

PENGEMBANGAN PRODUK SAMBAL ROA INOVATIF MELALUI FORMULASI UNDUR-UNDUR LAUT

Bambang Riyanto^{1*}, Utami Dyah Syafitri², Wini Trilaksani¹, Immatul Ulya¹

¹Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB University

²Departemen Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB University

Diterima: 23 November 2022/Disetujui: 21 Maret 2023

*Korespondensi: bambangriyanto@apps.ipb.ac.id

Cara sitasi (APA Style 7th): Riyanto, B., Syafitri, U. D., Trilaksani, W., & Ulya, I. (2023). Pengembangan produk sambal roa inovatif melalui formulasi undur-undur laut. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(2), 216-228. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v26i2.44396>

Abstrak

Sambal roa merupakan salah satu sambal khas nusantara dengan rasa dan aroma ikan roa asap yang khas. Produksi ikan roa yang terus menurun menuntut adanya inovasi pengembangan produk. Undur-undur laut merupakan bahan pengganti yang potensial, karena memiliki cita rasa krustasea/rebon yang mirip dengan terasi serta kandungan karotenoid yang dapat berperan sebagai pewarna alami. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formula sambal roa inovatif melalui formulasi cabai, ikan roa asap, dan undur-undur laut menggunakan *I-optimal mixture amount design*. Penelitian meliputi modifikasi, pembuatan, dan uji sensori deskriptif sambal roa, optimasi formulasi sambal roa dengan undur-undur laut, serta perbandingan antara sambal roa dengan undur-undur laut dan sambal roa komersial. Formula sambal roa didasarkan pada jumlah total campuran sebesar 150 g dengan proporsi cabai 40%-70%, ikan roa asap 20%-30%, dan undur-undur laut 35%-50%. Hasil formulasi tersebut, diperoleh keberterimaan optimal dengan proporsi cabai 40%, ikan roa asap 21,68%, dan undur-undur laut 38,32%. Karakteristik sambal roa inovatif dengan formulasi cabai, ikan roa asap, dan undur-undur laut adalah berbentuk pasta, memiliki viskositas $9,547 \pm 948,54$ cP, warna oranye kemerahan $L^*: 19,64 \pm 0,76$, $a^*: 17,58 \pm 0,80$, dan $b^*: 22,75 \pm 0,68$. Sensori aroma khas krustasea (undur-undur laut) dapat dirasakan, serta memiliki sensasi pedas dengan kadar kapsaisin $701,78 \pm 0,028$ ppm, kadar protein $11,32 \pm 0,007\%$, kadar lemak $15,28 \pm 0,049\%$, aktivitas air (Aw) $0,84 \pm 0,0001$, dan total mikrobiologi $6,3 \times 10^2 \pm 1,90$ koloni/g.

Kata kunci: fortifikasi, kepedasan, krustasea, *mixture design*, pangan tradisional

The Development of Innovative Sambal Roa Product through Mole Crab Formulation

Abstract

Sambal roa is one of the typical nusantara sauces with a distinctive taste and aroma of roa fish smoked using traditional methods. The decreasing production of roa fish demands innovation in its product development. Mole crab is a potential substitute ingredient because it has a crustacean/rebon taste similar to shrimp paste, as well as carotenoid content that can act as a natural dye. This innovation requires accurate formulation. This study aimed to develop an innovative sambal roa product through the formulation of chili, smoked roa fish, and mole crab using an *I-optimal mixture amount design*. The study included modification, production, and descriptive sensory testing of sambal roa, optimization of the sambal roa formulation with mole crab, and comparison between mole crab-sambal roa and commercial sambal roa. The sambal roa formula is based on a total mixture amount of 150 g with a proportion of chili of 40%-70%, smoked roa fish of 20%-30%, and mole crab of 35%-50%. Optimal acceptability was achieved with chili 40%, 21.68% smoked roa fish, and mole crab 38.32%. The characteristics of the innovative sambal roa with the formulation of chili, smoked roa fish, and mole crab are in the form of paste, have a viscosity of 9.547 ± 948.54 cP, an orange-red color with $L^*: 19.64 \pm 0.76$, $a^*: 17.58 \pm 0.80$, and $b^*: 22.75 \pm 0.68$. The distinctive crustacean aroma (mole crab)

can be sensed, and it has a spicy sensation with a capsaicin content of 701.78 ± 0.028 ppm, protein content of $11.32 \pm 0.007\%$, fat content of $15.28 \pm 0.049\%$, water activity (Aw) of 0.84 ± 0.0001 , and total bacterial colonies of $6.3 \times 10^2 \pm 1.90$ colonies/g.

Keyword: crustaceans, fortification, mixture design, spiciness, traditional food

PENDAHULUAN

Makanan bercita rasa pedas (*hot and spicy food*) merupakan salah satu menu populer di seluruh dunia, khususnya bagi mereka yang menggemari kekhasan etnik serta klaim kesehatan (Spence, 2018). Sambal, sebagai olahan cabai dengan tambahan bahan lain seperti bawang merah, bawang putih, garam, dan gula, menjadi salah satu varian *sauce* yang memberi cita rasa pedas. Hartini dalam bukunya *Mustika Rasa* di tahun 1967, menyebutkan bahwa terdapat 63 jenis sambal, dan beberapa contoh sambal populer di Nusantara antara lain sambal Jawa (sambal bajak, sambal terasi), sambal ijo dari daerah Minangkabau, sambal dabu-dabu dari daerah Manado, sambal matah dari daerah Bali, dan sambal andaliman dari daerah Tapanuli (Santosa, 2021).

Persyaratan Codex (CXS 306R-2011 revisi 2020) mengenai *chili sauce* menyatakan bahwa warna, rasa, dan aroma harus normal sesuai dengan komponen bahan baku. Bahan tambahan pangan (BTP) yang dapat digunakan meliputi pengatur keasaman, antioksidan, warna, penambah rasa, pengawet, pemanis, dan pengental. Pewarna makanan biasanya menggunakan warna oranye, seperti riboflavin, ponceau (4R) (*cochineal red A*), dan karoten. Kepedasan diukur dalam *scoville heat unit* dan secara kuantitatif berdasarkan kadar kapsaisin (*trans-8-methyl-N-vanillyl-nonenamide*) (Paup *et al.*, 2019).

