tumbuhan di sekitar rumah walet, sistem panen, ketinggian rumah walet dari permukaan laut dan jenis serta jumlah serangga yang dimakan burung walet (Helmi 2018).

Metode Pemanasan Sarang Burung Walet

Pemanasan sarang burung walet berdasarkan pedoman dari WOAH adalah proses pemanasan sarang burung walet bersih sampai titik inti sarang walet mencapai 70°C. Suhu ini harus dipertahankan minimal 3,5 detik. Alat harus dalam kondisi tertutup selama pemanasan untuk memastikan suhu produk dan ruang udara dalam alat pemanas memenuhi suhu yang telah ditetapkan sesuai persyaratan (WOAH 2024).

Air yang digunakan adalah air yang memiliki kualitas minimum dengan standar air minum sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 atau peraturan hasil perubahannya. Air yang dimaksud adalah air minum yang aman bagi Kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan (Permenkes 2010). Khusus untuk pemanas tipe uap basah konvensional (*single* dan *multi-tray*) (*single* atau *multi-tray*), level air harus berada pada rentang $\frac{1}{2}$ (minimum) sampai $\frac{3}{4}$ (maksimum) dari ketinggian antara rak terbawah alat dengan dasar alat pemanas. Pengisian air pemanas dapat dilakukan secara manual ataupun otomatis dengan memperhatikan ketinggian air (Barantan 2018).

Alat pemanas dapat berupa alat pemanas uap konvensional dan alat pemanas uap bertekanan. Pemanasan uap bertekanan dapat digunakan untuk SBW yang dieksport ke Kanada dan Amerika. Dalam hal SBW yang hendak dikirim berasal dari beberapa tempat pemrosesan, maka perlakuan pemanasan merupakan tanggung jawab pengirim (Barantan 2018).

Alat pemanas yang digunakan harus memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut (Barantan 2018):

1. Memiliki sumber atau medium pemanas yang memberikan panas yang memadai dan merata untuk semua area alat pemanas. Sumber atau medium pemanas dapat dihasilkan melalui pembakaran gas atau pemanasan *heater* listrik.
2. Harus terbuat dari bahan yang kuat, tahan panas, tidak mudah berkarat dan dilakukan pembersihan alat secara rutin minimal 1 (satu) kali dalam seminggu.
3. Khusus untuk jenis pipa transportasi uap dari *boiler* ke dalam *retort*, harus menggunakan bahan *stainless steel* atau jika menggunakan pipa jenis yang

berbeda maka uap yang akan masuk ke dalam *retort* harus terlebih dahulu disaring menggunakan saringan uap.

4. Harus ditempatkan di dalam ruangan yang memiliki saluran pembuangan udara/ uap (*exhaust fan*) yang menjamin pencegahan pertumbuhan jamur di dalam ruangan.
5. Harus dilengkapi dengan 9aud an99 suhu yang telah dikalibrasi paling kurang 1 (satu) kali dalam setahun.
6. Indikator suhu harus dalam bentuk digital dengan minimum skala pembacaan suhu sebesar 1°C dan menggunakan tipe *probe* atau sensor *thermocouple* tipe K.
7. Indikator waktu dalam bentuk digital (*stopwatch*) dengan resolusi minimal 0,1 detik yang terkalibrasi minimal 1 (satu) kali dalam setahun.
8. Harus dalam kondisi tertutup selama pemanasan untuk memastikan suhu produk dan ruang udara dalam alat pemanas memenuhi suhu yang telah ditetapkan sesuai persyaratan.
9. Menggunakan air yang memiliki kualitas minimum sesuai dengan standar air minum (sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 atau peraturan hasil perubahannya).
10. Khusus untuk pemanas tipe uap basah konvensional (*single* dan *multi-tray*) (*single* atau *multi-tray*), level air harus berada pada rentang $\frac{1}{2}$ (minimum) sampai $\frac{3}{4}$ (maksimum) dari ketinggian antara rak terbawah alat dengan dasar alat pemanas. Pengisian air pemanas dapat dilakukan secara manual ataupun otomatis dengan memperhatikan ketinggian air.

Khusus untuk Kanada *come up time* (CUT) merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu inti sarang walet minimum mencapai 100°C. Waktu pemanasan bukanlah 5 detik tetapi minimum 1 jam. Kombinasi suhu dan waktu ini (100°C dan 1 jam) dapat diubah dengan ketentuan proses pemanasan yang dilakukan tetap memberikan nilai $F_o \geq 0,5$ menit (Barantan 2018).

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Uji terap “Perlakuan Pemanasan Sarang Burung Walet dengan Suhu 100°C Selama 1 jam Sesuai Persyaratan Kanada.” Dilaksanakan di Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan (BUTTMKHIT), Jalan Raya

Kampung Utan-Setu, Desa Mekar Wangi, Kecamatan Cikarang Barat, Kabupaten Bekasi Jawa Barat. Pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian IPB University. Uji terap dilakukan pada bulan Januari hingga Desember 2024.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah alat pemanas tipe uap basah konvensional (*single* dan *multi-tray*) seperti yang terlihat pada gambar 1 dan 2 di bawah ini, *thermocouple* dan *thermodata logger*, timbangan analitik, timer, pinset steril dan spatula steril.



Gambar 2 Alat pemanas tipe uap basah konvensional (*single* dan *multi-tray*)



Gambar 3 Bagian dalam alat pemanas tipe uap basah konvensional (*single* dan *multi-tray*)

Bahan yang digunakan adalah sarang burung walet siap ekspor asal Pulau Sumatera, seperti yang terlihat pada gambar 4. Sampel sarang burung walet yang digunakan adalah SBW yang bersih dari bulu dan kotoran, serta belum diperlakukan

pemanasan. Sarang berbentuk oval dengan ukuran sedang, berumur 50 hari atau berat 6 ± 0.5 gram. Sample berwarna putih, ukuran simetris dengan bagian kaki yang sudah dirapihkan. Dilakukan pemilihan ketebalan kaki sarang burung walet yang dijadikan sampel. Diusahakan ketebalan kaki SBW antar sampel serupa.



