

Perbandingan aktiviti antioksidan dan ciri-ciri fizikokimia budu komersial

(Comparison of antioxidant activities and physicochemical characteristics of commercial *budu*)

Azlina Mohd Danial, Azmi Azali, Azlina Mansor dan Aida Hamimi Ibrahim

Pengenalan

Malaysia kaya dengan pelbagai makanan peraman yang diproses daripada sayuran, buahan, hasilan laut dan air tawar serta daging. Pemprosesan makanan peraman ini kebanyakannya diusahakan secara tradisional, dipelajari daripada generasi terdahulu secara turun-temurun dengan resipi dan proses yang tersendiri. Ini menyebabkan produk-produk yang terhasil mempunyai keunikan tersendiri seperti rasa dan aroma yang boleh diperincikan melalui kajian saintifik.

Makanan peraman ikan dan hasilan laut merupakan produk yang terkenal dan boleh didapati di seluruh dunia. Pelbagai nama telah diberikan kepada produk-produk tersebut bergantung kepada jenis ikan atau hasilan laut yang digunakan serta jangka masa peraman dan negara yang menghasilkannya. Antara nama produk dan negara pengeluar dinyatakan seperti dalam *Jadual 1*. Di Malaysia, makanan peraman hasilan laut dan air tawar yang terkenal ialah budu, cencaluk, belacan dan pekasam. Budu atau ikan bilis peraman merupakan makanan yang sinonim dengan penduduk Pantai Timur Semenanjung Malaysia sama ada sebagai bahan pencicah atau ditambah dalam masakan. Bahan utama untuk penghasilan budu ialah ikan bilis segar dan garam yang diperam secara semula jadi dalam bekas bertutup selama 6 – 12 bulan bergantung kepada suhu dan cuaca persekitaran. Sepanjang tempoh tersebut, ikan akan terurai dan menghasilkan cecair keperangan. Proses penguraian isi dan tulang ikan bilis ini berlaku hasil daripada tindak balas enzim protease yang terdapat dalam sistem penghadaman ikan bilis dan juga yang dirembes oleh mikroorganisma yang hadir secara semula jadi pada ikan bilis dan juga bekas yang diguna untuk pengperaman. Produk yang terhasil ini dikenali sebagai budu mentah yang akan diproses dengan menambah bahan-bahan seperti gula, asam jawa dan lain-lain untuk mengurangkan kemasinan dan meningkatkan rasa. Seterusnya, bahan-bahan ini dimasak atau dipasteur sebelum melalui proses pembotolan dan dipasarkan.

Budu kaya dengan asid amino dan peptida yang terbentuk hasil daripada penguraian protein ikan bilis. Merujuk beberapa kajian saintifik yang telah dijalankan sebelum ini, asid amino dan peptida ikan dilaporkan mempunyai nilai kesihatan yang tinggi seperti menghalang pengoksidaan dan pertumbuhan mikroorganisma berbahaya seperti *E. coli*. Terdapat juga kajian yang melaporkan budu mampu mengawal atau mengurangkan

risiko penyakit berbahaya seperti darah tinggi. Oleh itu, kajian ini dijalankan bagi menentukan aktiviti antioksidan dan ciri-ciri fizikokimia produk budu yang terdapat di pasaran tempatan.

