

BAB I LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang

Masalah gizi merupakan salah satu tantangan utama dalam bidang kesehatan masyarakat. Penanggulangannya tidak dapat dilakukan hanya melalui pendekatan medis atau pelayanan kesehatan, karena penyebabnya bersifat multifaktorial. Oleh karena itu, solusi untuk masalah gizi harus melibatkan lintas sektor, termasuk pendidikan, ekonomi, dan lingkungan. Di negara berkembang seperti Indonesia, masalah gizi yang umum meliputi Kurang Energi Protein (KEP), anemia defisiensi besi, Gangguan Akibat Kekurangan Yodium (GAKY), kekurangan vitamin A (KVA), dan obesitas di wilayah perkotaan (Supariasa dkk, 2002).

GAKY merupakan salah satu bentuk kekurangan gizi mikro yang dapat menghambat peningkatan kualitas kesehatan masyarakat. Kondisi ini terjadi karena kurangnya asupan yodium dalam waktu yang lama (Sebayang dkk., 2023). Dampaknya tidak hanya pada aspek fisik, tetapi juga pada perkembangan kecerdasan dan mental. Tingginya prevalensi GAKY akan berdampak pada penurunan kualitas sumber daya manusia (Yunawati dkk., 2021). Semua kelompok usia memiliki risiko terkena GAKY, namun kelompok paling rentan adalah balita, anak usia sekolah, dan wanita usia subur.

Yodium adalah elemen mineral mikro kedua sesudah zat besi yang dianggap penting bagi kesehatan manusia, meskipun kebutuhan asupan yodium dalam tubuh tidak sebanyak zat-zat gizi lainnya (Hadi & Rahayu, 2022). Yodium memiliki sifat yang sensitif terhadap suhu tinggi, cahaya matahari, dan mudah teroksidasi. Hal tersebut menyebabkan penyimpanan garam perlu diperhatikan guna mengurangi risiko penurunan kadar yodium dalam garam (Dewi & Naryono, 2020). Walaupun kebutuhan yodium dalam tubuh tidak sebanyak zat gizi lain, namun jika terjadi pada balita mempunyai risiko buruk yaitu terhambatnya perkembangan otak dan pertumbuhan anak balita, dan dampak yang lebih berbahaya adalah terkait dengan insiden gondok (Sulistiyawati dkk., 2022)

Gangguan Akibat Kekurangan Yodium (GAKY) di Indonesia merupakan salah satu masalah kesehatan khususnya di bidang gizi yang perlu mendapatkan penanganan yang serius. Kekurangan yodium akan menyebabkan terjadinya gangguan pada pertumbuhan serta perkembangan fisik, pembengkakan kelenjar tiroid atau gondok akibat tubuh berusaha mengimbangi rendahnya produksi hormon tiroid. Pada ibu hamil, kekurangan yodium dapat menyebabkan gangguan perkembangan otak pada janin, yang berisiko menyebabkan keterlambatan perkembangan mental dan kecacatan fisik. Pada anak-anak, kekurangan yodium



arah pada kretinisme, suatu kondisi yang menyebabkan perkembangan fisik dan mental. Kekurangan yodium juga dapat ngsi kekebalan tubuh, menyebabkan kelelahan, dan memperburuk ara keseluruhan (Dewi & Naryono, 2020).

rkan data *United Nations Children's Fund* (UNICEF) menunjukkan tahun 2013, lebih dari 35 juta bayi di seluruh dunia belum terlindungi n yodium, sehingga berisiko mengalami kerusakan otak permanen.

Sementara itu, menurut WHO diperkirakan hampir 2 miliar penduduk dari 192 negara anggota WHO memiliki asupan yodium yang rendah dan tidak mencukupi, 36,5% penduduk di antaranya yaitu anak usia sekolah (6-12 tahun). Di Asia Tenggara sendiri terdapat 96 juta anak yang memiliki asupan yodium yang rendah, kemudian disusul Afrika dengan jumlah anak yang mengalami asupan yodium rendah sebanyak 50 juta anak (Jayadi dkk., 2023). Berdasarkan Riskesdas 2013, prevalensi GAKY di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 11,1%. Selain itu, menurut hasil Riskesdas tahun 2013 diketahui pada anak umur 6–12 tahun didapatkan nilai ekskresi yodium dalam urin (EYU) dengan risiko kekurangan yodium 14,9%, cukup yodium 29,9%, mengandung yodium lebih dari cukup 24,8%, dan risiko kelebihan yodium 30,4%.