Smiechowska *et al.* (2021) melaporkan bahwa upaya pengembangan campuran bumbu dapat dilakukan melalui inovasi cita rasa. Beberapa campuran bumbu seperti *gyros* atau *bruschetta spice*, *tuscan seasoning*, serta *mediterranean cuisine herbs* telah dikembangkan dengan cara mengurangi penggunaan bahan yang berpotensi memengaruhi kesehatan, seperti mononatrium glutamat, garam, gula, dan gluten. Inovasi ini berhasil menghasilkan aroma, rasa, warna, dan tekstur yang khas dan mendapat respons positif dari konsumen.

Meskipun demikian, keakuratan mutu dan sensori cita rasa pada produk tradisional dan lokal bersifat subjektif dan masih perlu diteliti lebih lanjut.

Sambal roa merupakan sambal racikan yang terbuat dari ikan roa asap, cabai, dan bumbu lainnya yang diproses melalui penumisan (*sauthing*). Sambal roa banyak dikembangkan di wilayah Manado dan Gorontalo (Sumual *et al.*, 2018). Sambal roa memiliki rasa khas yang berasal dari ikan roa asap yang digunakan sebagai bahan utamanya. Pengolahan ikan roa asap dilakukan dengan metode pengasapan panas (*hot smoking*) menggunakan kayu bakau (Lohoo & Mongi, 2019). Ikan roa asap memiliki kandungan protein 23,55% dengan asam glutamat dan lisina sebagai asam amino tertinggi (Botutihe & Rasyid, 2018). Ikan roa (*Hemiramphus brasiliensis*) merupakan ikan laut yang memiliki ciri-ciri mulut seperti pedang, sirip seperti sayap burung, dan banyak ditemukan di perairan laut utara Sulawesi hingga Kepulauan Maluku. Namun, tingkat pemanfaatan ikan roa telah mencapai 98,55%, sehingga mengancam kelestarian sumber daya ikan roa yang ada (Kawimbang *et al.*, 2012).

Selain sambal roa, beberapa penelitian juga telah dilakukan dalam mengembangkan sambal dengan bahan dasar ikan asap lainnya. Arsyad & Habi (2021) mengembangkan sambal cakalang asap yang disukai oleh panelis dengan menggunakan 400 g cakalang, memiliki kadar protein 6-7%, dan kadar air 20-30%. Sementara itu, Salita (2019) mengembangkan sambal lele asap dengan rasio bahan dasar lele dan sambal 60:40% dan mengandung protein sebesar 30%.

Indonesia terkenal akan sambal terasi (Ambarita *et al.*, 2020). Terasi adalah pasta asin yang difermentasi dari krustasea renik atau rebon (*Acetes indicus*). Terasi di pasaran sebagian memiliki warna merah terang, disebabkan pewarna tambahan rhodamine B. Permenkes no.239/Menkes/Per/V/85 telah melarang rhodamine B. Salah satu krustasea

yang belum banyak dimanfaatkan namun masih memiliki kandungan gizi yang baik adalah undur-undur laut. Pantai Kebumen dan Cilacap, Jawa Tengah banyak ditemukan undur-undur laut, yang dikenal dengan nama lokal “yutuk” dan telah dimanfaatkan menjadi rempeyek (Pratiwi, 2018). Undur-undur laut memiliki kadar air 74,90%, protein 38,52%, lemak 8,76%, abu 35,63%, dan karbohidrat 17,08%. Hanifa (2014) menjelaskan bahwa proses pemasakan masih memberikan kandungan gizi yang baik pada undur-undur laut, dengan total asam amino 25 g/100 g, mineral 11.036,61 mg/g, asam lemak 71,86 g/100 g, dan kolesterol 2,11 g/100 g serta asam glutamat sebagai asam amino tertinggi. Constancio (2011) menyampaikan mengenai keberadaan karotenoid pada undur-undur laut, yang mampu menjadi pewarna alami untuk pangan.

Cita rasa sambal roa belum pernah dilaporkan dan keberimaannya hanya sebatas pada masyarakat Manado dan Sulawesi, dengan pernyataan rasa khas ikan roa asap. Kekhasan cita rasa ikan roa asap tidak bisa digantikan dengan ikan asap jenis lainnya. Mengingat dominasi cita rasa krustasea, sebagaimana cita rasa sambal terasi dan keberadaan karotenoid yang memberikan warna khas, undur-undur laut menjadi layak dikembangkan. Yu *et al.* (2019) merancang formulasi saus tomat menggunakan *mixture design* berdasarkan isomerisasi dan bioaksesibilitas likopen dari tomat, bawang merah dan *extra virgin olive oil*. Anderson *et al.* (2018) menyampaikan bahwa *mixture design* digunakan untuk menentukan optimalisasi campuran suatu bahan dan respons hanya bergantung pada proporsi bahan. *I-optimal mixture amount design* merupakan rancangan percobaan yang dilakukan pada dua atau lebih jumlah total campuran bahan, sehingga respons diasumsikan tidak hanya bergantung pada proporsi komponen campuran tetapi juga jumlah total campuran yang akan berpengaruh pada sensori produk yang dihasilkan. Melalui *I-optimal mixture amount design* diharapkan menghasilkan formulasi optimal sambal roa dengan undur-undur laut serta menjadi bentuk inovasi cita rasa untuk pangan tradisional khas nusantara.

BAHAN DAN METODE

Preparasi dan Penentuan Karakteristik Ikan Roa Asap dan Undur-Undur Laut


Preparasi ikan roa asap bertujuan menghasilkan tepung ikan roa asap. Preparasi diawali pencucian dan pemisahan kepala, ekor dan tulang. Daging ikan roa asap digiling menggunakan *laboratory mill*. Analisis warna menggunakan *colorimeter* dengan nilai $L^*a^*b^*$ dan komposisi kimia meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak dan kadar karbohidrat (*by difference*) (Association of Official Analytical Collaboration [AOAC], 2005).

Preparasi undur-undur laut meliputi pembuatan tepung serta karakteristik warna dengan nilai $L^*a^*b^*$, keberadaan astaxantin, dan komposisi kimia. Pembuatan tepung undur-undur laut diawali dengan *pre-cooking* pada suhu 100°C selama 10 menit, kemudian penggilingan menggunakan *laboratory mill*, setelah itu pengeringan menggunakan dehidrator suhu 80°C selama 90 menit. Analisis warna menggunakan *colorimeter* dengan nilai $L^*a^*b^*$. Kandungan astaxantin menggunakan *liquid chromatography-mass spectrometry* (LC-MS) mengacu Silvae *et al.* (2012). Komposisi kimia meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat (*by difference*) (AOAC, 2005).

