



Analysis of Quality and Metal Contamination in Consumption of Iodized Salt to Guarantee the Quality of Salt Circulating in Society

¹Fathia Nuha Salsabila✉, Nuni Widiarti, ²Windarti, Pradia Paundradewa Jayawardana, ³Pudhi Listyorini

¹ Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

² Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB), Jalan Brigjen Sudiarto No.327 Pedurungan Kidul Telp. (024)76413336 Semarang 50192

³ Dinas Perindustrian dan Perdagangan Provinsi Jawa Tengah, Jalan Pahlawan No. 4 Pleburan Telp. (024)8419826 Semarang 50241

Info Artikel

Diterima : 21-07-2023

Disetujui : 21-08-2023

Dipublikasikan : 31-08-2023

Keywords:

Cemaran Logam
Garam Konsumsi Beriodium

Abstrak

Garam merupakan sumber elektrolit dan iodium yang sangat penting bagi tubuh manusia. Garam konsumsi yang akan beredar ke masyarakat harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Penjaminan kualitas garam konsumsi beriodium dapat dilakukan dengan analisis kimia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian standar mutu garam konsumsi beriodium yang akan diedarkan ke masyarakat dengan SNI. Metode penelitian ini berdasarkan SNI 3556:2016 antara lain: (1) Analisis kadar air dengan gravimetri; (2) Analisis bagian yang tidak larut dalam air; (3) Kadar NaCl dengan argentometri; (4) Kadar KIO₃ dengan iodometri; (5) Analisis cemaran logam dengan *flame atomic absorption spectrophotometry*. Penelitian ini dilakukan pada tiga bentuk garam yaitu garam kasar, garam halus, dan garam briket. Kadar air ketiga garam memenuhi syarat dengan nilai di bawah 7%. Bagian yang tidak larut pada garam kasar memenuhi syarat, sedangkan garam halus dan garam briket tidak memenuhi syarat dengan nilai di atas 0,5%. Kadar NaCl ketiga garam tidak memenuhi syarat minimal SNI yaitu 94%. Kadar KIO₃ garam kasar tidak memenuhi syarat minimal SNI yaitu 30 mg/kg, sedangkan garam kasar dan briket memenuhi syarat. Cemaran logam Pb dan Cd memenuhi syarat dengan nilai di bawah 10 mg/kg dan 0,5 mg/kg.

Abstract

Salt is a source of electrolytes and iodine which are very important for the human body. Consumption salt that will be circulated to the public must meet the Indonesian National Standard (SNI). Quality assurance of iodized salt consumption can be done by chemical analysis. This study aims to determine the suitability of the quality standards for consumption of iodized salt that will be circulated to the public with SNI. This research method is based on SNI 3556: 2016, including: (1) Gravimetric analysis of water content; (2) Water insoluble analysis; (3) NaCl levels using argentometry; (4) KIO₃ levels by iodometry; (5) Analysis of metal contamination by flame atomic absorption spectrophotometry. This research was conducted on three forms of salt, namely coarse salt, fine salt, and briquette salt. The water content of the three salts meets the requirements with a value below 7%. The part that does not dissolve in coarse salt meets the requirements, while fine salt and briquette salt do not meet the requirements with a value above 0.5%. The NaCl content of the three salts does not meet the minimum SNI requirements, namely 94%. KIO₃ content of coarse salt does not meet the minimum requirements of SNI, namely 30 mg/kg, while coarse salt and briquettes meet the requirements. Pb and Cd metal contamination meets the requirements with values below 10 mg/kg and 0.5 mg/kg.

Pendahuluan

Garam merupakan senyawa kimia dengan unsur utama natrium (40%) dan klorin (60%) yang membentuk kristal menjadi natrium klorida (Dawa *et al.*, 2021). Garam merupakan sumber elektrolit bagi tubuh manusia. Pengetahuan masyarakat tentang pentingnya garam konsumsi beriodium bagi kesehatan masih sangat rendah. Selain rendahnya pengetahuan, hal ini ditambah lagi dengan ketidaktahuan masyarakat mengenai garam yang mengandung iodium cukup atau bahkan tidak mengandung iodium sama sekali (Akbar *et al.*, 2021). Berdasarkan survei terhadap 76 responden pengguna garam konsumsi di desa Geyer yang telah dilakukan oleh penulis pada tahun 2023 menunjukkan bahwa 32,3% masyarakat menggunakan garam halus, 23,7% menggunakan garam kasar, dan 44,1% menggunakan garam briket. Melalui survei ini, terlihat masih terdapat masyarakat menggunakan garam kasar yang terbilang kurang mengandung iodium. Garam kasar masih banyak digunakan karena harganya yang relatif lebih murah. Penggunaan garam halus yang memiliki kualitas lebih baik hanya diketahui oleh beberapa orang saja. Kebanyakan masyarakat memilih menggunakan garam briket karena cita rasanya yang lebih asin dan cukup murah. Hubungan antara bentuk garam dengan kandungan iodiumnya, menunjukkan jika kandungan iodium pada garam halus cukup sedangkan garam briket dan garam kasar memiliki kandungan iodium yang rendah. Garam halus mempunyai kualitas yang terbaik jika dibandingkan dengan garam lainnya sehingga sering digunakan untuk keperluan rumah tangga (Hartini *et al.*, 2019).