Gambar 4 Sarang burung walet bersih siap eksport

Metode

Persiapan Sampel

Masing-masing sarang ditimbang dan dicatat beratnya. Kemudian sampel dibagi 4 bagian dengan ukuran yang sama besar. Satu bagian untuk kontrol (tanpa pemanasan), satu bagian untuk perlakuan 1, satu bagian untuk perlakuan 2, dan satu bagian untuk perlakuan 3. Suhu awal sampel dicatat. Sampel yang siap untuk perlakuan tergambar pada gambar 5, di bawah ini. Masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali ulangan.



Gambar 5. Sarang burung walet yang siap untuk perlakuan

Masing-masing sampel untuk tiap-tiap perlakuan diberi label serta dipastikan acak. Selanjutnya pengeboran untuk pemasangan alat sensor dilakukan di bagian kaki SBW yang paling tebal. Metode pemanasan yang dilakukan untuk ekspor ke Kanada sama dengan metode pemanasan SBW untuk ekspor ke Tiongkok. Perbedaannya adalah pada suhu dan waktu perlakuan.

Persiapan Alat Pemanas

1. Proses *pre-heating* alat pemanas SBW

Pre-heating bertujuan untuk memberikan alat pemanas kondisi yang jenuh dengan uap, pada titik suhu yang sama. Saat melakukan proses *pre-heating*, suhu awal air harus dicatat. Sumber panas berasal dari tabung gas dengan kapasitas isi 25-30%. Dengan asumsi, kapasitas gas yang sedikit akan memberikan tekanan yang tidak terlalu besar terhadap alat yang digunakan. Bila tekanan gas rendah serta memberikan hasil yang optimum pada alat, maka saat menggunakan tabung dengan kapasitas penuh, tidak terjadi masalah yang berarti terkait tekanan gas. Suhu dan waktu, keduanya, harus terpenuhi saat *pre-heating* (Barantan 2018).

2. *Coldest point*

Coldest point merupakan titik yang digunakan untuk menempatkan alat sensor suhu. Untuk mencari titik ini, dilakukan uji distribusi panas untuk mencari titik terdingin (*coldest point*) dari alat yang digunakan (Barantan 2018).

3. Penetrasi

Lakukan penghitungan suhu awal pada sampel SBW, sebelum dimasukkan ke dalam alat pemanas. Selanjutnya SBW yang telah dipasang alat pemantau panas, dimasukkan ke alat pemanas (Barantan 2018).

Beberapa hal yang perlu dicatat saat melakukan perlakuan pemanasan dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Pencatatan data saat perlakuan pemanasan (Barantan 2018).

No	Data	Hasil	Satuan
1.	Ketinggian air (rekomendasi: 2/4 sampai ¾ jarak Antara dasar alat pemanas sampai rak terbawah)		Cm
2.	Tekanan gas minimum (bar) / level regulator sumber panas (1,2,3/10,20, ...100)		Bar
3.	Suhu awal SBW saat pemanasan pertama		°C
4.	Berat maksimal SBW		Gram

5.	$T_{\text{indicator pre heating}}$	°C
6.	$t_{\text{pre heating}}$	Detik
7.	Come up time / CUT (detik) ^{a,b}	(Detik) ^{a,b}
8.	$t_{\text{total}} = \text{CUT} + 5$ (detik/menit) ^c	(detik/menit) ^c
9.	$T_{\text{indicator total}}$ yaitu suhu pada saat t_{total} (°C)	°C
10.	Skema penyusunan SBW yang dipanaskan	Skema
11.	Operator pemanasan (paling sedikit terdiri dari 2 orang, yaitu operator yang memasukkan SBW sebelum dipanaskan dan operator yang mengambil SBW setelah pemanasan.	

Metode Perlakuan Sampel

Terdapat empat macam perlakuan pada uji terap ini, yaitu sampel tanpa perlakuan pemanasan sebagai kontrol, perlakuan pemanasan dengan suhu 70°C selama 3,5 detik sebagai perlakuan 1. Selanjutnya perlakuan pemanasan dengan 100°C selama 1 menit sebagai perlakuan 2, dan perlakuan pemanasan dengan 100°C selama 1 jam sebagai perlakuan 3.

Perlakuan 1

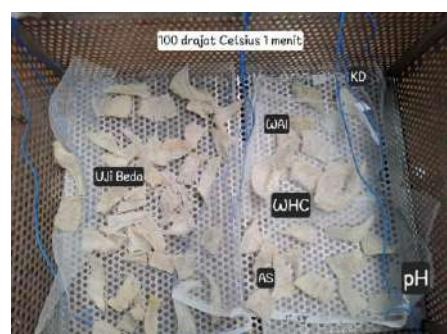
Temperatur pada inti SBW menggunakan uap panas harus mencapai suhu 70°C selama paling kurang 3,5 detik (dibulatkan 5 detik). Pembacaan sensor dilakukan pada suhu 96.3 °C selama 139 detik. Setelah sampel mencapai suhu inti dan waktu yang telah ditentukan, dilakukan pendinginan. Kemudian dikondisikan beratnya sama dengan sebelum dipanaskan (ditimbang gram sebelum pemanasan sama dengan gram setelah pemanasan). Sampel dengan perlakuan pemanasan yang sama dihomogenkan. Gambar sampel perlakuan 1 dapat dilihat pada gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6 Sampel SBW perlakuan 1

Perlakuan 2

Temperatur pada inti SBW menggunakan uap panas harus mencapai suhu 100°C selama satu menit. Pembacaan sensor dilakukan pada suhu 96.3 °C selama 139 detik. Setelah sampel mencapai suhu inti dan waktu yang telah ditentukan, dilakukan pendinginan. Kemudian dikondisikan beratnya sama dengan yang sebelum dipanaskan (ditimbang gram sebelum pemanasan sama dengan gram setelah pemanasan). Sampel dengan perlakuan pemanasan yang sama dihomogenkan. Gambar sampel perlakuan 2 dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7 Sampel SBW perlakuan 2

Perlakuan 3

Temperatur pada inti SBW menggunakan uap panas harus mencapai suhu 100°C selama satu jam. Pembacaan sensor dilakukan pada suhu 96.3 °C selama 139 detik. Setelah sampel mencapai suhu inti dan waktu yang telah ditentukan, dilakukan pendinginan. Kemudian dikondisikan beratnya sama dengan yang sebelum dipanaskan (ditimbang gram sebelum pemanasan sama dengan gram setelah pemanasan). Sampel dengan perlakuan pemanasan yang sama dihomogenkan. Gambar sampel perlakuan 3 dapat dilihat pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8 Sampel SBW perlakuan 3