Jadual 1. Produk ikan peraman yang dihasilkan di seluruh dunia

Negara	Nama produk	Spesies ikan	Bahan-bahan lain	Jangka masa peraman
Asia				
Malaysia	Budu	<i>Stolepharus</i> spp.	Garam (15 –25%)	6 – 12 bulan
Thailand	Nam-Pla	<i>Stolepharus</i> spp.	Garam (30%)	15 bulan
India	Lonalish	<i>Tenualosa ilisah</i>	Garam	4 – 6 bulan
Korea	Aekjeot	<i>Engraulis japonicus</i>	Garam (25%)	6 – 7 bulan
China	Yu-Lu	<i>Stolepharus</i> spp.	Garam (20 – 30%)	12 – 18 bulan
Iran	Mahyaveh	<i>Sardinella</i> spp. <i>Stolepharus</i> spp.	Garam, <i>Brassica juncea</i>	25 – 30 hari
Afrika				
Mesir	Feseekh	<i>Mugil cephalus</i>	Garam	15 hari hingga 3 bulan
Ghana	Momone	<i>Caranx hippos</i>	Garam (30%)	7 hari
Benin, Togo, Ghana	Lanhouin	<i>Pseudotolithus</i> spp. <i>Scomberomorus tritor</i>	Garam (5 – 30%)	3 – 8 hari
Eropah				
Iceland	Hakarl	<i>Somniosus microcephalus</i>		3 – 6 minggu
Sweden	Surströmming	<i>Clupea harengus</i>	Garam (17%)	3 – 12 minggu
Norway	Rakfisk	<i>Salvenilus namaycush</i> <i>Salvelinus alpinus</i>	Garam (4 – 7%)	3 – 12 bulan
Amerika				
Argentina, Uruguay, Peru, Brazil	Sardin dan bilis ditin	<i>Engraulis</i> spp. <i>Sardinella brasiliensis</i>	Garam (20%)	Beberapa minggu hingga setahun

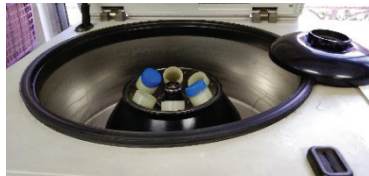
Sumber: Belleggia dan Osimani (2023)

Penentuan ciri fizikokimia dan aktiviti antioksidan budu *Penyediaan sampel*

Budu diproses daripada pelbagai jenama (sembilan jenis jenama) dibeli dari pasar Siti Khadijah, Kelantan. Sampel budu digoncang terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam tiub pengempar. Seterusnya, sampel budu diempar pada kelajuan 10,000 rpm pada suhu 10 °C selama 10 minit untuk mengasingkan air budu dan ikan bilis hancur seperti dalam *Carta alir 1*. Air budu seterusnya diambil dan disimpan pada suhu sejuk beku (-20 °C) untuk analisis selanjutnya.



Sembilan budu pelbagai jenama diproses



Budu diempar pada kelajuan 10,000 rpm, 4 °C selama 10 minit untuk memisahkan air budu dan bilis hancur



Air budu diambil untuk analisis fizikokimia dan aktiviti antioksidan

Carta alir 1. Proses pengasingan air budu dengan bilis hancur

Penentuan ciri fizikokimia budu

Analisis ciri fizikokimia budu dijalankan bagi menentukan kandungan garam, protein larut, gula penurun, jumlah pepejal larut dan pH. Peratusan kandungan garam dalam budu diproses diukur menggunakan salinometer, jumlah pepejal larut menggunakan refraktometer, pH menggunakan pH meter, protein larut menggunakan kaedah Lowry et al. (1951) dan gula penurun menggunakan kaedah asid dinitrosalisilik (DNS).

Penentuan aktiviti antioksidan

Pemerangkapan hidrogen peroksida

Keberkesanan budu memerangkap hidrogen peroksida (H_2O_2) diukur menggunakan kaedah Ruch et al. (1989). Larutan hidrogen peroksida dengan kepekatan 20 mM terlebih dahulu disediakan dengan mencampurkannya ke dalam 50 mM penimbal fosfat pH 7.4. Kemudian 1 mL 20 mM H_2O_2 dicampur dengan 0.5 mL sampel, digoncang dan seterusnya dieram selama 10 minit pada suhu bilik. Kemudian bacaan serapan diukur menggunakan

teknik spektrofotometer UV pada jarak gelombang 230 nm bagi menentukan aktiviti antioksidan sampel. Pengiraan aktiviti antioksidan berdasarkan lekuk kalibrasi piawai asid askorbik dengan kepekatan 31.25 – 750 µg/mL dilakukan.