Sebagai bentuk pencegahan dan penurunan kasus GAKY, pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden yang mewajibkan semua garam dapur harus memenuhi syarat fortifikasi yodium. Sesuai SNI nomor 3556-2016, garam beryodium adalah garam konsumsi yang mengandung komponen utama natrium klorida minimal 94%, air maksimal 7%, dan kalium iodat minimal 30 mg/kg (ppm), serta senyawa-senyawa lain sesuai persyaratan mutu garam yang telah ditentukan. Menurut pengujian yang dilakukan oleh Badan POM RI tentang pengaruh lama penyimpanan, suhu, dan kelembaban relatif terhadap kestabilan iodat dan terjadinya spesiasi yodium dalam garam beryodium menunjukkan adanya pengaruh interaksi dari ketiga parameter, yang ditunjukkan dengan terjadinya penurunan kadar iodat dan terbentuknya spesi iodida dan yodium, begitu juga pengaruh cara iodisasi, pH, dan lama pemanasan/pemasakan (Wiwardika, 2015).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kadar yodium dalam garam dapat menurun secara signifikan akibat proses penyimpanan yang tidak tepat. Kerusakan garam beryodium bahkan dapat terjadi selama penyimpanan di gudang atau tempat penjualan seperti warung. Garam yang disimpan tanpa penutup dan terpapar sinar matahari langsung sinar matahari mengalami penurunan kadar yodium secara bertahap. Penelitian oleh Arisman (2004 dalam Wafiyah & Muwakhidah, 2013) menunjukkan bahwa garam beryodium dalam kemasan plastik yang disimpan pada suhu 25–27°C dengan kelembaban 70–80% masih dapat bertahan hingga enam bulan, namun kandungan yodiumnya akan berkurang sekitar 7%. Hal ini mempertegas bahwa durasi penyimpanan turut berperan dalam stabilitas yodium.

Penelitian lain oleh Purnama (2011) serta Prihatiningsih & Novitasari (2017) juga menunjukkan adanya penurunan kadar yodium yang cukup nyata bahkan dalam jangka waktu singkat, yaitu selama 12 hingga 13 hari penyimpanan. Sementara itu, studi oleh Sulchan (2005) menemukan adanya perbedaan



antara kadar kalium iodat (KIO_3) berdasarkan lama penyimpanan, di mana semakin lama garam disimpan, semakin besar penurunan kadar KIO_3 yang terjadi. Selain itu, jenis wadah penyimpanan juga memengaruhi kestabilan kadar yodium. Berdasarkan penelitian tersebut, kandungan yodium dalam garam dapat bertahan hingga 19 minggu apabila disimpan dalam kaleng tertutup, namun hanya 3,8 minggu dalam wadah plastik. Temuan-

temuan ini menunjukkan bahwa pemilihan jenis wadah yang tepat sangat penting untuk mempertahankan kandungan yodium dalam garam konsumsi.

Faktor lain seperti paparan cahaya, oksigen, pemanasan, dan penggunaan wadah yang tidak sesuai juga dapat mempercepat penurunan kadar yodium (Amah dkk., 2022). Selain karena faktor dari objeknya, yaitu garam, konsumsi garam beryodium pada tingkat rumah tangga akan sangat mempengaruhi asupan yodium yang dibutuhkan oleh tubuh. Untuk menjamin agar setiap warga negara, terutama kelompok yang paling berisiko mampu mengakses garam yodium, pemerintah perlu menerapkan kebijakan *Universal Salt Iodization* (USI), yaitu sekurangnya 90% masyarakat mengonsumsi garam beryodium dengan kandungan yang memenuhi standar. Untuk mencapai target USI di Indonesia, pemerintah telah melakukan berbagai strategi mencakup perbaikan kualitas garam petani, peningkatan jumlah dan kualitas garam yang difortifikasi dengan yodium, peningkatan cakupan distribusi garam beryodium, dan peningkatan konsumsi garam beryodium dalam lingkup rumah tangga (KFI, 2023).

Menurut UNICEF tahun 2021, dari 202 populasi negara, terdapat 91,1% populasi mengonsumsi garam beryodium dengan persentase konsumsi tertinggi pada negara Palestina sebesar 97,1% (UNICEF, 2022). Sementara Menurut hasil Riset Kesehatan Dasar (2013) menunjukkan bahwa cakupan rumah tangga dengan konsumsi yodium masih jauh dari target *Universal Salt Iodization* (USI) sebesar 90% karena cakupan garam beryodium pada rumah tangga di Indonesia hanya mencapai angka 77,1%. Angka tersebut juga belum mencapai target cakupan rumah tangga mengonsumsi garam beryodium tahun 2022 yang tertuang dalam Capaian Indikator Kinerja Kegiatan Pembinaan Gizi Masyarakat Tahun 2020-2025 adalah 86% (Kementrian Kesehatan RI, 2020).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa cara penyimpanan dan jenis wadah sangat berpengaruh terhadap stabilitas yodium. Wadah yang tidak kedap udara dan terbuat dari bahan yang reaktif terhadap yodium, seperti plastik transparan, dapat mempercepat degradasi. Sebaliknya, penggunaan wadah tertutup dari bahan kaca dan penyimpanan di tempat sejuk dan kering dapat mempertahankan kadar yodium lebih baik (Wijawati & Asiarini, 2017). Oleh karena itu, diperlukan pemahaman dan edukasi yang lebih luas tentang pentingnya penyimpanan garam yang tepat.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan kadar yodium pada garam konsumsi setelah disimpan dalam berbagai jenis wadah dan cara penyimpanan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap upaya pencegahan GAKY melalui informasi praktis mengenai penyimpanan garam beryodium yang efektif di tingkat rumah