Modifikasi, Pembuatan, dan Uji Sensori Deskriptif Sambal Roa

Modifikasi meliputi formulasi aneka sambal roa khas Manado, yaitu formula 1 dari *cooksnap* Selly (@tselfia), formula 2 dari *cooksnap* DapurGiok (@dapurgiok), formula 3 dari *cooksnap* Adinda Widyasari (@adindaws), dan formula 4 dari *cooksnap* Via Viu (@viaviu0310). Formulasi undur-undur laut pada masing-masing sambal roa khas Manado didasarkan pada sambal udang dari *cooksnap* Titin Ryan (@12ifqy04) (www.cookpad.com). Formulasi dan ketampakan sambal roa dengan undur-undur laut disajikan pada *Table 1*. Pembuatan diawali dengan penimbangan bahan-bahan utama sesuai formula sambal roa dengan undur-undur laut. Bahan-bahan utama meliputi undur-undur laut 10 g, cabai merah 10-18 g, dan ikan roa asap 6-8 g.

Table 1 Formula and appearance of sambal roa with mole crab
Tabel 1 Formula dan ketampakan sambal roa dengan undur-undur laut

Ingredients	Sambal udang reference (g)	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
Chilli	18.0	12.0	10.0	15.0	18.0
Smoked ballyhoo halfbeak	-	8.0	6.0	7.0	7.0
mole crabs	-	10.0	10.0	10.0	10.0
Shrimps	10.0	-	-	-	-
Tomato	41.5	25.0	20.0	35.0	40.0
Shallot	10.0	14.0	12.0	10.0	14.0
Garlic	4.0	7.0	6.0	5.0	7.0
Sugar	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Salt	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Appearance of sambal roa with mole crab					

Penimbangan juga dilakukan pada bahan lainnya yang meliputi bawang merah dan bawang putih perbandingan 2:1, dan tomat. Cabai, bawang merah, dan bawang putih dihaluskan selama 5 menit. Tahap selanjutnya penumisan bawang merah, bawang putih, dan cabai selama 2 menit kemudian pencampuran undur-undur laut, ikan roa asap, garam, dan gula hingga matang (suhu 100°C) selama 3 menit.

Uji sensori secara deskriptif (panelis menguraikan pendapat) dilakukan dengan spesifikasi atau atribut rasa, aroma, dan warna. Panelis memberikan uraian secara deskriptif untuk menjelaskan sensori sambal roa dengan undur-undur laut. Panelis juga diminta untuk memilih satu formula yang paling disukai. Sambal roa dengan formula cabai, ikan roa asap, dan undur-undur laut yang mendapat nilai terendah menjadi batas bawah dan nilai tertinggi menjadi batas atas untuk rentang persentase bahan pada formulasi menggunakan *I-optimal mixture amount design*. Prosedur uji sensori hedonis diadaptasi dari Meilgaard *et al.* (2006).

Optimasi Formulasi Sambal Roa dengan Undur-undur Laut

Formulasi menggunakan tiga bahan, yaitu cabai, ikan roa asap, dan undur-undur laut.

Bahan lain yang digunakan adalah bawang merah, bawang putih, tomat, gula, garam, dan minyak goreng (Table 2 dan Table 3). Optimasi formulasi sambal roa dengan undur-undur laut menggunakan *I-optimal mixture amount design* dilakukan dengan perangkat lunak JMP® (SAS Institute). Variabel uji yang dimasukkan berupa cabai, ikan roa asap, dan undur-undur laut, yang dikonversikan dalam basis total 100%. Basis total formulasi menggunakan tiga jumlah berbeda yaitu 50 g, 100 g, dan 150 g. Rentang persentase cabai berkisar 40%-70%, ikan roa asap berkisar 20%-30%, dan undur-undur laut berkisar 35%-50%. Rentang persentase didapatkan dari kesukaan atau pilihan panelis terhadap sambal roa dengan undur-undur laut. Hasil rancangan formulasi disajikan dalam bentuk model segitiga. Model segitiga menunjukkan terdapat 4 titik formulasi pada masing-masing basis total (% dari berat), sehingga terdapat 12 formulasi sambal roa dengan undur-undur laut yang akan dilakukan (Figure 1).

Penentuan karakteristik formulasi sambal roa dengan undur-undur laut meliputi uji sensori secara hedonik dan mutu hedonik dengan aspek penilaian aroma, warna, rasa, tekstur, dan *overall* serta warna dengan nilai $L^*a^*b^*$. Hasil penilaian diolah menggunakan Minitab 19 dan MS. Excel 2016. Luaran

Table 2 Changed variables of sambal roa formulation with mole crab, chili, and smoked roa fish using I-optimal mixture amount design

Tabel 2 Variabel berubah formulasi sambal roa dengan undur-undur laut, cabai, dan ikan roa asap menggunakan *I-optimal mixture amount design*

Amount (g)	Chili (g)	Mole crab (g)	Smoked roa (g)
50	20.0	17.5	12.5
	20.0	20.0	10.0
	20.0	15.0	15.0
	25.0	15.0	10.0
100	45.0	35.0	20.0
	45.0	35.0	20.0
	40.0	35.0	25.0
	45.0	30.0	25.0
150	75.0	45.0	30.0
	60.0	60.0	30.0
	67.5	45.0	37.5
	60.0	45.0	45.0

Table 3 Fixed variables of sambal roa formulation with mole crab, chili, and smoked roa fish using I-optimal mixture amount design

Tabel 3 Variabel tetap formulasi sambal roa dengan undur-undur laut, cabai, dan ikan roa asap menggunakan *I-optimal mixture amount design*

Amount (g)	Shallot (g)	Onion (g)	Tomato (g)	Salt (g)	Sugar (g)
50	36.0	18.0	80.0	3.0	5.0
	36.0	18.0	80.0	3.0	5.0
	36.0	18.0	80.0	3.0	5.0
	36.0	18.0	80.0	3.0	5.0
100	72.0	36.0	160.0	6.0	10.0
	72.0	36.0	160.0	6.0	10.0
	72.0	36.0	160.0	6.0	10.0
	72.0	36.0	160.0	6.0	10.0
150	108.0	54.0	240.0	9.0	15.0
	108.0	54.0	240.0	9.0	15.0
	108.0	54.0	240.0	9.0	15.0
	108.0	54.0	240.0	9.0	15.0

formulasi yang paling disukai dilihat dari atribut *overall*. Hasil pengolahan data sensori sambal roa dengan undur-undur laut menghasilkan satu formulasi optimal.