Jumlah kapasiti antioksidan

Kaedah asai fosfomolibdenum digunakan untuk mengukur jumlah kapasiti antioksidan budu. Larutan fosfomolibdat disediakan dengan melarutkan natrium m-fosfat dan ammonia molibdat tetrahidrat dalam 0.6 M asid sulfurik dengan kepekatan akhir masing-masing 28 mM dan 4 mM. Pengasaan antioksidan dimulakan dengan mencampurkan larutan fosfomolibdat dan sampel budu diikuti dengan pemanasan pada suhu 95 °C selama 90 minit untuk tindak balas berlaku. Selepas 90 minit, sampel disejukkan pada suhu bilik dan aktiviti antioksidan ditentukan menggunakan spektrofotometer UV dengan bacaan serapan pada jarak gelombang 765 nm. Kapasiti antioksidan dikira berdasarkan lekuk kalibrasi piawai yang dibentuk menggunakan asid askorbik pada kepekatan 0.025 – 0.5 mg/mL.

Ciri fizikokimia budu

Setiap sampel budu yang dikaji mengandungi beberapa bahan ramuan yang ditambah seperti yang tertera pada label produk bagi meningkatkan lagi rasa mengikut kesesuaian penerimaan pengguna. Kebanyakan produk ditambah dengan asam jawa dan gula dan yang selebihnya ditambah ramuan lain seperti cuka, gula melaka, jus limau, lada dan perasa (*Jadual 2*). Penambahan ramuan makanan ke dalam budu masih mematuhi Akta Makanan 1983 dan Peraturan Makanan Malaysia 1985 yang membenarkan budu mengandungi atau dicampur dengan makanan lain dan penambah rasa yang dibenarkan.

Jadual 2. Bahan-bahan ramuan tambahan dalam budu diproses seperti yang tertera pada label produk

Sampel budu	Bahan tambahan
B1	Asam jawa, gula
B2	Gula melaka, jus limau, lada
B3	Asam jawa, gula
B4	Gula, cuka
B5	Asam jawa, gula
B6	Asam jawa, gula
B7	Asam jawa, gula
B8	Asam jawa, gula, perasa
B9	Asam jawa, gula

Jadual 3 pula menunjukkan kandungan garam, protein larut, gula penurun, jumlah pepejal larut ($^{\circ}$ Brix) dan pH budu diproses. Semua produk budu yang dikaji kecuali B9 mengandungi kandungan garam melebihi 15% di mana produk B1 dan B2 paling tinggi iaitu melebihi 18.0%, diikuti B3 dan B4 (16.0 – 17.0%), B5, B6, B7 dan B8 (15.0 – 16.0%). Kandungan garam paling rendah pula dikesan pada produk B9 iaitu kurang daripada 10%. Merujuk kepada Peraturan Makanan Malaysia 1985, budu mesti mengandungi kandungan garam tidak kurang daripada 15% bagi menghalang pertumbuhan mikroorganisma perosak dan menjamin keselamatan makanan. Perbezaan kandungan garam produk budu diproses mungkin disebabkan oleh perbezaan dalam nisbah garam yang diguna semasa proses pengeraman iaitu antara 1.5:1.0 hingga 3.0:1.0 (bilis:garam).

Protein ikan bilis merupakan komponen semula jadi utama dan penting dalam pemprosesan budu. Protein ini akan diurai melalui tindak balas enzim protease kepada komponen yang lebih ringkas seperti peptida dan asid amino bebas yang akan larut dalam cecair yang terhasil semasa proses pengeraman. Secara umumnya, semakin cepat proses penguraian protein maka semakin tinggi kandungan protein larut. Kandungan protein larut (*Jadual 3*) dikesan paling tinggi dalam produk B2 dan B3 iaitu \approx 37.00 mg/mL diikuti dengan B3, B7, B8 (\approx 26.00 mg/mL), B1, B6 (\approx 22.00 mg/mL), B5 (18.9 mg/mL) dan B9 dengan kepekatan terendah iaitu 17.0 mg/mL. Perbezaan kandungan protein larut dalam kesemua produk ini mungkin disebabkan oleh perbezaan kepekatan protein larut sedia ada dalam budu mentah sebelum diproses atau mungkin disebabkan oleh faktor pencairan yang tinggi semasa budu diproses. Kandungan protein/peptida/asid amino di dalam budu menyumbang kepada rasa umami budu dan bertindak sebagai perisa makanan. Antaranya asid glutamik bebas yang dikesan dalam budu dengan kepekatan 1,585 mg/100 g. Selain itu, beberapa kajian saintifik melaporkan protein/peptida/asid amino ikan mempunyai pelbagai kebaikan kepada kesihatan seperti menghalang pembentukan radikal bebas, mencegah penyakit darah tinggi, keradangan dan kanser.