Pengujian Asam Sialat Menggunakan Metode Spektrofotometri

Persiapan sampel dilakukan dengan mengacu pada metode yang dikembangkan Li *et al.* (2011). Sampel SBW dikeringkan pada suhu 105 °C selama 60 menit, didinginkan, dihaluskan dengan mortar sambil dibuang kotoran dan bulu yang masih tersisa, kemudian disaring dengan saringan 100 mesh untuk menyaring kotoran dan bulu. Sebanyak 0.12-0.13 g serbuk SBW dimasukkan ke dalam tabung reaksi ulir 25 ml, ditambahkan 20 ml larutan asam asetat 50% lalu dipanaskan dengan reflux selama 10 menit untuk melepaskan asam sialat. Tabung didinginkan dan larutan dipindahkan ke tabung tera 100 ml lalu dibilas dengan akuabides sampai 100 ml. Sebanyak 10 ml larutan dipindahkan ke dalam botol sentrifugasi 15 ml, ditambahkan 1.2 g amonium sulfat dan diaduk kemudian disentrifuse pada 3000 rpm selama 10 menit. Sebanyak 2 ml supernatan dipindahkan kedalam tabung ulir 10 ml, ditambahkan 2 ml indikator nihidrin (2.5 g nihidrin dalam 60 ml asam asetat glasial dan 40 ml HCl) yang akan bereaksi dengan asam sialat untuk membentuk warna kuning dan 2 ml asam asetat glasial, diaduk kemudian dipanaskan pada penangas air pada suhu 100 oC selama 10 menit. Selanjutnya tabung ulir segera didinginkan di bawah air mengalir. Sebanyak 2 ml supernatan dimasukkan ke dalam kuvet dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 470 nm.

Persiapan standar asam sialat dilakukan dengan mengacu pada metode yang dikembangkan Li *et al.* (2011). Asam sialat standar (N-Acetylneuraminic acid, Sigma-Aldrich Chemie) sebanyak 5 mg dalam 1 ml akua-bides (5000 µg/ml), kemudian berturut-turut dilarutkan menjadi enam konsentrasi asam sialat secara bertingkat yaitu 200, 100, 50, 20, 10 dan 5 µg/ml. Sebanyak 2 ml larutan standar pada setiap konsentrasi ditambahkan 2 ml indikator nihidrin (2.5 g nihidrin dalam 60 ml asam asetat glasial dan 40 ml HCl), 2 ml asam asetat glasial, diaduk kemudian dipanaskan pada penangas air pada suhu 100 oC selama 10 menit. Selanjutnya tabung ulir segera didinginkan di bawah air mengalir. Sebanyak 2 ml supernatan dimasukkan ke dalam kuvet dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 470 nm.

Analisis Data. Hasil yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk rata-rata kandungan asam sialat dengan selang kepercayaan 95%. Analisis univariat dengan uji t dan uji sidik ragam (analysis of variance) dilakukan untuk melihat perbedaan yang signifikan diantara kandungan asam sialat dengan peubah yang diamati (Hidayat dan Istiadiyah 2011). Untuk mengklasifikasikan sampel berdasarkan asal geografisnya,

maka dilakukan analisis kemometrik dengan principal component analysis atau PCA (Jolliffe 2011)

Pengujian Kadar Air (*Moisture content (MC)*)

Sejumlah 1 gram sampel sarang burung walet diletakkan di dalam wadah berlapis aluminium, serta dikeringkan pada suhu 135 °C selama 8 jam. Kadar air dihitung menggunakan persamaan di bawah ini (Singh dan Muthukumarappan 2015):

$$\text{Moisture content (\%)} = \frac{W_s - W_{ds}}{W_s} \times 100\%$$

dimana W_s = *initial sample weight* (g) and W_{ds} = *weight of dried sample* (g)

Pengujian pH

Sejumlah 5 gram sampel sarang burung walet dihomogenkan dalam 50 ml air destilata menggunakan *chopper*. Kadar pH dari larutan tersebut dihitung menggunakan pH meter terkalibrasi (AOAC 1999)

Pengujian Water Holding Capacity (WHC)

Sejumlah 2.5 gram sampel sarang burung walet dilarutkan dalam 30 ml air destilata menggunakan tabung sentrifus ukuran 50 ml. Larutan tersebut di-vortex selama 30 detik. Lalu di sentrifus pada kecepatan 3,000 ×g selama 15 menit. Supernatan yang timbul dibuang dan gel yang tersisa ditimbang (Singh dan Muthukumarappan 2015).

WHC dikalkulasi dengan formulasi berikut:

$$\text{WHC (\%)} = \frac{W_g}{W_s} \times 100\%$$

dimana W_g = *weight of the gel remaining the in the centrifuge tube* (g); W_s = *initial sample weight* (g)

Pengujian Water Absorption Index (WAI)

Sejumlah 2.5 gr sampel sampel sarang burung walet dilarutkan dalam 30 ml air destilata menggunakan tabung sentrifus ukuran 50 ml, dan di-vortex selama 30 detik. Larutan tersebut kemudian disentrifus pada kecepatan 3,000 ×g selama 15 menit. Supernatan yang terbentuk kemudian dipindahkan ke wadah berlapis aluminium, serta

dikeringkan pada suhu 135 °C selama 3 jam untuk menghilangkan airnya (Singh dan Muthukumarappan 2015). WAI dikalkulasi dengan formulasi berikut:

$$WAI (-) = \frac{W_g}{W_{ds}}$$

Di mana W_g = weight of the gel remaining in centrifuge tube (g); W_{ds} = weight of dried supernatant (g)

Metode Spike dan Uji *Salmonella* Pada Sarang Burung Walet

Spike Salmonella enteritis pada SBW. Suspensi *Salmonella enteritis* dalam NaCl fisiologis dengan estimasi 10^8 CFU/ml diteteskan pada sarang burung walet dengan estimasi kandungan per-gramnya 10^8 CFU/g.

Metode kultur *S. enteritidis* setelah perlakuan. Sarang burung walet sebanyak satu gram dimasukkan dalam 9 ml larutan buffer pepton water (BPW), selanjutnya diinkubasikan selama 24 jam. Suspensi BPW dimasukkan sebanyak 1-2 ml ke dalam microtube dan disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm, selama 5 menit. Supernatan dibuang dan pellet di-resuspensi dengan NaCL fisiologis, selanjutkan diinokulasikan pada media XLD (*Xylose Lysine Deoxycholate*).