Unsur iodium tidak dapat diciptakan manusia di dalam tubuh seperti halnya protein atau gula. Iodium hanya didapatkan dari makanan dan minuman yang dikonsumsi manusia (Fadliani *et al.*, 2020). Setiap hari, tubuh memiliki kebutuhan terhadap iodium sekitar 1-2 µg/kg. Kekurangan iodium dapat mempengaruhi kecerdasan dan tumbuh kembang fisik atau mental (Deglas *et al.*, 2020). Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi pembuatan garam. Garam yang dianalisis pada penelitian ini berasal dari daerah Pantura, karena sebagian masyarakat yang berada di kawasan pesisir laut utara berprofesi sebagai petani garam. Wilayah pesisir identik dengan tempat penggaraman, namun dibalik itu nyatanya pesisir sangat rentan pencemaran karena terdapat banyak limbah seperti Pb dan Cd (Samsiyah *et al.*, 2019). Keberadaan logam tersebut dapat mengganggu kesehatan manusia. Saat logam terakumulasi, lama kelamaan akan berpotensi sebagai bahan toksik dan mengganggu kinerja ginjal, saraf, dan peredaran darah (Nuraeni *et al.*, 2021). Penjaminan kualitas garam konsumsi beriodium dapat diatasi dengan analisis kimia seperti analisis kadar air. Kadar air ialah jumlah air pada sampel yang dihitung berdasarkan penurunan bobot bahan setelah proses pengeringan (Deglas *et al.*, 2020). Selain itu, kemurnian garam ditentukan dari kadar NaCl dalam sampel, dimana hal tersebut sangat menentukan kualitas garam. Garam tidak boleh mengandung pengotor seperti MgCl₂, MgSO₄, CaSO₄, CaCO₃, KBr, dan KCl (Butarbutar *et al.*, 2021). Garam yang diedarkan dalam masyarakat harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Berdasarkan SNI 3556:2016, garam konsumsi beriodium yang baik adalah garam yang memiliki kadar air maksimal 7%, bagian yang tidak larut dalam air maksimal 0,5%, kadar natrium klorida (adbk) minimal 94%, kadar KIO₃ minimal 30 mg/kg, cemaran logam timbal (Pb) maksimal 10 mg/kg, dan cemaran kadmium (Cd) maksimal 0,5 mg/kg.

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, maka dilakukan analisis terhadap garam konsumsi beriodium. Diantaranya penentuan kadar air menggunakan metode gravimetri, bagian tak larut dalam air, kadar NaCl menggunakan metode titrasi argentometri, kadar KIO₃ menggunakan metode titrasi iodometri, serta penetapan cemaran logam Pb dan Cd menggunakan metode *Flame Atomic Absorption Spectrophotometry* (FAAS). Analisis ini dilakukan guna menjamin keamanan masyarakat yang mengonsumsinya.

Metode

Material

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain garam konsumsi beriodium dari daerah Pantura, aquades, AgNO₃ 0,1000 N, NaCl 0,1000 N, K₂CrO₄ 5%, H₂SO₄ 1 N, NaOH 4 N, fenolftalein, HNO₃ pekat, KI 10%, KIO₃ 0,005 N, Na₂S₂O₃.5H₂O 0,005 N, indikator amilum, larutan standar Pb 1000 ppm, dan larutan standar Cd 1000 ppm.

Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Thermo Scientific.

Kadar Air

Analisis kadar air berdasarkan SNI 3556:2016. Botol timbang dikondisikan terlebih dahulu dalam oven pada suhu 110°C selama 1 jam. Sementara itu, garam diletakkan di dalam desikator karena sampel ini cukup sensitif. Setelah botol timbang dioven, didiamkan dulu 15 menit dalam desikator. Botol timbang kosong ditimbang dan dicatat bobotnya. Selanjutnya ditambahkan 20 gram sampel garam, lalu dioven selama 2 jam

dengan suhu. 110°C. Didiamkan 15 menit dalam desikator dan ditimbang. Kemudian dioven kembali selama 1 jam pada suhu 110°C. Didiamkan 15 menit dan ditimbang. Jika bobot belum konstan, dioven kembali hingga mendapatkan bobot yang konstan. Setiap sampel dilakukan secara duplo.

Bagian yang Tidak Larut dalam Air

Analisis bagian tidak larut dalam air berdasarkan SNI 3556:2016. Cawan dan kertas saring dikondisikan terlebih dahulu dengan suhu 110°C selama 1 jam. Selanjutnya didiamkan 15 menit, ditimbang cawan dan kertas saringnya, serta dicatat bobotnya. Di lain sisi, dilakukan preparasi sampel dengan menimbang 100 gram garam dalam gelas piala 500 mL kemudian ditambahkan 350 mL aquades. Larutan dipanaskan sampai mendidih sembari diaduk. Setelah larut semua, dilakukan pendinginan dan penyaringan dengan kertas saring yang telah dikondisikan sebelumnya. Endapan kemudian dioven dengan suhu 110°C selama 1 jam. Didinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang sebagai bobot sesudah pengeringan. Setiap sampel dilakukan secara duplo.