Gula merupakan ramuan/bahan tambahan utama budu diproses. Ini boleh dilihat pada label produk di mana semua produk budu yang dikaji mengandungi gula. Secara umumnya terdapat perbezaan yang ketara kandungan gula penurun dalam kesemua produk budu yang dikaji (*Jadual 3*). Tiga produk mengandungi gula yang tinggi iaitu melebihi 400 mg/mL. Produk B2 mengandungi gula paling tinggi iaitu 782.8 mg/mL diikuti dengan B4 (533.0 mg/mL) dan B3 (410.8 mg/mL). Tiga produk lagi dikesan mengandungi gula sederhana tinggi iaitu B9, B8 dan B7 iaitu antara 100 mg/mL dan 240 mg/mL. Selebihnya, B1, B5 dan B6 mengandungi gula penurun yang rendah iaitu kurang daripada 22 mg/mL. Sebagai perbandingan, kandungan gula B2 (gula paling tinggi) adalah empat kali lebih tinggi daripada B8 (sederhana tinggi) dan 69 kali lebih tinggi daripada

B5 (paling rendah). Merujuk kepada *Jadual 2*, didapati hanya produk B2 menggunakan gula melaka berbanding dengan yang lain menggunakan gula pasir. Ini mungkin antara faktor yang menyumbang kepada gula B2 tertinggi kerana dari sudut profil gula, gula melaka mengandungi glukosa (gula penurunan) yang lebih tinggi berbanding dengan gula pasir yang tinggi kandungan sukrosa (gula bukan penurunan). Di samping itu, kebarangkalian perbezaan kuantiti gula yang ditambah dalam campuran budu diproses juga menyebabkan perbezaan nilai kepekatan gula penurunan.

Jadual 3. Kandungan garam, protein larut, gula penurunan, jumlah pepejal larut (°Brix) dan pH bagi produk budu diproses

Sampel budu	Garam (%)	Protein larut (mg/mL)	Gula penurunan (mg/mL)	Jumlah pepejal larut (°Brix)	pH
B1	18.4 ± 0.45 ^a	22.1 ± 0.42 ^c	11.5 ± 1.3 ^f	41.1 ± 0.00 ^e	5.27 ± 0.03 ^b
B2	18.3 ± 0.00 ^a	37.0 ± 1.27 ^a	782.8 ± 48.8 ^a	41.4 ± 0.10 ^d	5.21 ± 0.01 ^b
B3	16.6 ± 0.15 ^b	26.0 ± 1.89 ^b	410.8 ± 6.5 ^c	42.5 ± 0.06 ^c	4.98 ± 0.03 ^c
B4	16.4 ± 0.90 ^b	37.0 ± 0.16 ^a	533.0 ± 27.4 ^b	46.1 ± 0.06 ^a	5.13 ± 0.03 ^{bc}
B5	15.8 ± 0.30 ^{bc}	18.9 ± 0.88 ^c	11.3 ± 1.0 ^f	35.2 ± 0.06 ^f	5.14 ± 0.04 ^b
B6	15.3 ± 0.15 ^{cd}	22.2 ± 0.49 ^c	20.6 ± 0.3 ^f	34.0 ± 0.10 ^g	5.08 ± 0.06 ^{bc}
B7	15.1 ± 0.51 ^d	26.1 ± 0.93 ^b	143.2 ± 6.3 ^e	43.7 ± 0.12 ^b	5.73 ± 0.04 ^a
B8	15.1 ± 0.30 ^d	25.7 ± 0.11 ^b	180.2 ± 1.2 ^{de}	33.0 ± 0.00 ^h	5.00 ± 0.02 ^c
B9	8.5 ± 0.38 ^e	17.0 ± 0.17 ^c	233.7 ± 2.4 ^d	30.7 ± 0.06 ⁱ	4.85 ± 0.03 ^d