Hasil positif bila terdapat koloni berwarna hitam atau merah. Kemudian koloni yang dicurigai tersebut diekstraksi dan dilakukan PCR untuk konfirmasi.

Analisis Atribut Sensori

Sampel burung walet perlakuan 1, 2, 3, dan kontrol direndam selama 1 jam, ditiriskan, kemudian dimasak menggunakan *double boiler* selama 30 menit seperti yang terlihat pada gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Pemasakan SBW menggunakan alat *double boiler*

Kemudian sampel dibagi rata sejumlah panelis. Panelis diinstruksikan untuk melakukan uji banding antara sampel KONTROL dan sampel perlakuan, seperti yang terlihat pada gambar 10 di bawah ini. Setiap panelis diberi 1 sampel kontrol dan 3 sampel perlakuan. Panelis diminta mencoba sampel KONTROL kemudian membandingkan dengan sampel perlakuan 1. Selanjutnya mencoba sampel KONTROL dan membandingkannya dengan perlakuan 2, serta membandingkan sampel KONTROL dengan sampel perlakuan 3. Panelis juga diminta untuk mengidentifikasi perbedaan kualitas dari setiap sampel (Meilgaard *et al.* 20007). Hasil evaluasi sampel kemudian diisikan ke Google form melalui tautan <https://ipb.link/sensori-sbw>



Gambar 10 Penjelasan mengenai uji sensori SBW kepada panelis

Panelis menuliskan perbedaan warna, tekstur, rasa, aroma, *aftertaste*, dan *overall* dari keempat sampel tersebut, dengan memilih kolom Tidak ada perbedaan;

Sangat sedikit; Agak berbeda; Moderat; Besar; dan Sangat besar, seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Tabel *sensory analytic. Difference-from-KONTROL Test Sarang Burung Walet (SBW)*

		Tidak Ada Perbedaan	Sangat Sedikit	Agak Berbeda	Moderat	Besar	Sangat Besar
SAMPEL A	Warna						
	Tekstur						
	Rasa						
	Aroma						
	Aftertaste						
	Overall						
	Deskripsikan perbedaan yang ditemukan						
SAMPEL B	Warna						
	Tekstur						
	Rasa						
	Aroma						
	Aftertaste						
	Overall						
	Deskripsikan perbedaan yang ditemukan						
Sampel C	Warna						
	Tekstur						
	Rasa						
	Aroma						
	Aftertaste						
	Overall						
	Deskripsikan perbedaan yang ditemukan						

Petunjuk Pengisian

1. Disediakan 4 sampel SBW di depan anda. Satu sampel kontrol dengan kode R dan 3 sampel dengan kode lain
2. Lakukan pencicipan, dimulai dengan kontrol dan sampel A, netralkan dengan air mineral di antara setiap pencicipan
3. Bandingkan setiap atribut sensori antar keduanya. Pencicipan boleh diulang apabila diperlukan
4. Deskripsikan perbedaan yang ditemukan secara singkat
5. Ulangi langkah 2-4 untuk setiap sampel dengan kode lainnya

Analisis Statistik

Analisis statistik menggunakan SPSS IBM® SPSS® Statistics software, version 26 (IBM, USA), dengan level konfidensi 95%. Variasi analisis (*Analysis of variance*

(ANOVA)) dan Dunnet test (2-sided) dilakukan untuk mengidentifikasi perbedaan antara sampel perlakuan dan kontrol

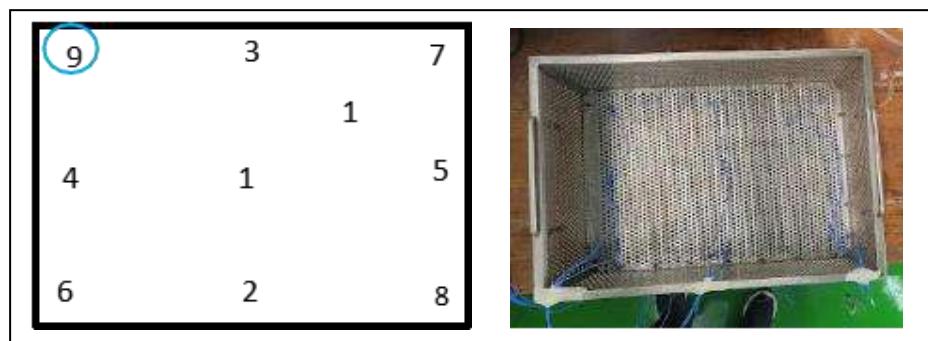
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan perlakuan pemanasan, dilakukan verifikasi alat pemanas sarang burung walet. Hasil verifikasi dapat dilihat pada data-data di bawah ini. Sebagai catatan, angka-angka yang tertera hanya berlaku pada alat yang digunakan untuk pengujian.

Suhu air awal	:	27,6°C
Level Air	:	Max. 6 cm
Pengisian Air	:	Proses Manual
Tekanan Gas	:	Skala 20%
Level Katub Gas	:	Skala Api Maksimal
Berat SBW	:	-
Suhu awal SBW	:	26,4°C

1. Tahap Uji Pre heating

- Suhu Akhir Pre heating : **92.0 °C**
- Waktu Pre Heating : **27 menit (m) 57 detik (s)**
- Posisi SHP : Titik No. 9 (Dapat dilihat pada gambar 11 di bawah ini)



Gambar 11 Posisi *slow heating point* (SHP) pada alat pemanas SBW

2. Tahap Uji Penetrasi Pada Produk :

- a. **Penetrasi 1 (Suhu Target 70°C, 5 detik)**
- Tercapai-indikator **82.2 °C**

- CUT **28s**
- Tindikator total **82.9 °C**
- CUT + 5 s **33s**
- b. Penetrasi 2 (Suhu Target 70°C, 5 detik)**
- Ttercapai-indikator **91.9 °C**
- CUT **32s**
- Tindikator total **92.7 °C**
- CUT + 5 s **37s**
- c. Penetrasi 3 (Suhu Target 100°C, 1 menit)**
- Ttercapai-indikator **115.2 °C**
- CUT **3m 24s**
- Tindikator total **116.2 °C**
- CUT + 1 m **4m 24s**
- c. Penetrasi 4 (Suhu Target 100°C, 60 menit)**
- Ttercapai-indikator **114.3 °C**
- CUT **2m 56s**
- Tindikator total **115.8 °C**
- CUT + 60 m **1h 2m 56s**