Perbandingan Sambal Roa dengan Undur-Undur Laut dan Sambal Roa Komersial

Perbandingan sambal roa dengan undur-undur laut formulasi optimal dan

sambal roa komersial meliputi penampang visual dengan kamera Fujifilm finepix S4900, viskositas menggunakan viskometer Brookfield, dan warna menggunakan *colorimeter* dengan nilai $L^*a^*b^*$. Sensori dengan atribut rasa, aroma, warna, tekstur dan *overall* menggunakan metode uji hedonik dan mutu hedonik. Kepedasan dengan kadar kapsaisin menggunakan *high performance liquid chromatography* (HPLC)

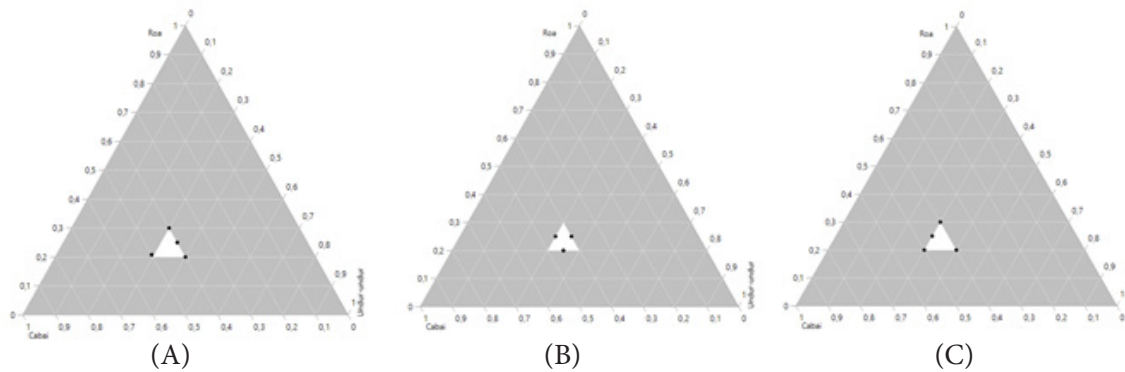


Figure 1 Design model of sambal roa formulation with mole crab using I-optimal mixture amount design based on total formulation basis of 50 g (A), 100 g (B), 150 g (C)

Gambar 1 Model rancangan formulasi sambal roa dengan undur-undur laut menggunakan *I-optimal mixture amount design* pada basis total formulasi 50 g (A), 100 g (B), 150 g (C)

(Alvarez *et al.*, 2009). Komposisi kimia meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan karbohidrat *by difference* (AOAC, 2005). Aktivitas air (A_w) menggunakan *water activity meter*. Mikrobiologi menggunakan metode *total plate count* (TPC) (Hleba *et al.*, 2015).

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan model *I-optimal mixture amount design* untuk menentukan proporsi optimal pada respons sensori hedonik. Model yang digunakan adalah model interaktif yang terdiri dari parameter model komponen campuran dan parameter model interaksi antara komponen campuran dan jumlah total campuran. Data sensori diambil menggunakan metode hedonik dan mutu hedonik menggunakan rancangan *incomplete block design*. Analisis data menunjukkan bahwa proporsi optimal dapat dicapai dengan mempertimbangkan jumlah total campuran yang digunakan (Delgado-Pando *et al.*, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Ikan Roa Asap dan Undur-Undur Laut

Ikan roa asap yang digunakan memiliki mutu yang sangat baik. Ketampakan visual ikan roa asap dan tepung ikan roa asap ukuran 60 mesh berwarna cokelat, kering, dan aroma khas ikan asap. Nilai L^* ($35,91 \pm 0,12$) mendekati 0 atau gelap, nilai a^* ($6,87 \pm 0,15$)

bernilai positif mendekati warna merah, dan nilai b^* ($25,31 \pm 0,22$) bernilai positif mendekati warna kuning. Tepung ikan roa asap memiliki komposisi, protein $77,22 \pm 0,01\%$, lemak $5,11 \pm 0,007\%$, kadar air $11,47 \pm 0,007\%$, kadar abu $5,48 \pm 0,01\%$, dan karbohidrat *by difference* $0,72 \pm 0,01\%$.

Warna tepung undur-undur laut memiliki nilai L^* ($60,89 \pm 0,33$) mendekati 100 atau terang, nilai a^* ($10,53 \pm 0,29$) bernilai positif atau mendekati merah dan nilai b^* ($35,34 \pm 0,12$) bernilai positif atau mendekati kuning. Analisis *liquid chromatography-mass spectrometry* (LC-MS) memperlihatkan keberadaan astaxantin, sehingga diduga warna undur-undur laut akibat keberadaan karotenoid, yang umumnya tersebar luas pada kelas krustasea. Fungsi karotenoid selain memberikan warna merah dan oranye alami juga mengandung antioksidan. Komposisi kimia tepung undur-undur laut, yaitu kadar air $7,03 \pm 0,007\%$, kadar abu $41,34 \pm 0,13\%$, kadar lemak $4,66 \pm 0,02\%$, kadar protein $35,48 \pm 0,01\%$, dan kadar karbohidrat *by difference* $11,48 \pm 0,12\%$.

Sensori Deskriptif Sambal Roa dengan Undur-Undur Laut

Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula ke-4 sambal roa dengan undur-undur laut memiliki aroma khas krustasea yang enak dan paling disukai oleh panelis, rasa yang seimbang antara semua bahan, dan memiliki tingkat kepedasan yang

Table 4 Sensory description and panelist acceptability of sambal roa with mole crab, chili, and smoked roa fish formulation

Tabel 4 Deskripsi sensori dan keberterimaan panelis terhadap sambal roa dengan formulasi undur-undur laut, cabai, dan ikan roa asap

Sensori parameters	Sensory description			
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
Aroma	The aroma smells like smoked roa fish and a slight smell characteristic of crustaceans	The dominant aroma is like grilled fish and a slightly fishy smell of boiled crustaceans	The dominant aroma is like the smell of boiled crustaceans and a slightly fishy smell	It strongly smells fishy, crustaceans, boiled or steamed, and it is very tasty.
Taste	The taste of smoke is very pronounced, slightly sweet and there is no spicy taste	The dominant taste of smoked fish and there is absolutely no spicy taste	The dominant taste of crustaceans (mole crab) with a fairly high spicy taste	The taste of smoked roa fish and crustaceans (mole crab) is balanced. Very spicy taste compared to others
Color	Red and slightly tanned color	Red and slightly tanned color	Red and strongly brownish color	The brown color is very dark and looks red
Number of liked panelists	1	2	3	4

sesuai dengan preferensi panelis. Formula ini juga memperoleh persentase tertinggi dibandingkan dengan formula lainnya. Di sisi lain, formula ke-1 sambal roa dengan undur-undur laut memiliki aroma asap dan hanya sedikit tercium aroma krustasea, rasa yang sedikit manis, dan sensasi pedas yang rendah, sehingga memperoleh persentase terendah.

Penilaian panelis secara deskriptif diketahui bahwa formula ke-4 sangat disukai karena penggunaan undur-undur laut yang lebih banyak dibandingkan dengan ikan roa asap. Panelis juga menilai bahwa aroma sambal roa pada formula ke-4 tercium dengan jelas aroma krustasea setelah dimasak. Penambahan undur-undur laut pada sambal roa semakin meningkatkan penerimaan panelis yang dapat dilihat dari respons mereka yang sangat menyukai aroma khas krustasea.

Meskipun formula ke-4 sangat disukai oleh panelis secara umum, namun penting untuk mempertimbangkan aspek sensori berdasarkan budaya konsumsi makanan pada

berbagai wilayah. Sebagaimana dikemukakan Ambarita *et al.* (2020), budaya konsumsi oleh panelis juga dapat memengaruhi penerimaan suatu produk sambal. Oleh karena itu, pengembangan sambal roa dengan undur-undur laut perlu memperhatikan aspek budaya konsumsi pada wilayah tertentu.

Optimasi Formulasi Sambal Roa dengan Undur-Undur Laut menggunakan *I-Optimal Mixture Amount Design* Sensori sambal roa dengan undur-undur laut

Penilaian panelis terhadap warna sambal roa dengan undur-undur laut ditampilkan dalam grafik *surface plot* dengan rentang nilai 6,0–6,5 (*Figure 2A1*). Rata-rata nilai warna ($6,24 \pm 0,6$) direpresentasikan dalam grafik *contour plot* dengan warna hijau (*Gambar 2A2*). Grafik *contour plot* (*Figure 2A2*) memperlihatkan bahwa warna sambal roa yang mengandung undur-undur laut pada bobot 150 g lebih oranye kemerahan dibandingkan

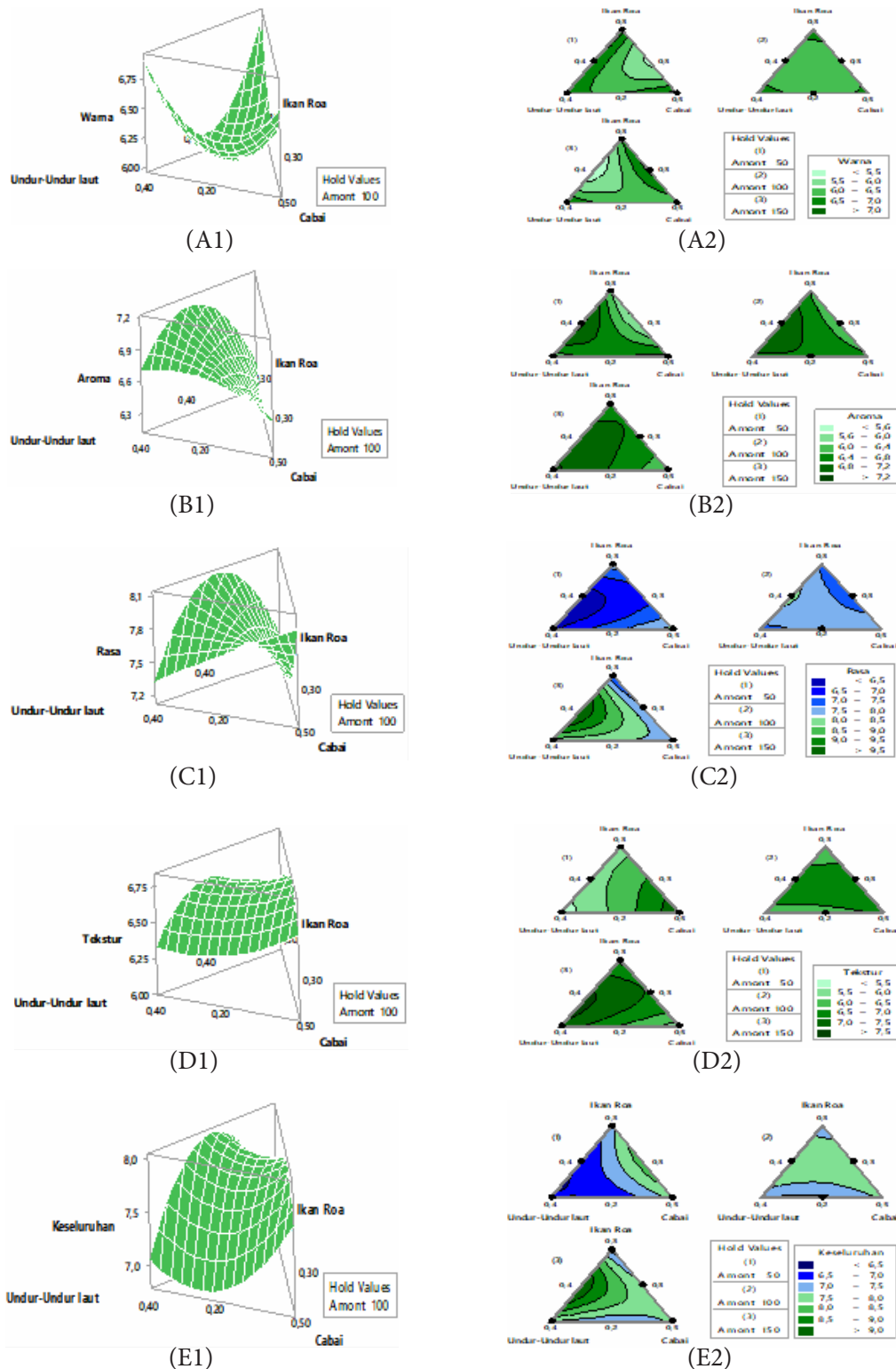


Figure 2 Sensorial evaluation of sambal roa with mole crab using I-optimal mixture amount through response surface plot and contour plot (A1) and (A2) for color, (B1) and (B2) for aroma, (C1) and (C2) for taste, (D1) and (D2) for texture, (E1) and (E2) for overall acceptability

Gambar 2 Sensori sambal roa dengan undur-undur laut menggunakan *I-optimal mixture amount design* melalui respons grafik *surface plot* dan *contour plot* (A1) dan (A2) warna, (B1) dan (B2) aroma, (C1) dan (C2) rasa, (D1) dan (D2) tekstur, (E1) dan (E2) *over all*.

pada bobot 50 g dan 100 g. Penilaian panelis terhadap warna dianggap menyukai, yang diduga disebabkan oleh kandungan pigmen karotenoid dalam undur-undur laut.

Panelis memberikan nilai aroma sambal roa dengan undur-undur laut pada rentang nilai 6,4–6,8 dengan rata-rata $6,24 \pm 0,6$ yang direpresentasikan dalam grafik *contour plot* dengan warna hijau muda (Figure 2B2). Grafik *surface plot* aroma sambal roa dengan undur-undur menunjukkan tingkat kesukaan tertinggi aroma pada bagian undur-undur laut (Figure 2B1). Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma sambal roa dengan undur-undur laut pada bobot 150 g lebih disukai dibandingkan pada bobot 50 g dan 100 g, yang ditunjukkan oleh daerah hijau yang lebih luas pada grafik *contour plot* (Figure 2B2).

Penilaian terhadap rasa sambal roa dengan undur-undur laut ditampilkan dalam grafik *surface plot* dengan rentang nilai 7,5–8,0 dan rata-rata nilai $(7,67 \pm 1,1)$ (Figure 2C1). Rata-rata nilai rasa sambal roa dengan undur-undur laut dipetakan dalam grafik *contour plot* dengan warna biru muda (Figure 2C2). Grafik *contour plot* menunjukkan bahwa penilaian rasa sambal roa dengan undur-undur laut memiliki nilai tertinggi antara cabai dan undur-undur laut. Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa sambal roa dengan undur-undur laut didominasi pada bobot 100 g, tetapi nilai tertinggi penilaian kesukaan ditemukan pada bobot 150 g.

Panelis dominan menyukai tekstur sambal roa dengan tambahan undur-undur laut memberikan penilaian antara 6,5 hingga 7,0, dengan rata-rata nilai sebesar $(6,53 \pm 1,1)$, yang direpresentasikan dalam grafik *contour plot* dengan warna biru muda (Figure 2D2). Tingkat kesukaan tertinggi konsumen terhadap tekstur tersebut terletak di antara campuran cabai dan undur-undur laut, dengan penilaian dominan pada bobot total campuran 100 g, namun menurun pada penilaian tertinggi pada bobot 150 g. Undur-undur laut diduga memberikan tekstur yang unik sehingga memberikan sensasi yang berbeda saat dikunyah.

Penilaian sensori terhadap respons keseluruhan dari sambal roa yang mengandung undur-undur laut pada grafik *surface plot*

(Figure 2E1), menunjukkan bahwa penilaian dominan berada pada rentang 7,5 hingga 8,0, dengan rata-rata $(7,42 \pm 0,9)$, yang dipetakan dalam grafik *contour plot* dengan warna biru muda (Figure 2E2). Grafik *contour plot* (Figure 2E2) menunjukkan tingkat penilaian panelis yang beragam pada bobot 150 g, namun panelis dominan menyukai formula dengan bobot 150 g, sedangkan pada bobot 50 g, panelis dominan tidak menyukainya.

Warna sambal roa dengan undur-undur laut

Visual sambal roa dengan undur-undur laut menunjukkan ketampakan berbentuk pasta dan warna dari 12 formula menghasilkan nilai rata-rata L^* (*lightness*) 20, nilai rata-rata a^* (*redness*) 17, nilai rata-rata b^* (*yellowness*) 22 atau berwarna oranye kemerahan (Table 5). Nilai L^* mendekati 100 atau terang, nilai a^* bernilai positif atau mendekati merah, dan nilai b^* juga positif atau mendekati kuning. Selain dari cabai, warna diduga berasal dari undur-undur laut dengan sumber karotenoid, yang cenderung berubah menjadi merah akibat pemanasan. Valdez-meza *et al.* (2019) menyatakan bahwa pigmen alami dari nabati dan hewani mudah mengalami perubahan yang disebabkan suhu. Zhang *et al.* (2019) menyampaikan juga warna merah cabai umumnya berasal dari antosianin yang merupakan pigmen yang dikaitkan dengan perubahan warna biru ke merah.

Formulasi optimal sambal roa dengan undur-undur laut

Profil *plot* sambal roa dengan undur-undur laut berdasarkan *I-optimal mixture experiment multiple simplex design* (Figure 3) menunjukkan bahwa formula optimal yang diperoleh adalah 32,52 g atau 21,68% untuk variabel ikan roa asap, 57,48 g atau 38,32% untuk variabel undur-undur laut, dan 60 g atau 40% untuk variabel cabai. Respons maksimum terhadap atribut warna 6,08; aroma 7,14; rasa 9,30; tekstur 7,60; dan *overall* 8,67 tercapai. Rasio antara cabai, undur-undur laut, dan ikan roa asap berpengaruh pada penilaian atribut warna, aroma, rasa, tekstur, dan *overall*.

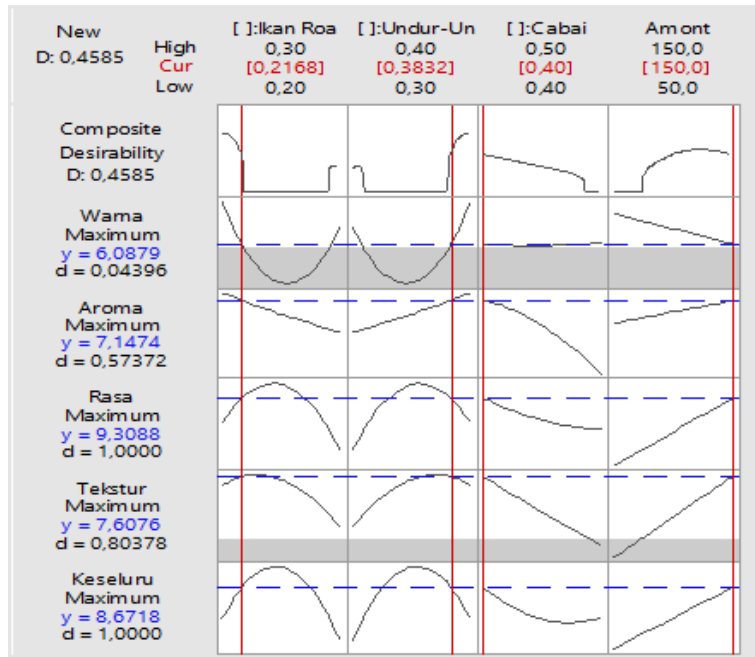


Figure 3 Profiling plot of sambal roa with mole crab using I-optimal mixture experiment design

Gambar 3 *Profiling plot* sambal roa dengan undur-undur laut menggunakan *I-optimal mixture design*

Table 5 Lab* color values of sambal roa with mole crab
Tabel 5 Nilai warna L*a*b* sambal roa dengan undur-undur laut



Formulation	L	a*	b*
1	19.52±0.20	18.09±0.90	23.09±1.22
2	19,85±0.36	17.40±0.60	23.55±1.23
3	20.15±0.12	18.25±0.48	23.48±0.28
4	21.43±1.17	16.62±0.49	22.94±0.88
5	18.10±0.70	17.88±0.82	23.39±0.91
6	19.25±0.90	16.38±0.36	21.68±0.77
7	20.05±0.73	18.49±1.09	23.09±0.69
8	19.11±0.44	17.70±0.57	22.96±0.60
9	22.02±0.99	16.32±0.88	21.83±0.84
10	19.64±0.76	17.58±0.80	22.75±0.68
11	21.92±1.02	16.94±0.68	21.07±0.86
12	20.09±0.30	18.05±0.89	13.40±0.33

Perbandingan Sambal Roa dengan Undur-undur Laut Hasil Formula Optimal dengan Sambal Roa Komersial

Visual sambal roa dengan undur-undur laut dari hasil formula optimal memiliki bentuk pasta dengan ketampakan tidak terlihat berminyak dan cenderung kasar. Nilai

viskositas sangat tinggi, yaitu 9,547±948,54 cP. Warna oranye kemerahan dengan nilai L* 19,64±0,76, nilai a* 17,58±0,80, dan nilai b* 22,75±0,68. Sensori memiliki nilai 6 (sedikit disukai) untuk atribut warna, nilai 7 (disukai) untuk atribut aroma, nilai 7 (disukai) untuk atribut rasa, nilai 7 (disukai)

Table 6 Specification of sambal roa with mole crab and commercial sambal roa
Tabel 6 Spesifikasi sambal roa dengan undur-undur laut dan sambal roa komersial

Specification	Sambal roa with substitution of mole crab	Commercial sambal roa
Visual appearance		
	The shape of the paste with the appearance does not look greasy	The shape of the paste with the appearance of very visibly oily
Viscosity	9.547±948.54 cP Very thick	4.974±750.82 cP Thick
Color (Colorimeter)	L*: 19.64±0.76 a*: 17.58±0.80 b*: 22.75±0.68 Reddish orange	L*: 7.66±0.51 a*: 11.09±0.29 b*: 8.22±0.47 Dark red
Sensory		
Color	Rated 6 (slightly preferred)	Rated 4 (slightly disliked)
Aroma	Rated 7 (preferred)	Rated 5 (very little liked)
Taste	Rated 7 (preferred)	Rated 4 (slightly disliked)
Texture	Rated 7 (preferred)	Rated 3 (somewhat disliked)
Overall	Rated 7 (preferred)	Rated 5 (very little liked)
Capsaicin levels (ppm)	701.78±0.028	683.81±0.055
Chemical composition (%):		
Water	57.23±0.077	21.88±0.21
Ash	2.93±0.014	5.68±0.18
Lipid	15.28±0.049	38.46±0.74
Protein	11.32±0.007	13.45±0.35
Carbohydrates (by difference)	13.24±0.028	20.53±0.35
Microbiology:		
TPC (colony/g)	6.3×10 ² ±1.90	3.1×10 ³ ±0.14
Water activity (Aw)	0.84±0.0001	0.75±0.0001

untuk atribut tekstur, dan nilai 7 (disukai) untuk atribut *overall*. Setelah dimakan (*aftertaste*) terdapat sensasi pedas yang cukup tinggi, secara kuantitatif kadar kapsaisin (701,78±0,028 ppm). Komposisi kimia kadar air (57,23±0,077%), kadar abu (2,93±0,014%, kadar lemak (15,28±0,049%), kadar protein 11,32±0,007%), dan karbohidrat *by difference*

(13,24±0,028%). Nilai *water activity* (Aw) 0,84±0,0001 dan *total plate count* (TPC) 6,3×10²±1,90 (Table 6).

Visual sambal roa komersial memiliki bentuk pasta dengan ketampakan sangat berminyak dan terlihat halus. Nilai viskositas sangat tinggi, yaitu 4,974±750,82 Cp. Warna merah gelap dengan nilai L* 7,66±0,51, nilai

a* 11,09±0,29, dan nilai b* 8,22±0,47. Sensori memiliki nilai 4 (sedikit tidak disukai) untuk atribut warna, nilai 5 (sangat sedikit disukai) untuk atribut aroma, nilai 4 (sedikit tidak disukai) untuk atribut rasa, nilai 3 (agak tidak disukai) untuk atribut tekstur, dan nilai 5 (sangat sedikit disukai) untuk atribut *overall*. Kepedasan sambal roa komersial secara kuantitatif memiliki kadar kapsaisin 683,81±0,055 ppm. Komposisi kadar air (21,88±0,21%), kadar abu (5,68±0,18%), kadar lemak (38,46±0,74%), kadar protein (13,45±0,35%), dan karbohidrat *by difference* (20,53±0,35%). Nilai aktivitas air (Aw) 0,75±0,0001 dan *total plate count* (TPC) 3,1×10³±0,14.

KESIMPULAN

Sambal roa merupakan produk pangan tradisional khas nusantara yang dapat ditingkatkan melalui inovasi formulasi dengan undur-undur laut menggunakan metode *I-optimal mixture amount design*. Penggunaan jumlah total campuran sebesar 150 g dengan proporsi cabai antara 40%-70%, ikan roa 20%-30%, dan undur-undur laut 35%-50% menghasilkan kebeterrimaan yang baik dengan proporsi optimal cabai 40%, ikan roa asap 21,68%, dan undur-undur laut 38,32%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada PT Indofood Sukses Makmur Tbk. melalui program Indofood Riset Nugraha (IRN) yang telah membiayai penelitian ini.

REFERENCES

Alvarez, A.P., Maya, E.R., & Suarez, L.A.A. (2009). Analysis of capsaicin and dihydrocapsaicin in peppers and pepper sauces by solid phase microextraction gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography*, 1216(14), 2843-2847. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2008.10.053>

Ambarita, M. T. D, Raes, K., & De Meulenaer, B. (2020). Identification of key sensory attributes of sambal-terasi, impact of different type of terasi, chemical characteristics and salt addition. *Sains Malaysiana*, 49(3), 561-571. <https://doi.org/10.17576/jsm-2020-4903-11>

Anderson, M. J., Whitcomb, P. J., Bezener, M., A. (2018). *Formulation simplified: Finding the sweet spot through design and analysis of experiments with mixtures*. Productivity Press.

Arsyad, M., & Habi, S. H. B. (2021). Analisis kimia dan organoleptik terhadap formulasi sambal ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis* L.) asap. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 4(1), 11-21. <https://doi.org/10.32662/gatj.v4i1.1463>

Association of Official Analytical Collaboration (2005). *Official methods of analysis of the association of analytical chemist*.

Botutihe, F., & Rasyid, N. P. (2018). Mutu kimia, organoleptik, dan mikrobiologi bumbu bubuk penyedap berbahan dasar ikan roa asap (*Hermihamphus* far.). *Jurnal Perbal*, 6(3), 17-30. <http://dx.doi.org/10.30605/perbal.v6i3.1091>

Codex Alimentarius Commission. (2011). *Standard for Chilli Peppers CODEX STAN 307-2011*.

Constancio, L. F. (2011). Effects of season, size and parasitism by the acanthocephalan, *profilicollis altmani*, on the carotenoid concentration and composition of the pacific mole crab, *Emerita analoga*. [Thesis]. Polytechnic State University San Luis Obispo.

Delgado-Pando, G., Allen, P., Kerry, J. P., O'Sullivan, M. G., & Hamill, R. M. (2019). Optimising the acceptability of reduced-salt ham with flavourings using a mixture design. *Meat science*, 156, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.07.023>

Hanifa, Y. N. (2014). Pengaruh metode pengolahan terhadap kandungan gizi undur-undur laut *Emerita emerita* (a milne. Eduards, 1862). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.

Helmi, H., Astuti, D. I., Putri, S. P., Sato, A., Laviña, W. A., Fukusaki, E., Aditiawati, P. (2022) Dynamic changes in the bacterial community and metabolic profile during fermentation of low-salt shrimp paste (terasi). *Metabolites*, 12(2), 1-18. <https://doi.org/10.3390/metabo12020118>

- Kawimbang, E., Pransa, I. J., & Kayadoe, M. E. (2012). Pendugaan stok dan musim penangkapan ikan julung-julung dengan soma roa di perairan Tagulandang, Kabupaten Kepulauan Siau Tagulandang Biaro. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap*, 1(1), 10-17. <https://doi.org/10.35800/jitpt.1.1.2012.701>
- Lohoo, H. J., & Mongi, E. L. (2019). Mutu kimia dan mikrobiologi ikan roa asap produksi Desa Bahoi Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Media Teknologi Hasil*, 7(2), 58-61. <https://doi.org/10.35800/mthp.7.2.2019.23729>
- Meilgaard, M. C., Carr, T., & Civille, G. V. (2006). Sensory evaluation techniques 4th edition. CRC Press.
- Paup, V. D., Barnet, S. M., Diako, C., & Ross, C.F. (2019). Detection of spicy compounds using the electronic tongue. *Journal of Food Science*, 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14709>
- Peraturan Menteri Kesehatan. (2019). Permenkes No.239/Menkes/Per/V/85 tentang zat warna tertentu yang dinyatakan sebagai bahan berbahaya.
- Peraturan Menteri Kesehatan. (1995). Permenkes No.722/Menkes/Per/IX/88 tentang Bahan tambahan pangan.
- Piepel, G. F., & Cornell, J. A. (1987). Designs for mixture-amount experiments. *Journal of Quality Technology*, 19(1), 11–28. <https://doi.org/10.1080/00224065.1987.1979029>
- Pratiwi, R. (2018). Mengenal undur-undur laut (Crustacea: Decapoda: Hippidae) dan manfaatnya bagi kehidupan. *Oseana*, 43(1), 14–26. <https://doi.org/10.14203/oseana>
- Salita, L. (2019). Formulasi dan karakterisasi sambal ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) asap. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Santosa, H. N. (2021) Variasi olahan sambal di Hindia-Belanda abad 19 sampai awal Abad 20. *Historiography: Journal of Indonesian History and Education*, 1 (4), 452-458.
- Silvaa, S. A., Ribeiroa, T., Albuquerquea, T. Q., Paseirob, P., Sendonb, R., Quirosb, B., Cervantesc, J. L., Sánchez-Machadoc, D. I., Valdez, H. S., Angulo, I., Aurrekoetxea, G. P., & Costaa, H. S. (2012). Ultra-high pressure LC for astaxanthin determination in shrimp by-products and active food packaging. *Biomedical Chromatography*, 27(6), 757–764. <https://doi.org/10.1002/bmc.2856>
- Smiechowska, M., Guz, J. N., & Skotnicka, M. (2021). Spices and seasoning mixes in european union innovations and ensuring safety. *Foods*, 10(10), 1-13. <https://doi.org/10.3390/foods10102289>.
- Spence C. (2018). Background colour & its impact on food perception & behaviour. *Food Quality and Preference*, 1(1), 1-32. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.02.012>
- Sumual, J., Tumangkeng, S., Mawikere, L., Mintardjo, C. M., Ogi, I. J., & Kawung, G. M. (2018). The business model for SMEs fishery and marine food industry modernization in Manado: Rica roa companies case study. *Business and Management Research*, 73(1), 202-206. <https://doi.org/10.2991/aicar-18.2019.44>
- Valdez-Meza, E. E., Raymundo, A., Figueroa-Salcido, O. G., Ramírez-Torres, G. I., Fradinho, P., Oliveira, S., De Sousa, I., Suárez-Jiménez, M., Cárdenas-Torres, F. I., & Islas-Rubio, A. R. (2019). Pasta enrichment with an amaranth hydrolysate affects the overall acceptability while maintaining antihypertensive properties. *Foods*, 282(8), 1-10. <https://doi.org/10.3390/foods8080282>
- Yu, J., Gleize, B., Zhang, L., Veyrat, C. C., & Renard, C. M. G. C. (2019). A D-optimal mixture design of tomato-based sauce formulations: Effects of onion and EVOO on lycopene isomerization and bioaccessibility. *Food and Function*, 10(1), 3589–3602. <https://doi.org/10.1039/C9FO00208A>
- Zhang, J., Celli, G. B., & Brooks, M. S. (2019). Anthocyanins from natural sources: Exploiting targeted delivery for improved health. (MS Brooks, Giovana B Celli, Ed.). RSC Publishing.