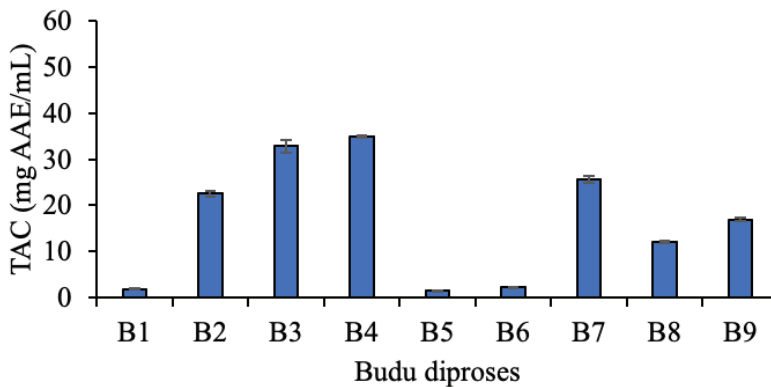
Data dilaporkan sebagai nilai purata ± sisihan piawai yang diperolehi daripada tiga replikasi. Huruf yang berbeza dalam lajur yang sama menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$).

Bagi jumlah pepejal larut (°Brix), semua produk budu diproses menunjukkan perbezaan yang signifikan antara satu sama lain. Bacaan °Brix menunjukkan julat antara 30 – 47. Selain kandungan gula, °Brix juga mengukur kandungan protein, garam, karbohidrat, asid organik, lemak dan mineral yang terkandung dalam budu. Oleh itu, gabungan semua nutrien yang terdapat dalam budu dan ramuan yang ditambah secara langsung menyumbang kepada perbezaan nilai °Brix. Semua produk budu yang dikaji menunjukkan nilai pH kurang daripada 5.3 kecuali B7 (pH 5.73). Nilai pH yang rendah atau berasid ini mungkin disumbang oleh ramuan yang ditambah ke dalam budu seperti asam jawa, cuka dan jus limau yang bersifat asid. Ini kerana nilai pH budu sebelum diproses secara umumnya ialah 5.5 – 5.9 (data tidak disertakan).

Aktiviti antioksidasi

Jumlah kapasiti antioksidasi yang diukur menggunakan asai fosfomolibdat ditunjukkan seperti dalam *Rajah 1*. Kaedah ini mengukur penurunan molibdat (VI) kepada molibdat (V) oleh

agen penurunan (antioksidan) yang seterusnya membentuk kompleks fosfomolibdenum (V) berwarna hijau yang dikesan pada jarak gelombang 765 nm. Aktiviti antioksidan yang diperolehi diterjemah sebagai setara dengan kepekatan asid askorbik (AAE) di mana semakin tinggi kepekatan asid askorbik maka semakin tinggi aktiviti antioksidan budu. Antara semua produk budu diproses yang diuji, B4 dan B3 menunjukkan jumlah kapasiti antioksidan yang paling tinggi dengan nilai masing-masing 34.9 mg AAE/mL dan 32.9 mg AAE/mL, diikuti dengan B7 (25.7 mg AAE/mL), B2 (22.6 mg AAE/mL), B9 (16.9 mg AAE/mL) dan B8 (12.1 mg AAE/mL). Sementara itu, tiga lagi produk (B1, B5 dan B6) mempunyai jumlah kapasiti antioksidan yang paling rendah iaitu kurang daripada 2.5 mg AAE/mL atau 14 kali lebih rendah daripada B4.