Terdapat 2 macam pengujian laboratorium yang dilakukan terhadap sarang burung walet dalam uji terap ini. Pengujian fisikokimia dan pengujian mikrobiologis. Pengujian fisikokimiawi tersebut adalah pengujian asam sialat menggunakan metode spektrofotometri, pengujian kadar pH, pengujian *water holding capacity* (WHC), pengujian *water absorbtion index* (WAI), dan pengujian kadar air. Sedangkan pengujian mikrobiologis menggunakan uji keberadaan bakteri *Salmonella enteritis* pada SBW yang di-spike.

Berdasarkan hasil pengujian fisikokimiawi sarang burung walet dengan 3 perlakuan suhu dan waktu yang berbeda, serta 3 kali ulangan, didapatkan hasil seperti yang terlihat pada tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5 Hasil pengujian fisikokimiawi

Sample	pH	Mc (%)	WAI (-)	WHC (%)
Kontrol	8.70 ± 0.09	26.34 ± 0.17	631.63 ± 32.90	813.66 ± 21.48
Perlakuan 1	$8.84 \pm 0.02^*$	$31.80 \pm 0.06^*$	584.54 ± 67.20	$727.41 \pm 24.90^*$
Perlakuan 2	$8.97 \pm 0.02^*$	$32.52 \pm 0.23^*$	$455.68 \pm 56.47^*$	$654.12 \pm 5.33^*$
Perlakuan 3	$9.01 \pm 0.03^*$	26.48 ± 0.95	$310.81 \pm 32.63^*$	$471.82 \pm 9.45^*$

Catatan: Data dinyatakan sebagai mean \pm standar deviasi dari tiga ulangan.

*perbedaan signifikan dengan sampel kontrol ($p < 0.05$) dengan tingkat kepercayaan 95%

Mc = moisture content, WAI = water absorption index, WHC = water holding capacity

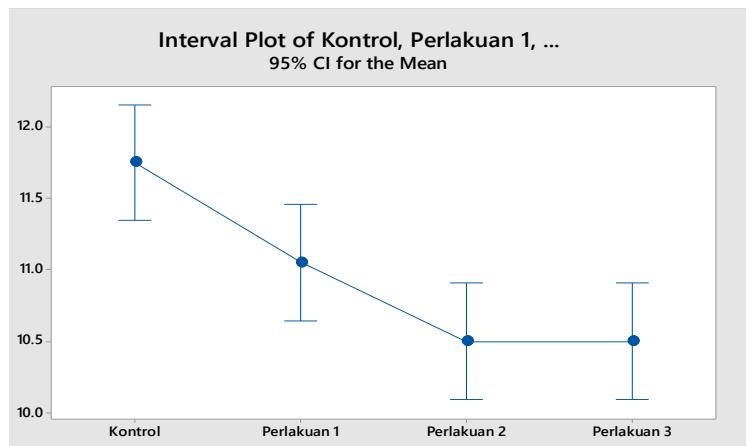
Berdasarkan tabel 5 di atas, didapatkan data bahwa WHC dan WAI menurun seiring dengan naiknya suhu perlakuan. Hal ini menunjukkan terjadinya denaturasi protein dari SBW yang diberi perlakuan. Denaturasi protein mengakibatkan perubahan konformasi struktur, yang mengakibatkan struktur tersebut memiliki kemampuan WHC dan WAI. Penurunan WAI ini menunjukkan bahwa sifat fungsional protein dari SBW yang diberi perlakuan pemanasan yang lebih tinggi mengalami penurunan solubilitas. Penurunan WHC dan WAI menunjukkan denaturasi protein yang sangat signifikan, hampir 50% kemampuannya turun dibandingkan dengan kontrol. Akibatnya daya kembang dari SBW yang diberi perlakuan turun drastis, karena WHC dan WAI juga turun drastis. Sedangkan untuk kadar air (*Moisture content*) antara kontrol dan perlakuan 1, 2, dan 3 menunjukkan hasil yang berbeda nyata tapi tidak memiliki tren. Sedangkan untuk kadar pH pada sarang burung walet antara kontrol dan perlakuan 1, 2, dan 3 menunjukkan hasil berbeda nyata.

Hasil pengujian asam sialat pada sampel sarang burung walet menggunakan metode spektrofotometri didapatkan hasil seperti tabel 6 di bawah ini. Pengujian dilakukan untuk 3 kali ulangan.

Tabel 6 Hasil pengujian asam sialat

Kadar asam sialat	Rerata \pm standar deviasi
Kontrol	11.750 \pm 0.212 ^a
Perlakuan 1	11.050 \pm 0.212 ^{ab}
Perlakuan 2	10.500 \pm 0.283 ^b
Perlakuan 3	10.50 \pm 0.00 ^b

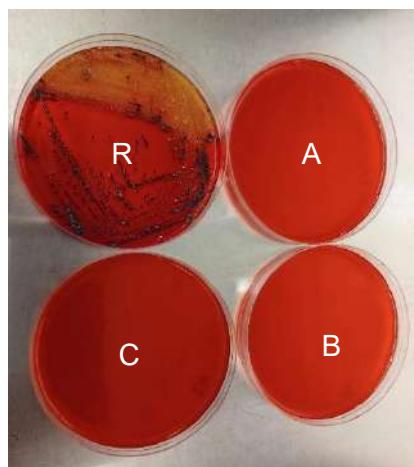
Rata-rata kandungan asam sialat yang ditemukan pada SBW asal Pulau Kalimantan dan Pulau Jawa berkisar 9.20%–13.62% dengan rata-rata 11.16 ± 1.0468 (Helmi 2018). Hasil pengujian pada SBW asal Sumatera yang digunakan dalam uji terap ini adalah berkisar pada angka 10,3 hingga 11,6.



Gambar 12 Analisis statistik hasil pengujian asam sialat

Sedangkan untuk analisis statistik menggunakan annova pada hasil pengujian asam sialat tersebut dapat dilihat pada gambar 12 di atas ini. Berdasarkan analisis statistik tersebut di atas, terlihat bahwa proses pemanasan memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap penurunan asam sialat.