Penentuan Kadar NaCl

Analisis kadar NaCl berdasarkan SNI 3556:2016. Analisis kadar NaCl dilakukan dengan menimbang 50 gram garam kemudian dilarutkan dalam 200 mL aquades, diaduk kemudian disaring. Filtrat ditampung dalam labu 500 mL dan ditepatkan hingga tanda batas. Selanjutnya, filtrat diambil 2 mL dan dituangkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL. Larutan diasamkan menggunakan H₂SO₄ 1 N, lalu dinetralkan dengan NaOH 4 N. Campuran selanjutnya diencerkan dengan aquades sampai 100 mL dan ditambahkan 1 mL K₂CrO₄. Titrasi dengan AgNO₃ 0,1 N hingga tercapai titik akhir titrasi berwarna merah bata. Setiap sampel dilakukan secara duplo.

Penentuan Kadar Iodium sebagai KIO₃

Analisis kadar Iodium sebagai KIO₃ berdasarkan SNI 3556:2016. Analisis kadar KIO₃ dilakukan dengan menimbang 25 gram garam kemudian dilarutkan dalam 75 mL aquades. Ditambahkan 2 mL H₂SO₄ 2 N, 5 mL larutan KI 10%, lalu didiamkan selama 10 menit pada tempat yang gelap untuk mengoptimalkan reaksi. Titrasi dengan Na₂S₂O₃·5H₂O 0,005 N hingga warna kuning hilang. Selanjutnya ditambahkan 2 mL indikator amilum dan dilanjutkan titrasinya hingga tercapai titik akhir titrasi, ditandai dengan warna biru gelap yang berubah menjadi tidak berwarna. Setiap sampel dilakukan secara duplo.

Cemaran Logam

Analisis cemaran logam berdasarkan SNI 3556:2016. Analisis cemaran logam dilakukan dengan menimbang 10 gram garam dilarutkan dalam 80 mL aquades. Diasamkan dengan HNO₃ pekat hingga pH < 2. Sampel dimasukkan dalam labu ukur 100 mL dan ditepatkan hingga tanda batas. Larutan blanko dibuat dengan prosedur yang sama. Terakhir dipindahkan sampel dan blanko ke dalam botol sampel. Lalu dilakukan analisis cemaran logam Pb dan Cd dengan *Flame Atomic Absorption Spectroscopy* (FAAS). Absorbansi larutan standar dan larutan sampel dibaca menggunakan FAAS pada panjang gelombang maksimum Cd 228,8 nm dan Pb 283,3 nm. Digunakan blanko standar berupa HNO₃. Injeksi masing-masing larutan dilakukan sesuai dengan perintah dalam program *Flame Atomic Absorption Spectroscopy* (FAAS). Setiap pergantian larutan akan diinjeksi terlebih dahulu dengan aquabides. Selanjutnya, membuat kurva kalibrasi antara absorbansi pada sumbu vertikal (y) dan konsentrasi logam (µg/mL) pada sumbu horizontal (x). Dihitung kadar logam Pb dan Cd dalam sampel.

Hasil dan Pembahasan

Kadar Air

Kadar air ialah penurunan bobot sampel setelah dikeringkan dengan metode tertentu. Analisis kadar air dapat dilakukan dengan metode gravimetri. Prinsipnya yaitu menguapkan air dalam sampel dengan pengovenan, kemudian ditimbang sampai bobot konstan. Metode yang digunakan untuk pengujian ini menggunakan temperatur rendah dengan suhu 110±2°C (Deglas *et al.*, 2020). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 3556:2016 mengenai garam konsumsi beriodium, maksimal kadar air yaitu 7%. Jika kadar air melebihi standar, produk akan mudah mengalami kerusakan karena pertumbuhan mikroorganisme (Hayati & Hafiludin, 2023). Tingginya kadar air mendukung khamir, kapang, dan bakteri mudah berkembang biak sehingga menyebabkan perubahan pada bahan pangan. Hasil perhitungan kadar air garam konsumsi beriodium disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Kadar Air

%	Garam Kasar	Garam Halus	Garam Briket
Simplo	1,874	1,816	1,136
Duplo	1,884	1,940	0,913
Rata-rata	1,879	1,878	1,025

Berdasarkan hasil perhitungan kadar air, rata-rata sampel garam kasar diperoleh 1,879%, sampel garam halus 1,878%, dan sampel garam briket 1,025%. Hasil ini menunjukkan bahwa garam briket memiliki kadar air yang lebih rendah daripada garam kasar dan garam halus. Hasil analisis ketiga jenis garam tersebut lebih rendah dari syarat maksimal kadar air garam konsumsi beriodium yang terdapat pada SNI 3556:2016. Tinggi dan rendahnya kadar air diakibatkan oleh faktor teknis selama proses produksi. Jika zat pengotor dalam garam masih tinggi maka dapat menyebabkan kadar air cukup tinggi (Kurniawati, 2023). Sedangkan jika proses produksi garam telah melalui pengeringan dengan tabung pengering dan pemanasan suhu tertentu maka kadar air akan rendah. Rendahnya kadar air garam dipengaruhi oleh intensitas sinar matahari pada lahan garam yang cukup sehingga dapat menguapkan air yang terdapat pada kristal garam (Mautuka *et al.*, 2023). Ketiga sampel garam mengandung kadar air yang rendah sehingga perkembangan bakteri pembusuk yang ada dalam garam melambat dan tidak membahayakan kesehatan (Kapho *et al.*, 2022). Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa kadar air dari ketiga sampel garam memenuhi standar garam konsumsi beriodium dan aman jika dikonsumsi oleh masyarakat.