Nota:

¹Data dilaporkan sebagai nilai purata ± sisihan piawai yang diperolehi daripada tiga replikasi. Huruf yang berbeza menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$)

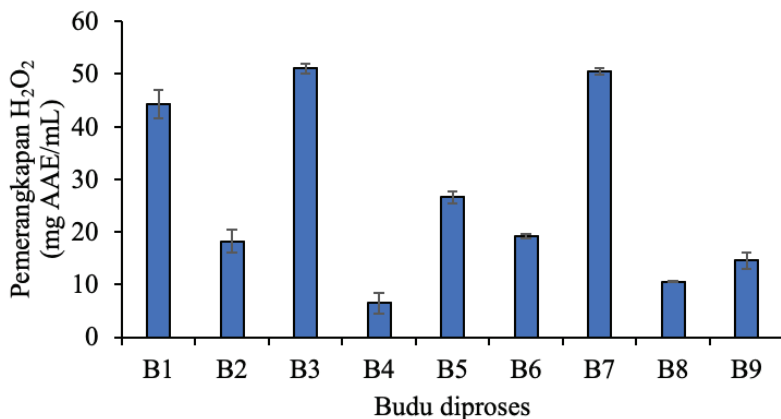
²TAC adalah jumlah kandungan antioksidan

Rajah 1. Jumlah kapasiti antioksidan budu diproses pelbagai jenama yang terdapat di pasaran tempatan

Rajah 2 menunjukkan aktiviti pemerangkapan hidrogen peroksida (H_2O_2) oleh budu diproses yang terdapat di pasaran. Kaedah ini mengukur kehilangan atau penurunan kandungan H_2O_2 setelah bertindak balas dengan agen antioksidan. Aktiviti antioksidan yang diperolehi diterjemah sebagai setara dengan kepekatan asid askorbik (AAE) seperti yang dinyatakan sebelum ini. H_2O_2 merupakan agen pengoksidaan yang kuat dan menggalakkan pembentukan radikal hidroksil aktif yang boleh menyebabkan kerosakan kepada sel tubuh badan. Keupayaan produk menyingkirkan H_2O_2 ini dapat memberi perlindungan kepada pengguna daripada risiko kerosakan sel tubuh dan penyakit berbahaya. Secara umumnya, semua produk budu diproses mempunyai keupayaan memerangkap hidrogen peroksida, tetapi dengan kapasiti yang berbeza. Tiga budu diproses menunjukkan aktiviti antioksidan yang tertinggi iaitu

B3 (51.0 mg AAE/mL), B7 (50.5 mg AAE/mL) dan B1 (44.3 mg AAE/mL). Manakala B5, B6, B2, B9 dan B8 mempunyai aktiviti antioksidan antara 14.0 mg AAE/mL dan 29.0 mg AAE/mL. B4 pula menunjukkan aktiviti yang paling rendah iaitu 6.5 mg AAE/mL.

Kapasiti budu diproses menghalang pengoksidaan dengan dua mekanisme perencatan berbeza iaitu pemerangkapan H_2O_2 dan penurunan molibdat (VI) kepada molibdat (V) telah diuji. Sebagai perbandingan, mekanisme perencatan budu diproses lebih menjurus kepada pemerangkapan H_2O_2 kecuali B2, B8 dan B9 yang menunjukkan kapasiti yang seimbang untuk kedua-dua mekanisme perencatan. Aktiviti antioksidan budu telah dilaporkan dalam kajian sebelum ini dan peptida telah dikenal pasti menyumbang kepada aktiviti antioksidan dalam budu diproses. Dalam kajian ini, semua produk budu menunjukkan kepelbagaian kapasiti antioksidan walaupun bahan asas penghasilan budu adalah sama iaitu ikan bilis dan garam. Bahan tambahan yang digunakan semasa pemprosesan budu juga kebanyakannya adalah sama iaitu asam jawa dan gula. Ini mungkin disebabkan oleh perbezaan semasa proses pengeraman dijalankan seperti kuantiti garam, saiz bekas pengeraman, suhu persekitaran dan kesegaran ikan bilis yang mempengaruhi kehadiran populasi mikroorganisma yang bertanggungjawab mengurai ikan bilis dan seterusnya membebaskan pelbagai jenis peptida yang mempunyai kapasiti antioksidan yang berbeza seperti yang dilaporkan oleh Najafian dan Babji (2018).