Sample sarang burung walet kontrol dan perlakuan di-*spike* dengan *Salmonella enteritis*, selanjutnya sampel diinokulasikan pada media XLD. Koloni yang tumbuh yang dicurigai *Salmonella* (koloni berwarna hitam atau koloni merah) diekstraksi dan dilakukan PCR untuk konfirmasi. Hasil pengujian pada media XLD terlihat pada gambar 13 di bawah ini.

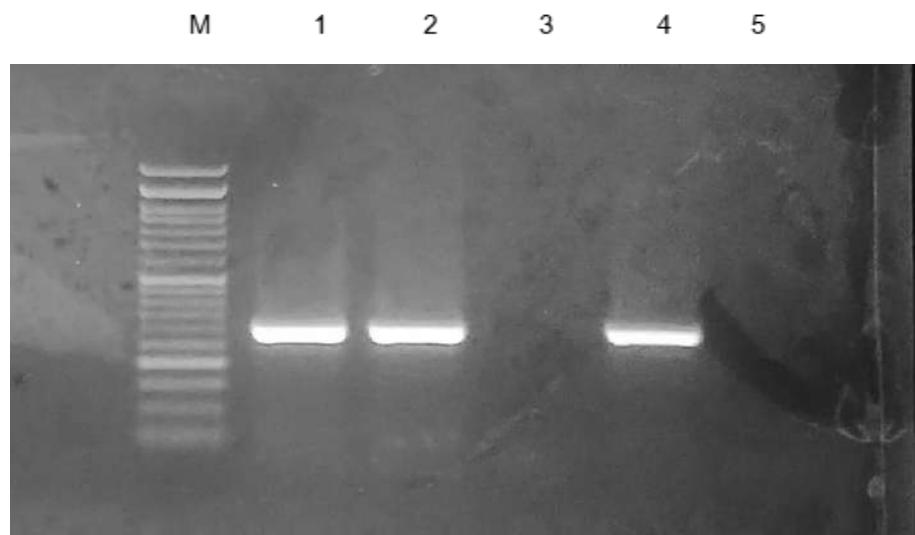


Gambar 13 Hasil pengujian *Salmonella* spp. pada media XLD

Pada gambar 13 tersebut, huruf R adalah SBW kontrol (tanpa perlakuan); huruf A adalah SBW dengan perlakuan 1, yaitu dipanaskan pada suhu inti sebesar 70°C dengan waktu minimum 3,5 detik; huruf B adalah SBW dengan perlakuan 2, yaitu

dipanaskan pada suhu inti sebesar 100°C dengan waktu minimum 1 menit; dan huruf C adalah SBW yang dipanaskan dengan perlakuan 3, yaitu pada suhu inti sebesar 100°C dengan waktu minimum 1 jam. Hasilnya SBW kontrol tanpa perlakuan menunjukkan hasil positif *Salmonella* spp., sedangkan pada SBW perlakuan 1, 2, dan 3 tidak menunjukkan adanya *Salmonella* spp.

Sampel kontrol yang menunjukkan hasil positif di media XLD selanjutnya diekstraksi dan dilakukan PCR untuk konfirmasi. Hasil pengujian PCR dapat dilihat gambar 14 di bawah ini.



Keterangan: M (marker), kolom 1-2 (koloni *S. enteritidis*), 3 control negative (*S. pullorum*), 4 control positif (*S. enteritidis*-304 bp), 5 NTC

Gambar 14 Hasil pengujian PCR pada sampel kontrol

Pengujian mikrobiologis tidak menggunakan bakteri *Clostridium botulinum* dikarenakan bakteri ini hanya dapat hidup pada kondisi anaerob. Proses pengemasan sarang burung walet yang diekspor ke Kanada menggunakan proses yang serupa dengan pengemasan ke Tiongkok, seperti yang dapat dilihat pada gambar 15 di bawah ini. Produk sarang burung walet tersebut dikemas tidak secara anaerob dan terekspos dengan udara sekitar. Diasumsikan bakteri *Clostridium botulinum*, tidak dapat bertahan hidup dengan pengemasan tersebut.



Gambar 15 Pengemasan SBW yang akan diekspor ke Kanada
(Gambar dari BKHIT Jawa Tengah)

Sampel sarang burung walet kontrol dan yang telah diberi perlakuan direndam selama 30 menit, kemudian dimasak menggunakan *double boiler*. Konsumen SBW umumnya melakukan perendaman selama 30 hingga 60 menit sebelum melakukan pemanasan, dengan tujuan melunakkan tekstur SBW.

Setelah itu, sampel yang telah dimasak, dibagi rata untuk uji atribut sensori. Atribut yang dimaksud adalah warna, aroma, rasa, dan tekstur seperti yang telah dijabarkan di tabel 4 di atas. Jumlah panelis yang melakukan uji atribut sensori adalah berjumlah 22 orang. Uji ini merupakan uji beda (*control difference test*). Tujuannya untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap kontrol. Tidak ada perbandingan antara perlakuan, yang ada hanya membandingkan antara perlakuan dengan kontrol. Hasil uji atribut sensori dapat dilihat pada tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Hasil uji atribut sensori (*Difference-from-control test result*)

Attribute	A		B		C	
	Mean difference	Sig.	Mean difference	Sig.	Mean difference	Sig.
Color	0.86*	0.004	1.64*	<0.001	3.36*	<0.001
Texture	1.32*	<0.001	3.41*	<0.001	4.32*	<0.001
Aroma	1.09*	0.001	2.09*	<0.001	2.09*	<0.001
Taste	0.55	0.091	1.86*	<0.001	2.27*	<0.001
Aftertaste	0.73*	0.022	1.59*	<0.001	2.27*	<0.001
Overall	0.95*	0.002	2.41*	<0.001	3.64*	<0.001

Note: *significant difference with control sample ($p < 0.05$) with a confidence level of 95%

Atribut warna, tekstur, aroma, *aftertaste* dan *overall* dari seluruh sampel menunjukkan perbedaan statistik yang signifikan dari sampel kontrol dengan $p < 0.05$. Untuk atribut rasa, sampel A menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan dibandingkan dengan sampel kontrol $p < 0.05$. Sampel A menunjukkan sedikit perbedaan dengan sampel kontrol, yang ditunjukkan dengan sebagaimana dibuktikan dengan nilai perbedaan rata-rata yang relatif lebih kecil

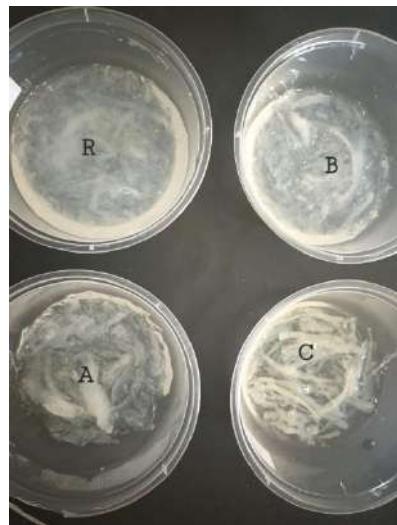
Berdasarkan tabel 7 di atas, angka yang diberi bintang menunjukkan perlakuan 70°C selama 3,5 detik berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol dalam hal warna, aroma, *aftertaste*, dan *overall*. Ketika suhu dinaikkan, hasil dari perlakuan 1, 2, dan 3, semuanya berbeda nyata. Kalau *taste* masih mirip, antara kontrol dan perlakuan 1. Tapi untuk perlakuan 2 dan 3 semuanya berbeda nyata. Hal tersebut menunjukkan peningkatan suhu dan waktu pemanasan mampu mengubah sifat fungsional, atau sifat fisikokimia dari sarang burung walet.

Seluruh panelis juga diminta untuk menuliskan deskripsi kualitatif pada kuesioner yang diberikan. Rangkuman hasil deskripsi dari panelis dapat dilihat pada tabel 8, di bawah ini.

Tabel 8 Rangkuman hasil deskripsi kualitatif uji atribut sensori

Sampel	Dekripsi Kualitatif
A	Sampel A memiliki sedikit perbedaan dengan sampel kontrol. Aroma tidak terlalu amis bila dibandingkan dengan kontrol. Serta terdapat sedikit perbedaan pada tekstur dan warna.
B	Sampel B memiliki perbedaan besar dengan sampel kontrol, dalam hal teksur. Tekstur dari sampel B lebih keras dan kasar dibandingkan dengan kontrol. Selain itu, aroma dari sampel B lebih amis dari sampel kontrol. Terdapat juga perbedaan warna, namun hal ini kemungkinan besar merupakan bias dari perbedaan porsi masing-masing sampel
C	Sampel C memiliki perbedaan besar dengan sampel kontrol dalam hal tekstur. Tekstur dari sampel C lebih lembut dan berserat, dengan rasa berpasir di mulut. Aromanya lebih kuat dibandingkan sampel kontrol, dan warnanya lebih kuning

Berdasarkan hasil di atas, proses pemanasan baik suhu dan waktu yang lebih lama, membuat tekstur sarang burung walet menjadi lebih berserat dan kasar, serta merubah strukturnya. Konsumen sarang burung walet biasanya lebih menyukai sarang burung walet dengan serat yang lebih halus, serta warna yang lebih putih. Serat yang lebih kasar dan lebih berstruktur kurang disukai konsumen. Untuk melihat perbedaan antara sarang burung walet kontrol dan perlakuan yang telah dimasak, dapat dilihat pada gambar 16 di bawah ini.



Gambar 16. Sampel sarang burung walet yang telah dimasak

Huruf R pada gambar 16 menunjukkan sampel kontrol tanpa perlakuan. Kemudian huruf A menunjukkan sampel dengan perlakuan suhu inti sebesar 70°C dengan waktu minimum 3,5 detik. Huruf B menunjukkan perlakuan dengan suhu inti sebesar 100°C dengan waktu minimum 1 menit. Serta huruf C menunjukkan perlakuan dengan suhu inti sebesar 100°C dengan waktu minimum 1 jam. Terlihat pada gambar 16 tersebut, sampel kontrol dan perlakuan 1 dan 2 tidak terlalu berbeda. Sedangkan pada sampel C, yang dipanaskan dengan suhu 100°C selama 1 jam, sampel memperlihatkan tekstur SBW yang terlihat lebih kasar dengan serabut yang lebih tebal bila dibandingkan dengan sampel KONTROL dan A. SBW pada sampel kontrol dan A lebih halus serabutnya.

Hasil pengujian menunjukkan perlakuan pemanasan tidak mengubah asam sialat, tetapi mengubah denaturasi protein, sehingga sifat fungsional dari SBW berubah. Perlakuan pemanasan yang lebih tinggi memberikan perubahan yang lebih signifikan pada SBW perlakuan, terlihat dari angka WHC dan WAI mengalami penurunan hampir 50%. Daya kembang produk sudah bisa dipastikan menurun, sekitar 50% dari kemampuan maksimum mengembangnya.

Pengujian *Salmonella* spp. menunjukkan hasil positif pada sampel kontrol sedangkan ketiga sampel perlakuan menunjukkan hasil negatif. Proses pemanasan SBW seharusnya ditujukan untuk mengeliminasi kontaminan *Avian Influenza* (AI), bukan mengeliminasi *Clostridium botulinum*. Secara karakteristik produk, *Clostridium botulinum* seharusnya tidak dapat tumbuh pada SBW yang akan diekspor ke Kanada, karena produk dikemas tidak secara anaerob dan terekspos dengan udara sekitar.

Hasil analisis sensori menunjukkan perbedaan yang nyata antara sampel kontrol dan perlakuan, dimana pemanasan berdampak negatif terhadap atribut sensori

SBW Dari hasil analisis sensori dan fisikokimia yang dilakukan, pemanasan memberi pengaruh signifikan terhadap sifat sensori dan fiskokimia produk SBW.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

1. Perlakuan pemanasan sarang burung walet (SBW) dengan suhu 100°C selama satu jam merubah denaturasi protein, sehingga mengubah sifat fungsional dari SBW. Perlakuan ini juga menurunkan kapasitas daya kembang hingga 50%, serta memberi pengaruh signifikan terhadap sifat sensori dan fisikokimia produk SBW, yang meliputi warna, rasa, aroma, dan tekstur.
2. Perlakuan pemanasan sarang burung walet dengan suhu 100°C selama satu jam memberikan hasil yang mempengaruhi kualitas SBW, sedangkan pemanasan SBW sesuai dengan persyaratan dari *World Organisation for Animal Health* (WOAH), yaitu pemanasan pada suhu 70 °C selama 3,5 detik, tidak mempengaruhi kualitas SBW.