Bagian yang Tidak Larut dalam Air

Bagian yang tidak larut dalam air pada sampel garam merupakan zat pengotor yang masih tersisa setelah proses pelarutan seperti pasir, sampah, plastik, dan lain-lain. Prinsip dari analisis ini adalah sampel yang akan diuji dilarutkan dalam aquades kemudian disaring menggunakan gelas penyaring. Zat pengotor pada sampel akan tersisa pada saat proses penyaringan. Setelah dikeringkan pada oven, zat pengotor akan ditimbang dan hasil tersebut dianggap sebagai bagian yang tidak larut dalam air. Kemurnian dan kualitas garam akan terganggu karena zat pengotor atau impuritis (Shaputra & Apriani, 2022). Hasil perhitungan bagian yang tidak larut dalam air garam konsumsi beriodium disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Bagian yang Tidak Larut dalam Air

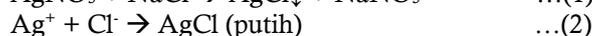
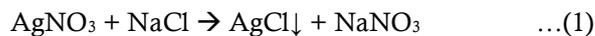
%	Garam Kasar	Garam Halus	Garam Briket
simplo	0,382	1,381	1,203
duplo	0,434	2,765	0,261
rata-rata	0,408	2,073	0,732

Berdasarkan hasil perhitungan bagian yang tidak larut dalam air, rata-rata sampel garam kasar diperoleh 0,408%, sampel garam halus 2,073%, dan sampel garam briket 0,732%. Hal ini menunjukkan bahwa bagian yang tidak larut dalam air pada garam kasar lebih bagus daripada garam halus dan garam briket. Bahkan persentase bagian yang tidak larut dalam air pada sampel garam halus dan garam briket tidak memenuhi standar garam konsumsi beriodium berdasarkan SNI 3556:2016 yaitu maksimal 0,5%. Pada saat pelarutan, terlihat jika larutan garam halus dan briket lebih coklat dan keruh jika dibandingkan dengan garam kasar. Selain itu, terlihat adanya pengotor seperti plastik dan pasir. Pengotor menyebabkan tampilan garam menjadi kecoklatan karena mengandung lumpur (Rauhailah, 2019). Salah satu penyebab bagian yang tidak larut pada garam memiliki persentase tinggi yaitu proses pembuatan. Pembuatan garam dengan cara sederhana dilakukan dengan menampung air laut di tambak lalu dikeringkan dengan panas matahari hingga mengkristal. Dengan cara tersebut memungkinkan kristal garam yang terbentuk bercampur dengan pengotor atau mineral lain yang terlarut dalam air laut.

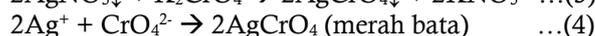
Penggunaan proses pengeringan dan pencucian pada industri kecil dan menengah tidak cukup untuk memproduksi garam yang berkualitas tinggi sehingga kenampakan garam tersebut kotor (Rauhailah, 2019). Sebagian besar petani garam di Indonesia tidak mengetahui cara memurnikan garam untuk menghilangkan pengotornya sehingga kualitas garam belum memenuhi standar. Oleh karena itu, petani garam harus mengetahui cara memperbaiki tampilan fisik garam (bersih dan kering), menghilangkan zat pengotor higroskopis, lumpur, serta zat pereduksi pada garam. Penambahan koagulan menjadi salah satu solusi untuk mempercepat pengendapan pengotor pada garam. Penghilangan pengotor dapat menggunakan koagulan biopolimer untuk mempercepat laju pembentukan kristal garam. Koagulan biopolimer digunakan karena termasuk zat yang mempercepat aglomerasi partikel dan memisahkan partikel dari medium larutannya (Putri *et al.*, 2020).

Penentuan Kadar NaCl

Penentuan kadar NaCl ini dengan metode titrasi argentometri yang menggunakan AgNO_3 sebagai titran. Titrasi argentometri dilakukan untuk mengetahui kandungan Cl^- pada bahan pangan, salah satunya adalah garam. Sampel garam yang telah ditambahkan K_2CrO_4 dititrasi dengan AgNO_3 . AgNO_3 akan bereaksi dengan NaCl membentuk endapan AgCl berwarna putih seperti yang disajikan pada persamaan (1) dan (2).



Titrasi ion klorida dilakukan dengan larutan standar AgNO_3 dan indikator K_2CrO_4 5%. Ketika ion Cl^- telah mengendap sempurna, akan muncul endapan perak kromat merah bata yang terbentuk oleh reaksi larutan AgNO_3 berlebih dengan CrO_4^{2-} seperti yang disajikan pada persamaan (3) dan (4). Endapan putih yang berubah menjadi merah bata ini menunjukkan adanya kadar Cl^- dalam sampel (Santoso *et al.*, 2018).