Nota: Data dilaporkan sebagai nilai purata \pm sisihan piawai yang diperolehi daripada tiga replikasi. Huruf yang berbeza menunjukkan perbezaan yang signifikan ($p < 0.05$)

Rajah 2. Aktiviti pemerangkapan H_2O_2 budu diproses pelbagai jenama yang terdapat di pasaran tempatan

Kesimpulan

Kajian ini telah mengenal pasti aktiviti antioksidan dan ciri-ciri fizikokimia budu diproses keluaran tempatan yang terdapat di pasaran. Beberapa produk dikenal pasti berpotensi menjadi sumber makanan yang baik untuk pengguna terutama dalam menghalang oksidasi dengan berkesan menggunakan mekanisme yang berbeza seperti B3 dan B7. Seterusnya produk budu diproses ini juga boleh menjadi sumber nutrien penting yang sangat diperlukan oleh tubuh badan terutamanya protein. Kajian seterusnya akan dijalankan bagi mengenal pasti sebatian bioaktif yang menyumbang kepada aktiviti antioksidan yang tinggi dalam produk B3 dan B7.

Penghargaan

Pengarang mengucapkan terima kasih kepada semua yang terlibat dalam menayakan projek S-RFB3A-1001-S20999.

Bibliografi

- Ahmed, D., Khan, M.M., & Saeed, R. (2015). Comparative analysis of phenolics, flavonoids and antioxidant and antibacterial potential of methanolic, hexanic and aqueous extracts from *Adiantum caudatum* leaves. *Antioxidants*, 4, 394–409.
- Alqaraleh, M., Kasabri, V., & Mashallah, S. (2018). Evaluation of anticancer and anti-inflammatory properties of branched-chain amino acids. *Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 1(2), 1–11.
- Belleggia, L., & Osimani, A. (2023). Fermented fish and fermented fish-based products, an ever-growing source of microbial diversity: A literature review. *Food Research International*, 172, 1–52.
- Hamzeh, A., Noisa, P., & Yongsawatdigul, J. (2020). Characterization of the antioxidant and ACE-inhibitory activities of Thai fish sauce at different stages of fermentation. *Journal of Functional Foods*, 64, 103699, 1–9.
- Huda, N. (2012). Malaysian fermented fish products. Dalam: Y. H. Hui & E. Özgül Exranuz, (Eds.) *Handbook of animal-based fermented foods and beverage technology*. 2nd Edition. (m.s. 712). Taylor and Francis (CRC Press), Boca Raton, Florida.
- Khairunnisak, M., Azizah, A. H., Jinap, S., & Nurul Izzah, A. (2009). Monitoring of free glutamic acid in Malaysian processed foods, dishes and condiments. *Food Additives & Contaminants*, 26(4), 419–426.
- Lee, Y. G., Kim, J. Y., Lee, K. W., Kim, K. H., & Lee, H. J. (2006). Peptides from anchovy sauce induce apoptosis in a human lymphoma cell (U937) through the increase of caspase-3 and -8 activities. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1010, 399–404.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., & Randall, R. J. (1951). Protein measurement with Folin phenol reagent. *J. of Biological Chemistry*, 193(1), 265–275.