Konsumsi

konsumsi adalah senyawa kristalin berwarna putih yang terbentuk an klorida (NaCl) serta dikonsumsi oleh hampir seluruh populasi penambah rasa dalam makanan. Garam tidak hanya berfungsi

sebagai bumbu dapur, tetapi juga memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan cairan dan fungsi saraf dalam tubuh manusia (Wijawati & Asiarini, 2017). Di Indonesia, garam konsumsi umumnya dihasilkan dari penguapan air laut dan harus memenuhi standar tertentu untuk menjamin keamanannya sebagai bahan pangan.

Menurut SNI 3556:2016, garam konsumsi harus mengandung minimal 94% natrium klorida, kadar air maksimal 7%, dan yodium (sebagai KIO_3) minimal 30 ppm. Garam dapur yang digunakan sebagai sumber fortifikasi yodium harus memenuhi syarat kebersihan, bebas cemaran logam berat, serta memiliki kadar kelembaban yang rendah. Garam bersifat higroskopis, yaitu mudah menyerap air dari udara, sehingga dapat memengaruhi kualitas dan kestabilan kandungan yodiumnya jika tidak disimpan dengan benar (Muljani dkk., 2021).

Tabel 1.1 Syarat Komposisi Garam Konsumsi Menurut SNI 3556-2016

Senyawa	Kadar (%)
Natrium Klorida (NaCl)	Minimal 94%
Air	Maksimal 7%
Yodium sebagai KIO_3	Minimal 30 mg/kg
Cemaran logam Pb	Maksimal 10,0mg/kg
Cemaran logam Cd	Maksimal 0,5 mg/kg
Cemaran logam Hg	Maksimal 0,1 mg/kg
Cemaran logam AS	Maksimal 0,1 mg/kg
Rasa	Asin
Warna	Putih
Bau	Tidak ada

Sumber: SNI: 3556-2016

Garam juga diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan penggunaannya, yaitu garam konsumsi dan garam industri. Garam konsumsi adalah garam yang dikonsumsi bersama-sama dalam makanan atau minuman yang dibagi lagi menjadi dua, yaitu garam rumah tangga dan garam diet. Garam rumah tangga adalah garam beryodium yang mengandung 94% NaCl sedangkan garam diet memiliki kandungan NaCl maksimum 60% dan mengandung kalium iodat (KIO_3) minimal 30 mg/kg. Sementara itu, garam industri adalah garam yang digunakan sebagai bahan baku maupun bahan penolong bagi industri. Garam industri digunakan untuk kebutuhan farmasi, kosmetik, tekstil, dan sebagainya. Garam industri memiliki kandungan NaCl minimal 97% (grade III) sedangkan untuk grade I minimal 99,2%. Khusus untuk industri pangan, kadar Ca dan Mg < 600 ppm (Muljani dkk., 2021)

1.2.2 Yodium dan Sifat Kimianya



Yodium adalah mikronutrien esensial yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah memiliki peran besar dalam sintesis hormon tiroid seperti tiroksin dan hormon ini berperan dalam mengatur metabolisme, pertumbuhan perkembangan otak, terutama pada anak dan janin dalam kekurangan yodium dapat menimbulkan gangguan serius seperti belakangan mental, dan kretinisme (Imani, 2020). Meskipun yodium melimpah pada suatu bahan pangan, kandungan yodium apabila proses pengolahan dilakukan dengan cara ditumis, direbus,

dibakar dan digoreng, sehingga menyebabkan sumber yodium akan lebih mudah teroksidasi.

Secara kimia, yodium dalam garam konsumsi biasanya ditambahkan dalam bentuk kalium iodat (KIO_3) atau kalium iodida (KI). Kalium iodat lebih stabil terhadap suhu dan kelembapan sehingga umum digunakan di negara tropis seperti Indonesia. Namun, meskipun lebih stabil, iodat tetap rentan terhadap degradasi jika disimpan dalam kondisi yang tidak sesuai, seperti suhu tinggi, paparan sinar matahari, atau kelembapan tinggi (Chauhan *et al.*, 1992). Reaksi degradasi yodium pada garam dapat terjadi melalui proses redoks, di mana iodat tereduksi menjadi iodin bebas (I_2) dan kemudian menguap, menyebabkan penurunan kadar yodium. Selain itu, sifat yodium yang mudah menguap pada suhu tinggi menyebabkan penggunaannya dalam memasak juga perlu diperhatikan, karena pemanasan berlebihan dapat menyebabkan kehilangan kandungan yodium secara signifikan (Munazid dkk., 2018; Agustin *et al.*, 2015).