Hasil perhitungan kadar NaCl garam konsumsi beriodium disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Kadar NaCl

%	Garam Kasar	Garam Halus	Garam Briket
simplo	36,407	87,267	86,081
duplo	44,107	88,562	92,215
rata-rata	40,257	87,915	89,648

Berdasarkan hasil perhitungan kadar NaCl, rata-rata sampel garam kasar diperoleh 40,257%, garam halus 87,915%, dan garam briket 89,648%. Hasil analisis ketiga jenis garam tersebut lebih rendah dari syarat minimum kadar NaCl garam konsumsi beriodium yang terdapat pada SNI 3556:2016 yaitu minimal 94%. Bahkan untuk garam kasar hasilnya sangat jauh dari batas minimal kadar NaCl. Kadar NaCl yang rendah ini dapat dipengaruhi oleh bahan baku dan kandungan garam tersebut. Air laut merupakan bahan utama pembuatan garam sehingga kemungkinan besar garam yang dihasilkan memiliki kandungan garam yang berbeda. Hal tersebut diakibatkan oleh salinitas air laut yang berbeda-beda. Terdapat banyak hal yang mempengaruhinya antara lain suhu, curah hujan, kelembaban, intensitas cahaya matahari, dan lain-lain (Suhana, 2018). Selain bahan baku garam, kandungan garam juga mempengaruhi kadar NaCl. NaCl memiliki pengotor berupa air, MgCl_2 , MgSO_4 , CaCl_2 , dan CaSO_4 . Adanya kandungan magnesium dapat mengurangi kandungan NaCl dalam garam, sehingga garam dianggap kurang berkualitas (Deglas *et al.*, 2020).

Kadar NaCl yang rendah pada garam dapat menyebabkan penyakit hiponatremia, yang terjadi karena kadar natrium dalam darah di bawah batas normal. Selain itu, kadar natrium yang rendah juga menyebabkan prognosis buruk pada gagal jantung akut (Vitasari *et al.*, 2018). Dikarenakan pengaruhnya yang sangat penting untuk kesehatan maka proses pembuatan garam harus diperhatikan agar kadar NaCl dalam garam sesuai dengan kualitas standar. Untuk menghasilkan kadar NaCl yang lebih tinggi dan sesuai dengan SNI 3556:2016, para petani garam dapat melakukan peningkatan kualitas garam dengan berbagai metode seperti rekristalisasi, pencucian, dan penggunaan plastik *High Density Polyethylene* (HDPE). Untuk membuat garam dengan kandungan NaCl di atas 95%, dapat dilakukan pencucian. Namun, metode pencucian hanya mencuci garam dengan larutan garam yang bersih sehingga impuritis di permukaan garam dapat terpisah. Oleh karena itu, pencucian tidak cukup karena pengotor garam terdapat dalam kisi kristal garam, sehingga diperlukan pemurnian dengan kristalisasi (Umam, 2019).

Garam dapat dimurnikan terlebih dahulu dengan rekristalisasi. Rekristalisasi digunakan untuk memurnikan padatan dan memisahkannya dari impuritis padatan lainnya. Pada prinsipnya, zat yang akan dimurnikan dilarutkan dalam air panas dan kemudian diuapkan. Bahan pengotor yang mudah larut akan tetap berada dalam larutan, tetapi bahan pengotor yang tidak larut akan disaring (Dinnur & Efendy, 2020). Bahan pengotor bervariasi dalam bentuk dan ukuran dengan kristal sehingga tidak menyatu di dalam atau di luar kristal yang menyebabkan kemurnian kristal dapat tercapai. Maka, proses rekristalisasi dapat menghasilkan produk kristal yang murni tanpa pengotor. Ditemukan inovasi baru untuk memperbaiki proses produksi garam yaitu dengan teknologi geomembran dengan menggunakan plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) (Pramudia *et al.*, 2023). Penggunaan plastik HDPE dimaksudkan untuk memperoleh garam yang bersih dan mempercepat proses kristalisasi sehingga kualitas dan kuantitas garam meningkat.

Penentuan Kadar Iodium sebagai KIO_3

Kadar iodium ditentukan dengan titrasi iodometri. Titrasi iodometri adalah metode titrasi tidak langsung, yang berarti sampel tidak langsung dititrasi dengan $Na_2S_2O_3$. Namun untuk menghasilkan iodium, sampel harus terlebih dahulu bereaksi dengan KI berlebih. Hasil perhitungan kadar iodium sebagai KIO_3 garam konsumsi beriodium disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Kadar Iodium sebagai KIO_3

mg/kg	Garam Kasar	Garam Halus	Garam Briket
simplo	20,356	61,033	52,532
duplo	20,941	61,692	51,837
rata-rata	20,649	61,363	52,185