- Najafian, L., & Babji, A.S. (2018). Purification and identification of antioxidant peptides from fermented fish sauce. *J. of Aquatic Food Product Technology*, 28, 14–24.
- Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry*, 269, 337–341.
- Ruch, R. J., Cheng, S. J., & Klaunig, J. E. (1989). Prevention of cytotoxicity and inhibition of intercellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea. *Carcinogenesis*, 10(6), 1003–1008.
- Song, R., Wei, B.-B., Luo, H.-Y., & Wang, D.-F. (2012). Isolation and characterization of an antibacterial peptide fraction from the pepsin hydrolysate of half-fin anchovy (*Septipinna taty*). *Molecules*, 17, 2980–2991.
- Srikaeo, K., Sangkhiaw, J., & Likittrakulwong, W. (2019). Production and functional properties of palm sugars. *Agricultural Technology and Biological Sciences*, 16(11), 897–907.

Ringkasan

Umum mengetahui makanan peraman mempunyai nilai kesihatan. Kajian ini dijalankan untuk mengukur aktiviti antioksidan dan mengenal pasti ciri fizikokimia sembilan produk budu diproses daripada pelbagai jenama yang dijual di pasaran tempatan. Dua kaedah telah digunakan untuk mengukur aktiviti antioksidan iaitu jumlah kapasiti antioksidan dan pemerangkapan hidrogen peroksida (H_2O_2). Semua produk didapati mempunyai aktiviti antioksidan dengan tahap aktiviti yang berbeza-beza. Bagi jumlah kapasiti antioksidan, produk B4, B3 dan B7 menunjukkan aktiviti yang paling tinggi (masing-masing 34.9 mg AAE/mL, 32.9 mg AAE/mL dan 25.7 AAE/mL) dan paling rendah ialah B5 (1.6 mg AAE/mL). Begitu juga untuk pemerangkapan H_2O_2 , B3 (51.0 mg AAE/mL), B7 (50.5 mg AAE/mL) dan B1 (44.3 AAE/mL) menunjukkan aktiviti yang tertinggi manakala B4 yang terendah (6.5 mg AAE/mL). Kajian ini telah mengenal pasti aktiviti antioksidan dan ciri-ciri fizikokimia budu diproses keluaran tempatan yang terdapat di pasaran. Beberapa produk dikenal pasti berpotensi menjadi sumber makanan yang baik untuk pengguna terutama dalam menghalang pengoksidaan dengan berkesan menggunakan mekanisme yang berbeza seperti produk B3 dan B7. Seterusnya produk budu diproses ini juga boleh menjadi sumber nutrien yang sangat diperlukan oleh tubuh badan terutamanya protein. Kajian lanjut akan dijalankan bagi mengenal pasti sebatian bioaktif yang menyumbang kepada aktiviti antioksidan yang tinggi dalam produk B3 dan B7.

Summary

It is well known that fermented foods have many health benefits. This study was conducted to measure antioxidant activity and identify the physicochemical characteristics of various brands of processed budu products sold in the local market. Two methods were used to measure antioxidant activity, namely total antioxidant capacity and hydrogen peroxide (H_2O_2) scavenging activity. All products were found to have antioxidant activity with varying levels of activity. For total antioxidant capacity, B4 and B3 showed the highest activity (34.9 mg AAE/mL and 32.9 mg AAE/mL, respectively) and the lowest was B5 (1.6 mg AAE/mL). Likewise, for H_2O_2 scavenging activity, B3 (51.0 mg AAE/mL) and

B7 (50.5 mg AAE/mL) showed the highest activity and the lowest was B4 (6.5 mg AAE/mL). This study has identified the antioxidant activity and physicochemical characteristics of locally produced *budu* available in the market. Some products are identified as having the potential to be a good source of food for consumers, especially in preventing oxidation effectively with different mechanisms such as B3 and B7 products. Next, this processed *budu* product can also be a source of nutrients that are very much needed by the body, especially protein. Further study will be conducted to identify bioactive compounds that contribute to the high antioxidant activity in B3 and B7 products.

Pengarang

Azlina Mohd Danial (Dr.)

Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: azlinamd@mardi.gov.my

Azmi Azali, Azlina Mansor (Dr.) dan Aida Hamimi Ibrahim (Dr.)

Pusat Penyelidikan Sains dan Teknologi Makanan, Ibu Pejabat MARDI,
Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor