

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA GARAM DARI HASIL SAMPING
PRODUKSI KISTA *Artemia salina* DENGAN PADAT TEBAR YANG
BERBEDA**

**PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SALT FROM
Artemia salina CYST CULTURE BY-PRODUCT WITH DIFFERENT
DENSITY**

PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN



OLEH :

MOHAMAD AKMAL ALWI HUSEIN

MADIUN – JAWA TIMUR

**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

Surat Pernyataan Keaslian Karya Tulis Skripsi

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Mohamad Akmal Alwi Husein
 NIM : 141811233022
 Tempat, tanggal lahir : Sidoarjo, 29 Agustus 2000
 Alamat : Jalan Bawono Manis No.5, RT. 31 RW. 08, Manisrejo
 Kec. Taman, Kota Madiun
 Judul Skripsi : Karakteristik Fisik dan Kimia Garam dari Hasil
 Samping Produksi Kista *Artemia Salina* dengan Padat
 Tebar yang Berbeda
 Pembimbing : 1. Wahyu Tjahjaningsih, Ir., M.Si.
 2. Dr. Eng. Patmawati, S.Pi., M.Si.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil tulisan laporan Skripsi yang saya buat adalah murni hasil karya saya sendiri (bukan plagiat) yang berasal dari Dana Penelitian : ~~Mandiri~~ / Proyek Dosen / Hibah / PKM (coret yang tidak perlu). Di dalam skripsi / karya tulis ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan atau gagasan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri tanpa memberikan pengakuan pada penulis aslinya, serta kami bersedia:

1. Dipublikasikan dalam Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga;
2. Memberikan izin untuk mengganti susunan penulis pada hasil tulisan skripsi ini sesuai dengan peranan pembimbing skripsi;
3. Diberikan sanksi akademik yang berlaku di Universitas Airlangga termasuk pencabutan gelar kesarjanaan yang telah diperoleh (sebagaimana diatur di dalam Pedoman Pendidikan Unair 2010/2011 Bab. XI pasal 38-42), apabila dikemudian hari terbukti bahwa saya ternyata melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain yang seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri

Demikian surat pernyataan yang saya buat ini tanpa ada unsur paksaan dari siapapun dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Madiun, 16 Juni 2022

Yang membuat pernyataan,



Mohamad Akmal Alwi Husein
 NIM. 141811233022

**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA GARAM DARI HASIL SAMPING
PRODUKSI KISTA *Artemia salina* DENGAN PADAT TEBAR YANG
BERBEDA**

**PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SALT FROM
Artemia salina CYST CULTURE BY-PRODUCT WITH DIFFERENT
DENSITY**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan
Pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan
Kelautan Universitas Airlangga**

Oleh :

MOHAMAD AKMAL ALWI HUSEIN

NIM. 141811233022

Menyetujui,
Komisi Pembimbing

Dosen Pembimbing Pertama



Wahyu Tjahjaningsih, Ir., M.Si.
NIP. 19580914 198601 2 001

Dosen Pembimbing Kedua



Dr. Eng. Patmawati, S.Pi., M.Si.
NIP. 19880321 201903 2 013

**KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA GARAM DARI HASIL SAMPING
PRODUKSI KISTA *Artemia salina* DENGAN PADAT TEBAR YANG
BERBEDA**

**PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SALT FROM
Artemia salina CYST CULTURE BY-PRODUCT WITH DIFFERENT
DENSITY**

Oleh :

MOHAMAD AKMAL ALWI HUSEIN
NIM. 141811233022

Telah diujikan pada
Tanggal Ujian : 29 Agustus 2022

KOMISI PENGUJI

Ketua : Dr. Ahmad Shofy Mubarak, S.Pi., M.Si.
Sekretaris : Dr. Adriana Monica Sahidu, Ir., M.Kes.
Anggota : Dwi Yuli Pujiastuti, S.Pi., M.P., M.Sc.
Wahju Tjahjaningsih, Ir., M.Si.
Dr. Eng. Patmawati, S.Pi., M.Si.

Surabaya,
Fakultas Perikanan dan Kelautan
Universitas Airlangga
Dekan,



Prof. Ir. Moch. Amin Alamsjah, M. Si., Ph.D.
NIP. 19700116 199503 1 002

RINGKASAN

MOHAMAD AKMAL ALWI HUSEIN. Karakteristik Fisik dan Kimia Garam dari Hasil Samping Produksi *Artemia salina* dengan Padat Tebar yang Berbeda. Dosen Pembimbing Wahyu Tjahjaningsih, Ir., M.Si. dan Dr. Eng. Patmawati, S.Pi., M.Si.