Berdasarkan hasil perhitungan kadar iodium, rata-rata sampel garam kasar diperoleh 20,649 mg/kg, garam halus 61,363 mg/kg, garam briket 52,185 mg/kg. Hasil analisis tersebut menunjukkan kadar iodium pada garam halus lebih tinggi daripada garam briket. Meskipun begitu, kedua bentuk garam tersebut memiliki kadar KIO_3 lebih tinggi dari syarat minimal mutu garam konsumsi beriodium sesuai SNI 3556:2016, yaitu minimal 30 mg/kg. Namun hasil kadar iodium garam kasar tidak mencapai syarat minimal sesuai SNI 3556:2016. Kadar iodium yang rendah pada garam kasar disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya kadar air. Jika kadar air pada garam tinggi, maka iodium yang akan terlepas dan menguap juga akan banyak. Selain itu, proses iodisasi juga mempengaruhi kadar iodium. Jika dilakukan dengan cara semprot, kandungan kalium iodat tidak terdistribusi secara merata sehingga menyebabkan defisiensi iodium. Namun jika dilakukan dengan cara *screw injection*, maka percampuran garam dan kalium iodat akan sempurna (Kurniawati, 2023).

Dalam garam konsumsi beriodium, kalium iodat (KIO_3) merupakan iodium yang sangat penting untuk sintesa hormon tiroid (Adriani *et al.*, 2022). Hormon tiroid dapat mengatur proses metabolisme tubuh. Garam beriodium juga mendukung pertumbuhan otak janin, bayi, dan anak-anak (Primasasti, 2022). Jika garam konsumsi beriodium tidak sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu 30-80 mg/kg, maka dapat mengakibatkan masalah Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI). Kekurangan iodium juga dapat memicu penyakit gondok dan hipotiroid (Nugraheni, 2022). Mengingat fungsinya yang sangat penting, para petani garam harus meningkatkan kualitas garam sebelum diedarkan dalam masyarakat agar tidak mempengaruhi kesehatan masyarakat. Berdasarkan ketentuan pemerintah mengenai standar garam, garam harus difortifikasi dengan kalium iodat (KIO_3) serta kalium iodida (KI) sebesar 30-80 ppm. Ketika dikeringkan dalam oven, kandungan iodium pada garam akan berkurang. Maka, dalam proses iodisasi, kandungan kalium iodat harus ditambahkan sekitar 25% dari kandungan yang seharusnya dibuat (Hartati *et al.*, 2013). Sistem pencampuran KIO_3 dengan garam dapat dilakukan petani garam dengan metode *screw injection* agar kadar KIO_3 lebih optimal. KIO_3 dimasukkan ke dalam pipa aliran garam dan dipompa dengan *screw pump* kemudian NaCl dan KIO_3 akan bercampur secara sempurna. Berdasarkan penelitian Kurniawati (2023), iodisasi dengan sistem *screw injection* terbukti dapat meningkatkan kadar iodium dalam garam. Para petani garam harus memperhatikan syarat yang telah ditetapkan pemerintah agar garam yang dihasilkan memenuhi standar.

Cemaran Logam

Analisis cemaran logam menggunakan *Flame Atomic Absorption Spectroscopy* (FAAS). Berdasarkan SNI 3556:2016, prinsip dari analisis ini yaitu sampel uji dilarutkan dengan aquades dan dianalisis menggunakan *Flame Atomic Absorption Spectroscopy* dengan panjang gelombang maksimal cadmium (Cd) 228,8 nm dan timbal (Pb) 283,3 nm.

Adanya logam berat dalam garam sangat berbahaya bagi kesehatan tubuh. Logam Pb dapat memberikan efek racun terhadap fungsi organ tubuh. Keracunan Pb pada manusia bersifat akut, ditandai dengan 3P yaitu *pain* (sakit), *paralysis* (kelumpuhan), dan *pallor* (pucat) (Khaira, 2017). Pada anak-anak, keracunan Pb ditandai dengan berkurangnya tingkat kecerdasan, sakit perut, sulit bicara, nafsu makan berkurang, gangguan pertumbuhan otak, dan koma. Kandungan kadmium dalam tubuh juga dapat membawa efek buruk terhadap kesehatan seperti kanker payudara, gangguan pernafasan, gagal ginjal, hingga kematian (Istarani *et al.*, 2014). Dalam tubuh manusia, kadmium paling sering membuat kerusakan pada ginjal, hati, gonad, paru-paru, dan tulang (Wamaulana *et al.*, 2022). Hasil perhitungan kadar logam Pb dan Cd garam konsumsi beriodium disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Cemaran Logam Pb

mg/kg	Garam Kasar	Garam Halus	Garam Briket
simplo	5,619	0,619	0,585
duplo	6,529	0,549	0,483
rata-rata	6,074	0,584	0,534

Tabel 6. Cemaran Logam Cd

mg/kg	Garam Kasar	Garam Halus	Garam Briket
simplo	0,018	0,159	0,134
duplo	0,008	0,176	0,134
rata-rata	0,013	0,168	0,134

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa garam kasar, garam halus, dan garam briket memiliki kadar logam timbal (Pb) dan cadmium (Cd) dibawah limit deteksi dan telah memenuhi syarat mutu garam konsumsi beriodium. Kadar logam yang terdeteksi pada pembacaan alat *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) tidak melewati persyaratan maksimum SNI 3556:2016, yaitu maksimal 10,0 mg/kg untuk timbal (Pb) dan maksimal 0,5 mg/kg untuk kadmiun (Cd). Meskipun analisis timbal dan kadmiun dalam sampel telah memenuhi syarat mutu dan terhitung rendah, namun dalam sampel tersebut tetap ditemukan kandungan Pb dan Cd sehingga harus mencari upaya untuk menurunkan kadar logam tersebut. Penambahan bahan organik dapat membantu mengurangi logam berat. Menurut penelitian Yusbarina dan Marlianis (2013), kadar limbah logam Pb dapat dikurangi dengan metode khelasi belimbing wuluh. Untuk mengurangi sifat dan efek negatif logam dalam bahan makanan, logam akan terikat dengan zat organik dalam bentuk ikatan kompleks. Dari penelitian terbukti bahwa cara tersebut dapat menurunkan kadar logam Pb. Oleh karena itu, para petani garam harus terus mengontrol dan mengupayakan perbaikan terhadap proses produksi garam agar kadar timbal dan kadmiun tidak meningkat.

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis mutu dan cemaran logam pada sampel garam konsumsi beriodium dapat disimpulkan bahwa pada ketiga jenis garam konsumsi beriodium yang dianalisis masih terdapat parameter yang belum sesuai dengan syarat mutu berdasarkan SNI 3556:2016 sehingga harus terus dikontrol dan diperbaiki proses produksinya. Para petani garam harus mengupayakan perbaikan terhadap setiap detail proses produksi garam agar kualitas garam yang dihasilkan sesuai dengan syarat mutu berdasarkan SNI 3556:2016. Di sisi lain, masyarakat harus selektif dalam memilih garam konsumsi beriodium yang akan dikonsumsi, karena hal tersebut sangat mempengaruhi kesehatan fisik maupun mental.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB) Semarang yang telah memberikan ruang dan tempat untuk ikut serta dalam penelitian garam konsumsi beriodium. Terima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini sehingga penelitian ini dapat dituangkan dalam bentuk tulisan dan diinformasikan kepada seluruh masyarakat Indonesia.

Daftar Referensi

- Adriani, A., & Ria Ranti, S. (2022). Analisis Kalium Iodat (KIO_3) dalam Garam Dapur Produksi Kuala Bau Aceh Selatan. *Jurnal Sains & Kesehatan Darussalam*, 2(2), 29-35. <https://doi.org/10.56690/jskd.v2i2.59>
- Akbar, H., Hamdani Nur, N., Sarman., Paundanan, M. (2021). Pengetahuan Ibu Berkaitan Dengan Penggunaan Garam Beryodium di Tingkat Rumah Tangga di Desa Muntoi Kecamatan Passi Barat. *Info Kesehatan*, 11(2), 389-390.
- Butarbutar, R., Amna, U., & Fajri, R. (2021). Analisis Cemaran Logam Berat pada Garam Konsumsi Beryodium Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 2(2), 18-22. <https://doi.org/10.33059/jq.v3i2.7195>
- Dawa, U., Lakapu, M., & Fallo, R. (2021). Analisis Mutu Garam Masak Tradisional Pada Kelompok Tiberias di Kelurahan Oesapa Barat, Kota Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*, 2(2), 154-162.

- Deglas, W., & Yosefa, F. (2020). Pengujian Kadar Yodium, NaCl dan Kadar Air Pada Dua Merek Garam Konsumsi. *Jurnal Pertanian dan Pangan*, 2(1), 16-21.
- Dinnur, I., & Efendy, M. (2020). Penerapan Good Manufacturing Practices (GMP) dalam Produksi Garam Konsumsi Beryodium si UKM Brondong Lamongan. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i1.6668>
- Fadliani, A. N., Damayanti, A. A., Rahman, I. (2020). The Effect of Adding Iodine to the Feed to Increase Growth and Survival Rate of Carp Seeds (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Biologi Tropis*, 20(2), 314-319. <https://doi.org/10.29303/jbt.v20i2.1698>
- Hartati, R., Supriyo, E., & Zainuri, M. (2013). Yodisasi Garam Rakyat dengan Sistem *Screw Injection*. *Gema Teknologi*, 17(4). <https://doi.org/10.14710/gt.v17i4.8935>
- Hartini, D., Sartono, A., Mufnaetty. (2019). Kualitas dan Cara Pengelolaan Garam Iodium Keluarga. *Jurnal Gizi*, 8(1), 21. <https://doi.org/10.26714/jg.8.1.2019.%25p>
- Hayati, C. N., & Hafiludin, H. (2023). Karakteristik Kimia (Kadar Air, TVB-N, dan Protein) pada Produk Perikanan di BPMHP Semarang. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 4(1), 13-20. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v4i1.17389>
- Istarani, F., & Pandebesic, E. (2014). Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(1), 53-58.
- Kapoh, M., Dewi, J., Wibawa, A. S., Sipahutar, Y., & Sirait, J. (2022). Penambahan Kadar Garam Terhadap Mutu Sensori, Kadar Air, dan Kadar Garam Produk Terpilih Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Prosiding Simposium Nasional IX Kelautan dan Perikanan*, 9, 85-92. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/proceedingsimnaskp/article/view/22579>
- Khaira, K. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Cabai Merah (*capsicum annum* l) yang Beredar di Pasar Batusangkar. *Journal of Sainstek*, 9(2), 94-102. <http://dx.doi.org/10.31958/js.v9i2.786>
- Kurniawati, N. (2023). Analisis Kadar Air dan Iodium Pada Garam Konsumsi. *Jurnal Multidisipliner Bharasumba*, 2(2), 157-164.
- Mautuka, Z. A., Banik, R. Y., & Karbeka, M. (2023). Analisis Kualitas Garam Tradisional di Desa Mausamang Kecamatan Alor Timur. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(1), 609-614. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7554211>
- Nugraheni, H. P. (2022). GAKY (Gangguan Akibat Kekurangan Yodium): Sebuah Endemi yang Terabaikan. Diakses tanggal 12 Juli 2023 dari https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/1935/gaky-gangguan-akibat-kekurangan-yodium-sebuah-endemi-yang-terabaikan
- Nuraeni, A., Samosir, A., & Sulistiono. (2021). Logam Berat Timbal (Pb) Pada Hati Ikan Patin (*Pangasius djambal*) di Waduk Saguling, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 12(2), 113-123. <https://doi.org/10.24319/jtpk.12.113-123>
- Pramudia, Z., Aziz Amin, A., Tiya Yanuar, A., Misbakudin Al Zamzami, I., Kurniaty, R., Agung Lestariadi, R., Mariya Ulfa, S., & Kurniawan, A. (2023). Induksi Metode Continuously Dynamic Mixing (Cdm) Untuk Optimasi Produksi Garam Dengan Teknologi Greenhouse Salt Tunnel (Gst) Di Pesisir Selatan Kabupaten Malang. *Journal of Innovation and Applied Technology*, 9(1), 49-56.
- Primasasti, A. (2022). Sering Diremehkan, Inilah Pentingnya Garam Beryodium. Diakses tanggal 12 Juli 2023 dari <https://surakarta.go.id/?p=26522#:~:text=Selain%20itu%20garam%20beriodium%20juga,sangat%20dianjurkan%20oleh%20Kementerian%20Kesehatan.>

- Putri, E. F. A., Jannah, M., & Wicaksono, M. W. (2020). Mahasiswa FMIPA Menemukan Konsep Untuk Atasi Masalah Garam di Indonesia. Diakses tanggal 12 Juli 2023 dari <https://prasetya.ub.ac.id/mahasiswa-fmipa-menemukan-konsep-untuk-atasi-masalah-garam-di-indonesia/>
- Rauhailah, D. (2019). Pengaruh Jenis dan Dosis Koagulan Pada Pemurnian Garam Krosok. Diakses dari http://repository.unpas.ac.id/43397/1/DIAH%20AYU%20ASMARA%20RAUHAILAH_143020365_TEKNOLOGI%20PANGAN.pdf
- Samsiyah, N., Moelyaningrum, A. D., & Ningrum, P. T. (2019). Garam Indonesia Berkualitas: Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Garam. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 11(1), 43-48. <https://doi.org/10.20473/jipk.v11i1.11058>
- Santoso, N. F., Primadhamanti, A., & Meilina, N. T. (2018). Penetapan Kadar NaCl Pada Pembuatan Telur Asin Rebus dan Telur Asin Oven dengan Variasi Waktu Penyimpanan Secara Argentometri. *Jurnal Analisis Farmasi*, 3(3), 209-214. <https://doi.org/10.33024/jaf.v3i3.2808>
- Shaputra, A. W., & Apriani, R. (2022). Effect of Tandem Flocculation Agent System on Lime Mud NPE (Non Process Element). *Eksergi*, 19(3), 110-116. <https://doi.org/10.31315/e.v19i3.7893>
- SNI 3556:2016. Garam Konsumsi Beriodium. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Suhana, M. P. (2018). Karakteristik Sebaran Menegak dan Melintang Suhu dan Salinitas Perairan Selatan Jawa. *Dinamika Maritim*, 6(2), 9-11.
- Umam, F. U. (2019). Pemurnian Garam dengan Metode Rekristalisasi di Desa Bunder Pamekasan untuk Mencapai SNI Garam Dapur. *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*, 5(1), 24-27. <https://doi.org/10.21107/pangabdhi.v5i1.5161>
- Vitasari, V., Uddin, I., & Sofia, S. N. (2018). Hiponatremia Sebagai Prediktor Mortalitas Gagal Jantung Studi Kasus di RSUP dr. Kariadi Semarang. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 7(2), 1585-1595.
- Wamaulana, F., Hasyimuddin, H., & Fakhrudin, A. (2022). Analisis Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Sampel Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT) di BBKP Makassar. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 2(2), 53-58. <https://doi.org/10.24252/filogeni.v2i2.29379>
- Yusbarina., & Marlianis. (2013). Penurunan Kadar Limbah Logam Timbal (Pb) dengan Metode Khelasi Menggunakan Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi). *Jurnal Photon*, 4(1), 1-8.