Rekomendasi

Perlakuan pemanasan sarang burung walet bersih, dengan suhu 100°C selama satu jam tidak direkomendasikan untuk proses perlakuan ekspor SBW ke Kanada, karena mempengaruhi kualitas SBW.

Pernyataan Kebaruan

Uji terap ini merupakan kajian pertama yang melaporkan pengaruh pemanasan suhu 100°C selama satu jam pada SBW bersih, sesuai persyaratan ekspor SBW ke Kanada.

Persetujuan etikal

Penelitian ini tidak melibatkan burung walet hidup sehingga tidak memerlukan persetujuan etikal

Konflik kepentingan

Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1999. Official Method of Analysis 925.45 Chapter 44.1.03 p.2. US EPA. 2004. SW-836 Test Method 9045D: Soil and Waste pH
- [BARANTAN]. Badan Karantina Pertanian. 2018. Keputusan Kepala Badan Karantina Pertanian Nomor 2732 Tahun 2018 tentang Pedoman Verifikasi Terhadap Pemanasan Sarang Burung Walet untuk Pengeluaran ke Negara RRT. Jakarta: Badan Karantina Pertanian.
- [BARANTAN]. Badan Karantina Pertanian. 2021. Keputusan Kepala Badan Karantina Pertanian Nomor 6291 Tahun 2021 tentang Pedoman Tindakan Karantina Hewan Terhadap Pengeluaran Sarang Burung Walet dari Wilayah Negara Republik Indonesia ke Negara Selain Republik Rakyat Tiongkok. Jakarta: Badan Karantina Pertanian.
- [BARANTAN]. Badan Karantina Pertanian. 2022. Laporan Hasil Uji Coba Pemanasan Sarang Burung Walet dengan Metode Retort. Jakarta: Badan Karantina Pertanian
- [BUTTMKP]. Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian. 2018. Laporan Pelaksanaan Uji Terap Verifikasi Perlakuan Pemanasan terhadap Sarang Burung Walet untuk Menginaktivasi Virus *Avian Influenza*. Bekasi, Jawa Barat: Indonesia
- Fahriani S, Latif H, Pisestiyani H, Shuqi Z, Chen S. 2023. Nitrite level and Rehydration Capacity of Edible Bird's Nest Heated at Commercial Sterilization Temperature. *Adv. Anim. Vet. Sci.*, 11(9):1411-1416.
- Fahriani S, Latif H, Pisestiyani H. 2023. Kadar Nitrit dan Kapasitas Rehidrasi Sarang Burung Walet yang Dipanaskan pada Suhu Sterilisasi Komersial. Thesis. Bogor: IPB University, Indonesia
- Helmi. 2018. Potensi Asam Sialat pada Sarang Burung Walet (*Collocalia fuciphaga*) Asal Pulau Kalimantan dan Pulau Jawa serta Kemampuannya Menghambat Infeksi Virus Avian Influenza H5N1. Disertasi. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/9> Bogor: Institut Pertanian Bogor, Indonesia
- Jolliffe IT. 2002. Principal Component Analysis. Ed ke-2. New York (US): Springer.
- Li M, Huang HJ, Xi XI, Liang RT, Li SLX. 2011. Determination of sialic acid in bird nest by spectrophotometer. *Chin J Healt Lab Tech.* 3:598-600.
- Marcone MF. 2005. Characterization of the Edible Bird's Nest the "Caviar of the East". *Food Research International* 38(10): 1125–1134. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.02.008>
- Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. 2007. Sensory Evaluation Technique. 4th. CRC Press LLC. Florida. USA
- [IQ-FAST]. *Indonesian Quarantine Full Automation System* 2023. Badan Karantina Indonesia
- [IQ-FAST]. *Indonesian Quarantine Full Automation System*. 2024. Badan Karantina Indonesia
- [Permenkes]. Peraturan Menteri Kesehatan. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2011 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- [Permentan]. Peraturan Menteri Pertanian. 2020. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2020 tentang Tindakan Karantina Hewan Terhadap Pemasukan atau Pengeluaran Sarang Burung Walet dari Dalam Wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia

- Saengkrajang W, Matan N, Matan N. 2013. Nutritional Composition of the Farmed Edible Bird's Nest (*Collocalia fuciphaga*) in Thailand. *Journal of food composition and analysis* 31: 41–45. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.05.001>
- Singh SK, Muthukumarappan K. 2015. Effect of feed moisture, extrusion temperature and screw speed on properties of soy white flakes based aquafeedL a response surface analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96:2220.
- Wahyuni DS, Latif H, Sudarwanto MB, Basri C. 2021. Ulasan: Sarang Burung Walet sebagai Pangan Fungsional. *Acta Veterinaria Indonesiana* Vol. 9, No. 3: 201-214, November 2021 P-ISSN 2337-3202, E-ISSN 2337-4373
- Wang B, Brand-Miller J. 2003. The role and potential of sialic acid in human nutrition. *Europ J Clin Nutr.* 57:1351-1369. Tung CH, Pan JQ, Chang HM, Chou SS. 2008. Authentic determination of bird's nests by saccharides profile. *J Food Drug Anal.* 16(4):86-91
- [WOAH]. World Organization of Animal Health (WOAH). 2024. Chapter 10.4. *Infection with High Pathogenicity Avian Influenza Viruses. Update June 17, 2024.* https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/2023/chapter_avian_influenza_viruses.pdf
- Xu H, Zheng L, Xie Y, Zeng H, Fan Q, Zheng B, Zhang Y. 2019. Identification and determination of glycoprotein of edible bird's nest by nanocomposites based lateral flow immunoassay. *Food KONTROL* 102: 214-220.<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.03.018>
- Zhang S, Lai X, Liu X, Li Y, Li B, Huang X, Zhang Q, Chen W, Lin L, Yang G. 2012. Competitive enzyme-linked immunoassay for sialoglycoprotein of edible bird's nest in food and cosmetics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60(14):3580–3585. <https://doi.org/10.1021/jf300865a>