1.2.3 Wadah Penyimpanan

Wadah penyimpanan adalah media yang digunakan untuk menyimpan bahan makanan, termasuk garam konsumsi, agar tetap aman dari kontaminasi, kelembapan, dan kerusakan akibat lingkungan. Jenis material wadah sangat memengaruhi kestabilan senyawa aktif dalam makanan, termasuk yodium. Bahan wadah yang sering digunakan antara lain plastik, kaca, logam, dan keramik, masing-masing memiliki karakteristik fisik dan kimia yang berbeda (Sulaiman, 2021). Plastik merupakan bahan wadah yang umum digunakan karena murah dan mudah diperoleh. Namun, beberapa jenis plastik bersifat permeabel terhadap uap air dan gas, sehingga dapat mempercepat degradasi yodium dalam garam, khususnya jika plastiknya bersifat transparan dan mudah terpapar sinar UV. Sebaliknya, kaca adalah bahan *inert* yang kedap terhadap udara dan cahaya jika berwarna gelap, sehingga lebih efektif mempertahankan kandungan yodium selama penyimpanan (Nurjaya dkk., 2020; Bathla & Grover, 2015).

Penelitian oleh Wijawati & Asiarini (2017) menunjukkan bahwa garam yang disimpan dalam botol kaca tertutup memiliki kadar yodium yang lebih stabil dibandingkan dengan garam yang disimpan dalam kantong plastik atau wadah terbuka. Selain jenis bahan, sifat penutup wadah (tertutup atau terbuka) juga turut menentukan kestabilan zat gizi dalam bahan pangan. Wadah tertutup dapat mencegah masuknya udara lembap dan mengurangi laju reaksi kimia yang menyebabkan degradasi yodium.

1.2.4 Cara Penyimpanan

Cara penyimpanan merujuk pada praktik atau teknik dalam menyimpan bahan pangan agar kualitas dan kandungan gizinya tetap terjaga. Dalam konteks garam beryodium, penyimpanan yang baik harus memperhatikan suhu ruangan,



paparan sinar matahari, serta kondisi wadah. Garam sebaiknya disimpan di tempat yang kering, sejuk, dan terlindung dari cahaya langsung untuk mencegah kehilangan yodium (Alristina, 2019; James, 2020). Penyimpanan wadah yang tidak tertutup rapat memungkinkan garam bersentuhan langsung dengan udara yang mengandung uap air. Kelembapan ini dapat menyebabkan reaksi yang menurunkan stabilitas iodat atau iodida menjadi bentuk yodium bebas yang mudah menguap. Demikian pula, penyimpanan di bawah sinar

matahari langsung meningkatkan suhu lingkungan, yang berkontribusi terhadap percepatan volatilitas yodium (Tobing & Dewajani, 2020). Beberapa studi menunjukkan bahwa perbedaan cara penyimpanan secara signifikan memengaruhi kadar yodium pada garam. Purnama (2011) menyebutkan bahwa penyimpanan terbuka selama dua minggu saja dapat menurunkan kadar yodium, meskipun masih dalam ambang batas SNI.

1.2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu telah banyak membahas pengaruh wadah dan cara penyimpanan terhadap kadar yodium dalam garam. Wijawati & Asiarini (2017) menyatakan bahwa kadar yodium yang disimpan dalam wadah tertutup, tidak terpapar sinar matahari, memiliki kadar yodium lebih tinggi dibandingkan dengan penyimpanan terbuka. Hal ini juga didukung oleh Nurjaya dkk. (2020) yang melaporkan bahwa garam dalam wadah plastik transparan mengalami degradasi yodium lebih cepat dibandingkan dalam kaca gelap.

Penelitian oleh Purnama (2011) dan Prihatiningsih & Novitasari (2017) menunjukkan bahwa penurunan kadar yodium bisa terjadi dalam waktu kurang dari dua minggu. Hal ini menunjukkan bahwa durasi penyimpanan dan kondisi lingkungan sekitar memainkan peran penting terhadap stabilitas yodium. Bahkan dalam kondisi yang tampaknya normal di rumah tangga, kadar yodium tetap dapat menurun tanpa disadari.

Namun, masih sedikit penelitian yang mengkaji kombinasi faktor-faktor tersebut secara bersamaan. Oleh karena itu, studi ini hadir untuk mengisi gap tersebut dengan menguji pengaruh interaksi antara jenis wadah (kaca, plastik, kemasan) dan cara penyimpanan (terbuka/tertutup, terpapar/tidak terpapar) terhadap kadar yodium garam konsumsi secara sistematis dan eksperimental.

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan Penelitian

a. Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan kadar yodium pada garam konsumsi berdasarkan jenis wadah dan cara penyimpanan yang berbeda.

b. Tujuan Khusus

- 1) Untuk menganalisis pengaruh jenis wadah terhadap kadar yodium pada garam konsumsi.
- 2) Untuk menganalisis pengaruh cara penyimpanan terhadap kadar yodium pada garam konsumsi.

1.3.2 Manfaat Penelitian

a. Manfaat Ilmiah

Diharapkan agar penelitian ini dapat menjadi dasar untuk penelitian berikutnya yang berhubungan dengan stabilitas yodium a garam konsumsi berdasarkan jenis wadah dan cara yimpanannya.

Manfaat Institusi

Penelitian ini dapat memberikan informasi bagi institusi pendidikan, dalam pengembangan kegiatan praktikum terkait stabilitas



zat gizi dalam bahan makanan. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat membantu pemerintah dan lembaga kesehatan dalam meningkatkan efektivitas program fortifikasi garam beryodium sebagai upaya pencegahan Gangguan Akibat Kekurangan Yodium (GAKY).

c. Manfaat Praktis

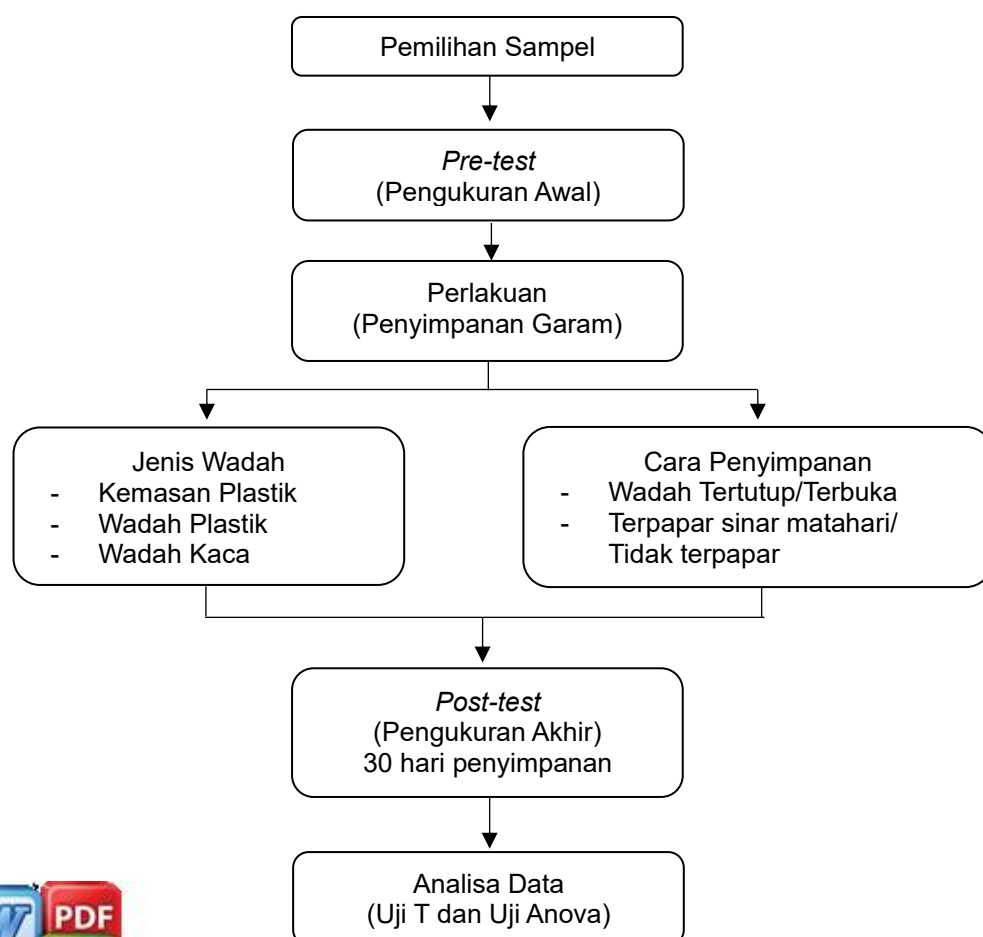
Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman bagi masyarakat dalam menyimpan garam konsumsi agar kandungan yodiumnya tetap terjaga. Penelitian ini juga berguna bagi pelaku usaha garam dan distributor untuk menentukan metode penyimpanan yang sesuai agar kualitas produk tetap optimal hingga ke konsumen.



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah pre-eksperimental dengan pendekatan metode *one group pretest-posttest*. Penelitian pre-eksperimental adalah jenis penelitian kuantitatif yang bertujuan mengevaluasi hubungan sebab akibat tetapi hanya terdapat satu kelompok intervensi. Sementara penelitian dengan *design one group pretest-posttest* adalah desain penelitian pre-eksperimental yang dilakukan pada satu kelompok tanpa ada kelompok kontrol atau pembandingan. Fokus penelitian adalah untuk menilai perubahan kadar yodium pada garam konsumsi dan menganalisis pengaruh jenis wadah dan cara penyimpanan terhadap perubahan tersebut.



Gambar 2.1 Alur Penelitian



2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2025. Tempat pelaksanaan terdiri dari 3 lokasi utama, yaitu:

2. Pabrik Garam Cap Perahu, Jl. Ketilang Raya No.34, Gowa, sebagai tempat pengambilan sampel garam konsumsi
3. Rumah peneliti, Jl. Daya Raya, Daya, Kota Makassar sebagai tempat penyimpanan sampel
4. Laboratorium Kimia-Biofisik, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin, sebagai tempat pelaksanaan analisis kadar yodium. Laboratorium ini merupakan laboratorium terakreditasi KAN dengan nomor LP-1471-IDN.

2.3 Populasi dan Sampel

2.3.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh produk garam konsumsi yang beredar di masyarakat..

2.3.2 Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah garam konsumsi dalam jenis garam halus yang diperoleh dari pabrik. Sampel diambil menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu memilih garam halus dari satu merek yang tersedia di pabrik sebanyak 3 bungkus yang digabungkan, kemudian dibagi sebanyak 3 sendok makan ke dalam 12 kombinasi perlakuan penyimpanan. Pemilihan garam halus untuk menjadi sampel dalam penelitian ini karena garam halus memiliki ukuran partikel yang lebih kecil, yang memungkinkan larutannya lebih cepat dan merata dalam pelarut. Hal ini berkontribusi pada peningkatan akurasi dan konsistensi hasil pengukuran kadar yodium melalui metode titrasi iodometri.

2.4 Intervensi

Dalam penelitian ini, diperlukan beberapa perlakuan terhadap sampel, di antaranya:

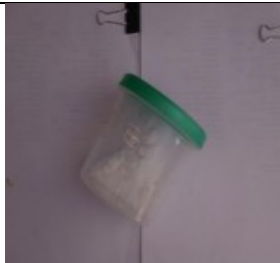
Tabel 2.1 Intervensi Sampel

Wadah	Cara Penyimpanan	Gambar
Wadah kaca	Terbuka-terpapar sinar matahari	



Wadah	Cara Penyimpanan	Gambar
	Tertutup-terpapar sinar matahari	
	Terbuka-tidak terpapar sinar matahari	
	Tertutup- tidak terpapar sinar matahari	
Wadah plastik	Terbuka-terpapar sinar matahari	
	Tertutup-terpapar sinar matahari	



Wadah	Cara Penyimpanan	Gambar
	Terbuka-tidak terpapar sinar matahari	
	Tertutup- tidak terpapar sinar matahari	
Kemasan plastik	Terbuka-terpapar sinar matahari	
	Tertutup-terpapar sinar matahari	
	Terbuka-tidak terpapar sinar matahari	



Wadah	Cara Penyimpanan	Gambar
	Tertutup- tidak terpapar sinar matahari	

Penelitian dilakukan dalam interval waktu selama 30 hari untuk melihat perubahan kadar yodium. Kadar yodium pada garam diukur sebelum penyimpanan (*pre-test*) dan setelah penyimpanan (*post-test*) dan dianalisis menggunakan metode titrasi iodometri secara duplo untuk memastikan hasil yang akurat dan konsisten, tanpa melakukan replikasi di perlakuan yang sama.

2.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah semua alat atau media yang digunakan untuk mengumpulkan data sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Adapun instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.5.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini berupa alat laboratorium dan wadah penyimpanan garam yang berfungsi sebagai alat penunjang pengujian kadar yodium pada garam konsumsi. Adapun alat yang dibutuhkan adalah:

- Erlenmeyer asah
- Buret
- Penjepit statif
- Pipet volume 10 mL, 25 mL, dan 50 mL
- Pipet ukur 10 mL
- Pipet tetes
- Bulp
- Gelas ukur 50 mL
- Spatel
- Timbangan analitik
- Corong
- Batang pengaduk
- Labu ukur 25 mL, 50 mL, 100 mL, dan 500 mL
- Erlenmeyer 500 mL



- Jarum arloji
- Gelas *beaker* 100 mL dan 1000 mL
- Selang pengalir air
- Sarung tangan *resistant hand glove*
- Wadah penyimpanan: wadah kaca, wadah plastik, kemasan plastik
- Garam dapur

- Cawan timbang
- *Timer*

2.5.2 Bahan

Bahan adalah kebutuhan habis pakai yang digunakan pada saat pengukuran kadar yodium pada garam konsumsi. Adapun bahan yang digunakan

- Garam Halus (sampel)
- *Aquadest* matang hangat
- *Aquadest*
- KI 10%
- KI 20%
- H₂SO₄ 2N
- HCl 4N
- Kalium Dikromat (K₂Cr₂O₇).
- Amilum 1%
- Tissue
- Natrium Thiosulfat (Na₂S₂O₃) 0,1 N
- *Handscoon*
- Masker

2.5.3 Alat Tulis

Alat tulis berupa pulpen dan kertas digunakan untuk mencatat hasil titrasi atau pengukuran kadar yodium.

2.6 Prosedur Penelitian

2.6.1 Persiapan sampel

Tiga bungkus garam halus digabungkan lalu dibagi ke dalam 12 kelompok perlakuan (3 sendok makan per wadah).

2.6.2 Penyimpanan

Penyimpanan sampel garam dilakukan pada suhu ruang (25-30°C) menggunakan wadah kedap udara (sampel wadah tertutup) untuk meminimalkan paparan terhadap kelembapan, udara, dan kontaminan lain yang dapat memengaruhi kadar yodium. Penyimpanan 'terpapar sinar matahari' dalam penelitian ini disimpan pada kondisi penyimpanan di dalam ruangan yang menerima cahaya matahari secara tidak langsung, yaitu melalui jendela atau ventilasi, sedangkan penyimpanan 'tidak terpapar sinar matahari' disimpan di dalam ruangan gelap yang tidak menerima cahaya matahari secara langsung maupun tidak langsung.

2.6.3 Pengukuran Kadar Yodium

Pengukuran dilakukan sebelum (*pre-test*) dan sesudah penyimpanan (*post-test*). Pengukuran *post-test* dilakukan dengan cara setiap perlakuan hanya 1 wadah yang diukur dua kali (*duplo*), dengan jeda waktu antara dan pengukuran II tidak lebih dari 10 menit untuk memastikan sil.



2.7 Metode Pengukuran Kadar Yodium

1. Standarisasi Larutan Penitar

Dalam penentuan kadar yodium pada sampel, dibutuhkan standarisasi larutan penitar untuk memastikan konsentrasi larutan penitar diketahui secara akurat. Hal ini penting dalam analisis kuantitatif karena hasil perhitungan sisa yodium dalam titrasi sangat bergantung pada ketepatan konsentrasi larutan penitar yang digunakan. Adapun cara melakukan standarisasi larutan penitar adalah sebagai berikut:

- Ditimbang $\pm 0,5$ gram kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$). Kemudian dilarutkan dengan air suling dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan hingga tanda garis.
 - Didalam erlenmeyer 500 mL, ditambahkan 10 mL KI 20% dan 25 mL HCl 4N. Kemudian ditambahkan larutan kalium dikromat sebanyak 25 mL. Ketiga larutan ini kemudian diencerkan sampai 200 mL dan dititer dengan larutan natrium thiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,1 N.
 - Titration diakhiri bila warna larutan berubah menjadi hijau relaxa.
 - Volume titrasi dicatat untuk menghitung normalitas natrium thiosulfat yang digunakan sebagai larutan penitar.
- ### 2. Penentuan Kadar Yodium pada Sampel
- Ditimbang ± 10 gram sampel kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer asah.
 - Ditambahkan 30 mL *aquadest* matang, kemudian ditambahkan 2 mL H_2SO_4 2N dan 10 mL KI 10%. Lalu erlenmeyer ditutup dan disimpan di tempat yang gelap selama 10 menit.
 - Dibilas tutup erlenmeyer asah dengan *aquadest* sebanyak 20 mL, kemudian ditambahkan amilum 1% sebanyak 2 mL sebagai indikator warna.
 - Dititrasi dengan menggunakan larutan Natrium Thiosulfat 0,1 N sampai larutan sampel tidak berwarna.
 - Volume Natrium Thiosulfat dicatat kemudian dihitung untuk mengetahui kadar yodium pada sampel.

3. Perhitungan Kadar Yodium

$$\text{Kenormalan Larutan } Na_2S_2O_3 = \frac{\text{mg } K_2Cr_2O_7}{F_p \times V \times 49}$$

$$\text{Kadar } KIO_3 = \text{mL } Na_2S_2O_3 \times N \text{ } Na_2S_2O_3 \times \text{BM } KIO_3 \times \frac{1}{6} \times \frac{1000}{\text{Sampel}}$$

$$\text{Kadar Yodium (ppm)} = \frac{\text{BA I}}{\text{BM } KIO_3} \times \text{Kadar } KIO_3$$

Keterangan:

BM KIO_3 = 214 g/mol

BA I = 126 g/mol

Pengencer



2.8 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan ini adalah pengumpulan data secara primer dan sekunder. Adapun pengumpulan datanya adalah sebagai berikut :

2.8.1. Data Primer

Data primer adalah data yang langsung diambil dan diukur oleh peneliti. Adapun data primer dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data mengenai pengukuran kadar yodium pada garam konsumsi sebelum dan sesudah perlakuan yang diukur menggunakan titrasi iodometri yang diukur dua kali (duplo).
2. Data mengenai kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembapan ruangan selama penyimpanan terkait jenis wadah dan cara penyimpanan.

2.8.2. Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah mengenai prevalensi penyakit akibat kekurangan yodium dan persentase cakupan rumah tangga yang mengonsumsi yodium, baik secara global maupun nasional.

2.9 Pengolahan dan Analisis Data

2.9.1. Pengolahan Data

Data hasil pengukuran yang telah dicatat kemudian dihitung menggunakan rumus persamaan matematika dengan bantuan kalkulator, kemudian diolah dengan menggunakan program komputer dengan bantuan aplikasi SPSS versi 24 dan dianalisis. Adapun langkah pengolahan datanya adalah sebagai berikut:

a. Pemeriksaan Data (*editing*)

Kegiatan editing dilakukan untuk meneliti kembali data yang dikumpulkan untuk mengetahui apakah hasil penelitian sudah cukup layak. Umumnya *editing* dilakukan terhadap nilai pengukuran dengan memastikan tidak terjadi kesalahan penulisan atau nilai yang hilang. Dengan proses *editing* ini diharapkan akan dapat meningkatkan keandalan (*reliability*) data yang akan diolah dan dianalisis.

b. Pemberian Kode (*coding*)

Coding merupakan usaha untuk mengklasifikasikan kategori intervensi yang dilakukan. Tujuannya adalah untuk mengklasifikasikan kategori jenis wadah dan cara penyimpanan sehingga dapat memudahkan dalam melakukan analisis atau pembahasan hasil penelitian.

c. Pembersihan Data (*cleaning*)

Cleaning data dilakukan untuk membersihkan kesalahan-alahan yang bisa saja terjadi selama proses penginputan dan *ing* data.

d. Penginputan Data (*entry*)

Entry adalah penginputan data yang diperoleh dari hasil pengukuran kadar yodium pada garam. Setelah *cleaning* dilakukan,



data diinput ke dalam masing-masing variabel dengan menggunakan program statistik atau biasa yang digunakan adalah SPSS.

e. Pemindahan Data (*tabulating*)

Tabulating ialah proses pengolahan data yang sudah diolah atau dianalisis yang disajikan dalam bentuk tabel. Dalam melakukan *tabulating*, diperlukan ketelitian agar tidak lagi terjadi kesalahan. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan program SPSS dan *Microsoft Office*.

2.9.2. Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini menggunakan dua metode, antara lain:

a. Analisis Univariat

Analisis univariat digunakan untuk menghitung rata-rata, standar deviasi, dan rentang kadar yodium untuk setiap kategori cara penyimpanan dan jenis wadah.

b. Analisis Bivariat

Analisis bivariat berupa uji *paired t-test* dan *ANOVA*. Uji *paired t-test* bertujuan untuk melihat perbedaan kadar yodium sebelum dan setelah penyimpanan dalam kelompok yang sama. Jika $p \leq 0,05$, maka perbedaan antara dua kelompok dianggap signifikan. Artinya, terdapat perbedaan kadar yodium sebelum dan setelah penyimpanan. Namun, jika $p > 0,05$, maka perbedaan antara dua kelompok dianggap tidak signifikan.

Sementara uji *ANOVA* bertujuan untuk menentukan apakah ada perbedaan signifikan kadar yodium di antara kelompok berdasarkan jenis wadah atau cara penyimpanan. Jika $p \leq 0,05$, maka terdapat perbedaan signifikan di antara rata-rata kelompok yang diuji. Namun, jika nilai $p > 0,05$, maka tidak terdapat perbedaan signifikan diantara rata-rata kelompok yang diuji. Jika hasil *ANOVA* signifikan, dapat dilanjutkan dengan uji *post-hoc turkey B* untuk menentukan kelompok mana yang berbeda secara signifikan.

2.10 Penyajian Data

Data yang telah dianalisis disajikan dalam bentuk tabel dan narasi membahas pengaruh jenis wadah dan cara penyimpanan terhadap kadar yodium pada garam konsumsi.