Produksi garam nasional di Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan garam industri yang sesuai dengan standar SNI 8207:2016 tentang garam industri aneka pangan. Salah satu cara untuk mendapatkan garam dengan kualitas lebih baik adalah dengan memanfaatkan air hasil samping kultur *Artemia salina* untuk diproduksi menjadi garam. *A. salina* memiliki kemampuan untuk mereduksi zat pengotor seperti kalsium dan magnesium untuk digunakan sebagai bahan metabolisme dan pembentukan eksoskeleton saat proses *moulting*. Pengujian kualitas garam diperlukan untuk memastikan keamanan produk dari zat-zat berbahaya seperti logam berat timbal, kadmium, raksa, dan arsen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan kepadatan tebar pada produksi kista *A. salina* terhadap karakteristik fisik dan kimia garam yang dihasilkan. Perlakuan dalam penelitian ini yaitu penambahan padat tebar *A. salina* sebesar 1000, 1500, 2000, 2500, dan 3000 ekor per 15 liter. Data hasil uji hedonik dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan uji Kruskal Wallis dengan perangkat software SPSS 26.0 lalu diuji lanjut dengan uji Mann Whitney. Data hasil kadar air, kadar NaCl, kadar bagian tidak larut air, kadar iodium, kadar kalsium dan kadar magnesium dianalisis dengan uji statistik ANOVA menggunakan *Microsoft Excel* lalu diuji lanjut dengan uji BNT. Data pengujian kadar logam berat dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Data hasil pengujian juga dibandingkan dengan SNI 8207:2016 tentang garam industri aneka pangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) pada penambahan padat tebar *A. salina* terhadap karakteristik fisik dan kimia garam yang dihasilkan. Perlakuan terbaik didapatkan kepadatan tebar 3000/15 L karena pada konsentrasi tersebut paling optimal dalam meningkatkan kadar NaCl dengan mereduksi zat pengotor pada garam.

Kata kunci: Garam, *Artemia salina*, NaCl, Kristalisasi

SUMMARY

MOHAMAD AKMAL ALWI HUSEIN. Physical and Chemical Characterization of Salt from *Artemia salina* Cyst Culture By-Product with Different Density. Academic Advisors Wahyu Tjahjaningsih, Ir., M.Si. dan Dr. Eng. Patmawati, S.Pi., M.Si.

Indonesian national salt production has not been able to meet the needs of industrial salt in compliance of Indonesian National Standard (SNI 8207:2016). Better quality salt is could be obtained by crystallization of *Artemia salina* culture by-product. *A. salina* has the ability to reduce impurities such as calcium and magnesium to be used as metabolic materials in the exoskeleton formation during moulting process. Salt quality assessment is necessary to ensure product safety from harmful substances such as heavy metals lead, cadmium, mercury, and arsenic.

This research aimed to determine the effect of density differences on *A. salina* cysts production toward physical and chemical characteristics of salt. The treatments in this research is the addition of *A. salina* densities by 1000, 1500, 2000, 2500, and 3000 per 15 liters. The data results of the hedonic test were analyzed using Kruskal Wallis test with SPSS 26.0 software and then further tested with the Mann-Whitney test. The data results of water content, NaCl content, water insoluble matter content, iodine content, calcium content and magnesium content were analyzed by ANOVA statistical test using Microsoft Excel and then further tested with BNT test. The heavy metal data results analyzed as descriptive quantitative. All test results data were also compared in accordance of SNI 8207:2016.

The results showed that there was a significant effect ($P < 0.05$) on the addition of *A. salina* density toward physical and chemical characteristics of salt. The best treatment obtained was at density of 3000/15 litres because at this concentration optimally increasing NaCl levels by reducing most impurities in salt.

Keywords: Salt, *Artemia salina*, NaCl, Crystallization

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini dengan judul Karakteristik Fisik dan Kimia Garam dari Hasil Samping Produksi Kista *Artemia Salina* dengan Padat Tebar yang Berbeda.. Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya.

Penulis menyadari bahwa penulisan Laporan Skripsi ini masih banyak memiliki kekurangan baik dalam penyusunan maupun penulisan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun untuk peningkatan kesempurnaan penulisan. Penulis berharap semoga laporan Skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan informasi kepada semua pihak, khususnya bagi Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya.

Madiun, 16 Juni 2022

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu untuk kelancaran penulisan laporan skripsi ini. Secara khusus dan tulus, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Moch. Amin Alamsjah, M.Si., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya.
2. Ibu Wahyu Tjahjaningsih, Ir., M.Si., dan Ibu Dr. Eng. Patmawati, S.Pi., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi mulai dari penyusunan usulan hingga selesainya laporan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ahmad Shofy Mubarak, S.Pi., M.Si., Ibu Dr. Adriana Monica Sahidu, Ir., M.Kes., dan Ibu Dwi Yuli Pujiastuti, S.Pi., M.P., M.Sc., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan laporan skripsi.
4. Ibu Endang Dewi Masithah, Ir., M.P., selaku dosen wali yang telah memberikan motivasi dan saran agar terselesaikan laporan skripsi.
5. Seluruh dosen dan staf Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya yang telah banyak membagikan ilmu bermanfaat kepada penulis.
6. Ayahanda Alm. Drs. Mahyusin, S.M., Ibunda Haryuniani, serta Camilla Rizqi Permata selaku kakak kandung yang telah memberikan do'a, motivasi, semangat, dan perhatian kepada penulis.
7. Tim penelitian skripsi meliputi Renyta, Patricia, Karinda, Fajar, Mbak Dayu, Mbak Annisa, dan Mbak Himna yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam pelaksanaan dan penyelesaian skripsi.

8. Sahabat dan rekan dekat penulis Aliffiansyah dan sAinun yang telah menemani, membantu, memberikan dukungan motivasi, saran dan semangat.
9. Rekan-rekan program studi Teknologi Hasil Perikanan (THP) angkatan 2018 yang senantiasa kebersamai dan saling memberikan semangat selama kegiatan penelitian skripsi.
10. Seluruh pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu per satu, yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan dan kontribusi positif kepada penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga.

Penulis menyadari laporan ini memiliki banyak kekurangan dalam penulisan maupun penyusunan, namun penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya rekan-rekan Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya.

Madiun, 16 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Garam.....	6
2.1.1 Penggolongan Garam.....	9
2.1.2 Kualitas Garam	11
2.1.3 Produksi dan Kristalisasi Garam.....	12
2.1.4 Karakteristik Fisik-Kimia Garam	15
2.2 <i>Artemia salina</i>	17
2.2.1 Klasifikasi	17
2.2.2 Morfologi	18
2.2.3 Habitat dan Persebaran	19
2.2.4 Pemanfaatan.....	20
2.2.5 Kultur dan Produksi <i>A. salina</i>	21
2.3 Faktor Pendukung Kultur Kista <i>A. salina</i>	22
2.3.1 Suhu	22
2.3.2 pH.....	23
2.3.3 Kepadatan Tebar	23
2.3.4 Salinitas.....	24
2.3.5 Oksigen Terlarut	25
2.4 Hasil Samping Kultur <i>A. salina</i>	25

III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS	28
3.1 Kerangka Konseptual	28
3.2 Hipotesis.....	33
IV METODOLOGI.....	34
4.1 Tempat dan Waktu	34
4.2 Materi Penelitian	34
4.2.1 Peralatan Penelitian	34
4.2.2 Bahan Penelitian	35
4.3 Metode Penelitian	35
4.3.1 Rancangan Penelitian	35
4.3.2 Variabel Penelitian	36
4.4 Prosedur Kerja	36
4.4.1 Proses Kultur Kista <i>A. salina</i>	36
4.4.2 Pengambilan Sampel	37
4.4.3 Uji Hedonik	38
4.4.4 Uji Kadar Air	39
4.4.5 Uji Kadar Natrium Klorida (NaCl).....	39
4.4.6 Uji Bagian Tidak Larut Air	42
4.4.7 Uji Kadar Iodium.....	43
4.4.8 Uji Kadar Logam.....	45
4.5 Parameter Penelitian	46
4.6 Analisis Data	46
4.7 Diagram Alir Penelitian	47
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	49
5.1 Hasil	49
5.1.1 Karakteristik Fisik.....	50
5.1.2 Karakteristik Kimia.....	52
A. Berat Sampel	53
B. Kadar Air.....	53
C. Kadar Natrium Klorida (NaCl)	54
D. Kadar Bagian Tidak Larut Air	55
E. Kadar Iodium.....	56
F. Kadar Kalsium (Ca).....	56
G. Kadar Magnesium (Mg).....	57
H. Kadar Logam Berat (Pb, Cd, Hg, dan As)	58
5.2 Pembahasan.....	59
VI KESIMPULAN DAN SARAN	71
6.1 Kesimpulan	71
6.2 Saran.....	71

DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	79

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Sifat Fisik Garam Natrium Klorida (NaCl).....	7
Tabel 2. Klasifikasi Kualitas Garam	12
Tabel 3. Persyaratan Mutu Garam Industri Aneka Pangan.....	16
Tabel 4. Hasil Uji Hedonik Garam	50
Tabel 5. Hasil Uji Kimia Garam	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Struktur Kimia Garam	8
Gambar 2. Morfologi <i>A. salina</i>	19
Gambar 3. Kerangka Konseptual Penelitian	32
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian	48
Gambar 5. Sampel Garam	48
Gambar 6. Mekanisme Pengikatan Zat Pengotor dan Peningkatan Kadar NaCl Pada Garam.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar	Halaman
Lampiran 1. Lembar Uji Hedonik.....	79
Lampiran 2. Perhitungan Hasil Uji Hedonik.....	80
Lampiran 3. Perhitungan Hasil Uji Kadar Air	92
Lampiran 4. Perhitungan Hasil Uji Kadar NaCl	96
Lampiran 6. Perhitungan Hasil Uji Kadar Iodium	98
Lampiran 7. Perhitungan Hasil Uji Kadar Kalsium (Ca).....	100
Lampiran 8. Perhitungan Hasil Uji Kadar Magnesium (Mg)	101
Lampiran 9. Perhitungan Hasil Uji Kadar Logam Berat (Pb, Cd, Hg, As).....	102
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian.....	104

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan dengan wilayah perairan yang luas dan memiliki potensi tinggi khususnya dalam sektor produksi garam. Garam telah menjadi komoditi strategis yang dibutuhkan manusia sebagai bahan pangan maupun bahan baku industri (Pakaya dkk., 2015). Pemanfaatan garam tidak hanya terbatas untuk pangan konsumsi, melainkan juga menjadi kebutuhan berbagai macam industri seperti industri penyamakan kulit, industri pakan ternak, industri tekstil dan resin, industri pengeboran minyak, industri sabun dan detergen serta bahan baku industri *Chlor Alkali Plant* (CAP) untuk industri kertas, petrokimia, serta didistribusikan pada industri farmasi dan kosmetik (Putri dkk., 2021). Peningkatan kebutuhan garam terjadi seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan pertumbuhan industri di Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik (2020), kebutuhan garam industri selalu meningkat 5% - 7% setiap tahunnya. Total kebutuhan garam di Indonesia mencapai 4.464.670 ton, sedangkan kebutuhan garam industri mencapai 3.744.655 ton per tahun 2020. Menurut Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, produksi garam industri dalam negeri hanya mampu memenuhi 62% kebutuhan garam industri nasional yaitu sekitar 2,3 juta ton, sehingga kekurangan produksi dibebankan pada impor yang mencapai 2 juta ton (Setiawati, 2020).

Produksi garam nasional perlu ditingkatkan supaya ketergantungan terhadap impor dapat diminimalisir. Antisipasi peningkatan konsumsi garam dilakukan dengan berbagai kebijakan, salah satunya dengan peningkatan produksi dan kualitas garam (Yaqin, 2017). Menurut Peraturan Menteri Perindustrian No. 88

Tahun 2014, kualifikasi dari garam dapat dilihat berdasarkan kemurnian kadar NaCl. Pada garam konsumsi yang umum digunakan untuk keperluan rumah tangga memerlukan kandungan NaCl minimal 94%. Garam industri dapat digunakan diberbagai kebutuhan industri seperti industri kimia dengan kadar NaCl minimal 96%, industri aneka pangan dengan kadar NaCl minimal 97%, industri farmasi dengan kadar NaCl minimal 99,8%, industri perminyakan dengan kadar NaCl minimal 95%, industri penyamakan dengan kadar NaCl minimal 85%, serta untuk *water treatment* dengan kadar NaCl minimal 95% (Auliyah, 2019).

Teknologi pembuatan garam umumnya dilakukan menggunakan sistem penguapan air laut menggunakan sinar matahari langsung dengan bantuan sirkulasi panas geomembran, namun ada metode yang memproduksi garam dengan cara dimasak atau perebusan yang membutuhkan waktu pengkristalan lebih cepat karena penggunaan suhu yang lebih tinggi dan merata (Sudarto, 2011).

Produksi garam dapat diperoleh dengan tiga cara, yaitu penguapan air laut, penambangan batuan garam (*rock salt*), dan penguapan sumur air garam (*brine*) (Rositawati dkk., 2013). Akan tetapi, terdapat sumber lain produksi garam yang dapat dimanfaatkan yaitu air produk hasil samping kultur *A. salina*. Umumnya air hasil samping budidaya akan dibuang begitu saja, padahal produk hasil samping kultur ini memiliki kandungan garam bersalinitas tinggi (Bahari dkk., 2014). *A. salina* merupakan zooplankton yang dimanfaatkan sebagai sumber pakan alami bagi pada tahap pembenihan. Hal ini dikarenakan *A. salina* memiliki ukuran yang sesuai dengan bukaan mulut hampir seluruh jenis larva ikan maupun udang. Intensitas budidaya *A. salina* yang tinggi berbanding lurus dengan jumlah produk

hasil samping yang dihasilkan dan dapat dimanfaatkan sebagai alternatif sumber produksi garam.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Gozen *et al.* (2017), *A. salina* memiliki kecenderungan dapat mereduksi kandungan zat anorganik seperti kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dalam perairan. Kalsium dan magnesium dikategorikan sebagai zat pengotor yang dapat menurunkan kemurnian kadar NaCl pada garam. Kandungan magnesium dan kalsium dapat berkurang seiring peningkatan kepadatan tebar *A. salina*. Pada padat penebaran 500 ekor/L, kandungan magnesium dapat tereduksi sebesar 5 mg/L dan kalsium sebesar 10 mg/L. Akan tetapi, padat penebaran 500 ekor/L tidak cocok untuk diterapkan pada kultur kista *A. salina*, sesuai dengan penelitian oleh Taufiq (2002) yang menyatakan bahwa proses kultur kista *A. salina* sangat dipengaruhi oleh kepadatan tebar optimum yaitu 200 ekor/L dan salinitas pada rentang 120-140 ppt untuk mendapatkan rendemen kista tertinggi sebanyak 37,6 gram dan *survival rate* *A. salina* diatas 90%.

Garam dari hasil samping kultur *A. salina* mengandung bahan organik yang tinggi seperti feses dan sisa cangkang/eksoskeleton. Kondisi tersebut disebabkan oleh sisa-sisa pakan dan metabolisme *A. Salina* dan kelimpahannya dipengaruhi oleh kepadatan tebar dari *A. Salina*. Pada kultur *A. salina*, jumlah pakan yang diberikan sebanyak 30% tertinggal sebagai sisa pakan yang tidak dikonsumsi dan 25-30% pakan yang dikonsumsi akan dieksresikan. Dan jumlah sisa pakan yang tidak dikonsumsi berbanding lurus dengan jumlah kepadatan tebarnya (Junaidi, 2016). Kelimpahan bahan organik dapat mempengaruhi pula kandungan bahan anorganik, yang meliputi penurunan tingkat oksigen terlarut pada area yang luas, tingginya kandungan BOD dan konsentrasi ammonia (Pearson and Black, 2001;

Puscedd *et al.*, 2007). Kelimpahan padat tebar *A. Salina* dapat mempengaruhi kualitas garam yang dihasilkan secara tidak langsung. Hal ini disebabkan kemunculan zat pengotor yang semakin melimpah dengan peningkatan jumlah padat tebar sehingga dapat mereduksi iodium alami dalam garam seperti senyawa Fe, Cu, dan Zn (Tobing dan Heny, 2020). Akan tetapi menurut Gozen *et al.* (2017), peningkatan jumlah padat tebar mampu mengikat Ca dan Mg yang berikatan dengan senyawa Na sehingga mampu meningkatkan kandungan NaCl pada garam yang dihasilkan. Karakterisasi perlu dilakukan untuk mengetahui secara lengkap kandungan yang terdapat dalam garam, sehingga dapat memberikan informasi keamanan garam saat digunakan.

Berdasarkan uraian di atas, maka pengujian untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia garam dari hasil samping kultur kista *A. salina* dengan padat tebar yang berbeda diperlukan untuk mengetahui kualitas dan mutu sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) 8207 : 2016 tentang garam industri aneka pangan

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Apakah perbedaan kepadatan tebar pada produksi kista *A. Salina* dapat mempengaruhi karakteristik fisik dan kimia garam yang dihasilkan dan memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 8207:2016 tentang garam industri aneka pangan)?
2. Berapakah kepadatan tebar *A. salina* optimal dalam menghasilkan garam dengan kualitas terbaik?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh perbedaan kepadatan tebar pada produksi kista *A. salina* terhadap karakteristik fisik dan kimia garam yang dihasilkan.
2. Mengetahui kepadatan tebar *A. salina* optimal dalam menghasilkan garam dengan kualitas terbaik.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai pengaruh perbedaan kepadatan tebar pada produksi kista *A. Salina* terhadap karakteristik fisik dan kimia garam yang dihasilkan, serta terkait jumlah kepadatan tebar *A. salina* optimal dalam menghasilkan garam dengan kualitas terbaik.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Garam

Garam adalah nama yang biasa digunakan untuk natrium klorida (NaCl), yang terdiri dari 40% natrium dan 60% klorida berdasarkan proporsi beratnya (Inguglia *et al.* 2018). Garam bermanfaat dalam meningkatkan tekstur dan rasa produk olahan, serta menghambat aktivitas mikroorganisme. Garam dapat meningkatkan hidrasi dan meningkatkan pengikatan protein satu sama lain dan dengan lemak dengan reaksi terjadinya pembengkakan protein aktin dan miosin oleh kehadiran garam yang dapat mengikat lebih banyak air dan dengan demikian dapat meningkatkan kelembutan, mengurangi kehilangan cairan lanjutan dan memungkinkan pembentukan emulsi tahan panas dalam produk daging olahan (Man, 2007; Inguglia *et al.* 2017)

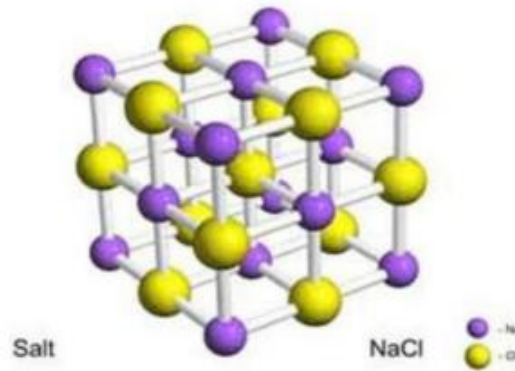
Secara fisik, garam dapat diidentifikasi sebagai benda padatan berwarna putih berbentuk kristal yang merupakan kumpulan senyawa utama yaitu NaCl (>80%) serta senyawa lain seperti dari MgCl_2 0,3-1%, MgSO_4 0,2-0,6%, CaSO_4 0,5-1% dan lain-lain (Sedivy, 2009; Hoiriyah, 2019). Garam mempunyai sifat higroskopis yang berarti mudah menyerap air dan memiliki titik lebur pada suhu 801°C . Garam natrium klorida membentuk kristal pada keadaan kering, tetapi seperti garam lainnya dalam tubuh, mudah dilarutkan dalam air. Jika garam larut dalam air, komponennya terpisah sebagai partikel yang disebut ion. Partikel ion terlarut ini dikenal sebagai elektrolit. Kadar atau konsentrasi setiap elektrolit dalam larutan dari garam terlarut dapat diukur dan biasanya dihitung dalam satuan miliekuivalen dalam setiap volume larutan (mEq/L). Sifat fisik dari garam dapat dilihat lebih lanjut pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Fisik Garam Natrium Klorida (NaCl)

Rumus molekul	NaCl
Berat molekul	58,44 gram/mol
Penampilan	Berbentuk kristal putih
Densitas	2,16 gram/cm ³
Titik lebur	801°C
Titik didih	1.465°C
Kelarutan dalam air	35,9 gram/100 ml

Sumber : Subhan (2014)

Garam secara kimia merupakan senyawa hasil reaksi pembentukan dari asam dan basa. Walaupun reaksi asam dan basa disebut reaksi penetralan, tetapi hasil reaksi (garam) tidak selalu bersifat netral. Sifat asam dan basa dari larutan garam ditentukan oleh kekuatan asam dan basa penyusunnya. Garam yang diperoleh dari asam kuat dan basa kuat bersifat netral disebut garam netral, contohnya NaCl dan KNO₃. Garam yang terbentuk dari asam kuat dan basa lemah bersifat asam dan disebut garam asam, contohnya yaitu NH₄Cl. Garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat bersifat basa disebut garam basa, contohnya yaitu CH₃COONa (Wibowo, 2020). Struktur kimia dari garam natrium klorida membentuk kristal isometrik dalam sebuah bentuk kubus. Struktur garam natrium klorida (NaCl) meliputi anion ditengah dan kation menempati pada rongga octahedral seperti pada Gambar 1 (Herman dan Joetra, 2015).



Gambar 1. Struktur Kimia Garam

(Herman dan Joetra, 2015)

Karakteristik utama garam natrium klorida dapat memberikan rasa asin saat dikonsumsi. Hal ini disebabkan karena keberadaan ion Na^+ yang mampu bereaksi dengan sel pengecap di sepanjang permukaan lidah didalam rongga mulut. Sel pengecap seketika dapat mendeteksi stimulus kimia yang larut dalam air liur dan mengubahnya menjadi sinyal biologis, proses ini dikenal sebagai transduksi sensorik. Setelah itu, sel pengecap mengirimkan informasi secara sinaptik ke ujung saraf aferen, yaitu ke daerah korda timpani dan glossofaringeal. Di kedua daerah inilah kemudian sinyal yang membawa informasi rasa asin dibawa dan diterjemahkan di otak (Witt and Reutter, 2015). Menurut penelitian dari Bigiani (2020), menunjukkan bahwa garam dapat menghasilkan rasa manis pada kondisi tertentu. Hal ini dapat terjadi pada tingkatan konsentrasi NaCl rendah ($<30 \text{ mM}$), sebab ion Na^+ dengan konsentrasi rendah dapat berinteraksi dengan sel reseptor rasa manis. Walaupun mekanisme detail terkait reaksi ini belum dijelaskan dengan baik, sehingga fenomena ini dikatakan sebagai hasil samping rasa asin dari garam yang sewajarnya.

2.1.1 Penggolongan Garam

Penggolongan jenis garam dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu garam konsumsi dan garam industri. Garam konsumsi juga dikenal sebagai garam iodisasi merupakan garam yang digunakan sebagai bahan baku produksi garam konsumsi beriodium (garam meja). Kandungan iodium sangatlah penting diperlukan oleh tubuh dalam jumlah yang relatif sangat kecil untuk pembentukan hormon tiroksin. Iodium juga berperan dalam pembentukan hormon tiroid yang berfungsi untuk mengontrol laju metabolisme dasar dan reproduksi (Nardin dkk., 2019). Jumlah iodium yang ditambahkan kedalam garam dapat berkisar antara 0,5-10 bagian dalam 10.000 bagian garam. Iodium yang ditambahkan biasanya dalam bentuk kalium iodida (0,005-0,01% dalam garam). Umumnya konsumsi garam setiap hari rata-rata 5-15 gram, jumlah iodium yang terkonsumsi berkisar dari 380-1.140 µg. Jumlah konsumsi iodium yang lebih dari 1.000 µg tidak akan membahayakan tubuh (Amanati, 2017). Menurut Purwati (2020), garam konsumsi memiliki karakteristik dengan jumlah kadar NaCl minimal 94.7% atas dasar bahan kering (*dry basis*), kandungan *impurities* dari sulfat, magnesium, dan kalsium sebanyak 2%, pengotor sebanyak 1% serta kadar air maksimal 7%. Kegunaan kebutuhan garam konsumsi antara lain untuk konsumsi rumah tangga, industri makanan, industri minyak goreng, industri pengasinan, dan pengawetan ikan (Rusiyanto, 2013).

Menurut Peraturan Menteri Perindustrian No. 88 Tahun 2014, tentang garam industri di Indonesia menyatakan bahwa garam industri merupakan garam yang digunakan sebagai bahan baku atau bahan penolong dengan kadar NaCl minimal 97% dan kandungan *impurities* serta zat pengotor yang sangat kecil. Garam industri dapat diaplikasikan pada beberapa proses produksi pada industri

kimia, industri aneka pangan, industri farmasi, industri perminyakan, industri penyamakan kulit dan *water treatment* (Auliyah, 2019).

Garam industri kimia adalah jenis garam yang digunakan untuk memproduksi senyawa kimia antara lain *Chlor Alkali Plant* (CAP), dengan standar *high grade*, dengan kadar NaCl minimum 96% , kadar air maksimum 2,5%, kalsium (Ca) maksimum 0,1%, magnesium (Mg) maks 0,05%, bagian yang tidak larut dalam air maks 0,05%, kadar sulfat (SO₄) 0,2%. Hasil produk CAP digunakan untuk industri kertas, industri *poly vinyl chloride* (PVC), sabun atau deterjen dan tekstil (Rusiyanto, 2013). Garam industri farmasi adalah jenis garam yang digunakan pada industri farmasi sebagai bahan penolong dengan spesifikasi kadar NaCl minimal 99,8% , kadar *impurities* mendekati 0%. Garam jenis ini banyak digunakan untuk pembuatan cairan infus, cairan pembersih darah, dan garam murni pro analisis (Tansil, 2016).

Garam industri aneka pangan adalah garam beryodium maupun tidak beryodium yang digunakan sebagai bahan baku atau bahan penolong pada industri aneka pangan untuk memproduksi makanan atau minuman dengan standar *food grade* dan telah diolah dengan tingkat kehalusan tertentu dengan kadar NaCl minimum 97%, kalsium (Ca) maksimum 0,06%, magnesium (Mg) maksimum 0,06%, kadar air maksimum 0,5%, bagian yang tidak larut dalam air maksimum 0,5% dan cemaran logam kadmium (Cd) maksimum 0,5 mg/kg, timbal (Pb) maksimum 10 mg/kg, raksa (Hg) maksimum 0,1 mg/kg dan arsen (As) maksimum 0,1 mg/kg untuk garam beryodium minimum 30 mg/kg. Garam jenis ini banyak digunakan untuk industri mie, bumbu masak, biskuit, minuman gula, kecap, mentega dan pengalengan ikan (Rismana, 2017).

2.1.2 Kualitas Garam

Kualitas garam bergantung pada kadar kandungan NaCl dalam garam. Kandungan NaCl dalam garam bergantung pada seberapa pekat air laut yang akan diproses menjadi garam dan lokasi dari mana air laut tersebut diambil, selain faktor air laut yang akan diproses, tempat pengkristalan juga sangat berpengaruh terhadap kualitas garam yang akan diproduksi. Sumber garam yang berasal dari air laut dan danau air asin memiliki kandungan sekitar 3% NaCl. Sedangkan sumber garam yang berasal dari deposit dalam tanah dan tambang garam memiliki kandungan 95–99% NaCl (Subhan, 2014). Hal ini disebabkan perbedaan proporsi kandungan NaCl dalam perairan. Kadar natrium pada perairan laut dapat mencapai 10.500 mg/liter atau lebih. Satu liter air laut mengandung sekitar 30 gr NaCl yang terdiri atas $\pm$ 11 gram natrium. Kadar natrium pada perairan tawar alami kurang dari 50 mg/liter sedangkan pada air tanah dalam dapat lebih dari 50 mg/liter. Pada *brine*, kadar natrium berkisar antara 25.000-100.000 mg/liter (Hefni, 2003).

Menurut Abdullah (2018), klasifikasi kualitas garam dapat dilakukan terhadap kandungan senyawa kimia dan kenampakan fisik. Oleh sebab itu, kualitas garam dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis, meliputi garam KI, KII, KIII. Penjabaran klasifikasi kualitas garam dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Klasifikasi Kualitas Garam

No	Kualitas Garam	Kandungan Kimia	Visual	Pemanfaatan
1	KI (Baik)	• NaCl >95%, • Kadar air <0,5%, • Kadar iodium <30 mg/kg, • Cemarkan logam sangat kecil <0,5 mg/kg	Warna putih bersih cenderung bening, butiran garam berupa kristal dengan ukuran <0,5 mm	Garam untuk industri kimia, industri aneka pangan, industri farmasi, industri perminyakan, pengolahan air
2	KII (Sedang)	• NaCl 91-95%, • kadar air 7% • cemarkan logam alkali sebesar maks 2%, • cemarkan logam berat maks 1%	Warna putih bersih namun agak kusam, butiran garam berupa kristal yang berukuran <4 mm	Garam konsumsi rumah tangga, industri makanan, industri minyak goreng, industri pengasinan dan pengawetan ikan
3	KIII (Rendah)	• NaCl 80-90%, • kadar air 7% • cemarkan logam alkali sebesar maks 2%, • cemarkan logam berat maks 1%	Warna putih kusam, dengan kotoran tanah, butiran garam berupa kristal yang berukuran <3 mm	Industri penyamakan kulit, pengawetan dan pengasinan

Sumber : Abdullah (2018)

2.1.3 Produksi dan Kristalisasi Garam

Teknologi penggaraman dikenal juga sebagai proses kristalisasi garam, yaitu kegiatan pembentukan kristal garam dengan bantuan panas alami maupun

buatan. Teknik kristalisasi dapat dibedakan menjadi 3 meliputi sistem kristalisasi total, sistem kristalisasi bertingkat dan sistem garam masak (Sudarto, 2011).

a. Sistem kristalisasi total

Proses penggaraman sistem kristalisasi total dikenal juga dengan teknologi konvensional yang merupakan teknologi penggaraman paling sederhana yang diterapkan oleh masyarakat. Prinsip utama metode ini adalah kristalisasi garam dari air laut dengan menggunakan sinar matahari untuk menguapkan air laut (Wibowo, 2020). Sarana pada teknologi ini biasanya hanya terdapat tiga kolam yaitu kolam penampungan, kolam penguapan, dan meja kristal. Air laut ditampung dalam lahan garam (waduk bozem). Hal tersebut dilakukan untuk mengendapkan kotoran atau lumpur pada kolam penampungan. Setelah mengendap air baku dialirkan ke dalam kolam penguapan sampai menjadi air tua. Setelah itu dialirkan menuju meja kristalisasi untuk mendapatkan kristal-kristal garam. Proses produksi garam ini berlangsung sekitar lima hari dengan masing-masing air disetiap kolam sekitar satu hari (Sudarto, 2011).

Kelemahan dari teknologi penggaraman menggunakan sinar matahari yaitu tergantung kondisi cuaca. Apabila musim hujan proses kristalisasi garam tidak optimal sebab air laut sudah bercampur dengan air hujan dan adanya lumpur dari luapan air hujan akan menjadi pengotor pada proses kristalisasi (Rusiyanto dkk., 2013). Kualitas garam NaCl yang dihasilkan masih kurang untuk memenuhi SNI bahan baku dan garam beryodium sehingga diperlukan proses pencucian dan penanganan lebih lanjut. Selain itu, garam yang dihasilkan juga masih terdapat sisa kotoran (*impurities*) (Sudarto, 2011).

b. Sistem kristalisasi bertingkat

Teknologi penggaraman sistem kristalisasi bertingkat merupakan penyempurnaan teknologi penggaraman sistem kristalisasi total. Terdapat penyempurnaan kolam untuk menghasilkan kualitas garam dengan kadar NaCl yang lebih tinggi dan monitoring kualitas air disetiap kolam serta memperhatikan stabilitas pasokan air baku. Selain itu, teknologi penggaraman sistem kristalisasi bertingkat didukung dengan sarana dan prasarana yang memadai. Teknologi penggaraman sistem kristalisasi bertingkat dilengkapi dengan pengendalian mutu untuk mendapatkan produktivitas dan kualitas garam yang optimal. Pengendalian mutu tersebut meliputi pengendalian pada kualitas air pada tiap tahapan, pengendalian tata lahan penggaraman, sistem, dan waktu panen serta kualitas garam yang dihasilkan (Sudarto, 2011).

c. Sistem kristalisasi masak

Teknologi penggaraman sistem garam masak merupakan teknik pelarutan NaCl melalui filter pasir atau lumpur dengan air yang dilanjutkan dengan proses penguapan dengan cara direbus atau dimasak hingga terbentuk kristal garam. Tahapan dalam produksi garam sistem masak yaitu menampung air laut di kolam penampungan dengan proses evaporasi sampai air laut mengering. Pasir atau lumpur tersebut yang mengandung NaCl kemudian diambil dan ditempatkan dalam filter khusus berbentuk corong. Kemudian mengambil air garam untuk disaring dalam filter tersebut sampai beberapa kali hingga didapatkan air tua, air tua tersebut dimasak hingga menjadi kristal (Sudarto, 2011)

Teknologi ini merupakan usaha skala kecil penggaraman yang biasanya untuk konsumsi masyarakat lokal. Garam yang dihasilkan umumnya kadar NaCl

nya masih rendah. Teknik ini memerlukan beberapa peralatan yang khusus seperti nampan untuk merebus air garam yang akan menjadi kristal garam. Selain itu, diperlukan alat filtrasi dan tempat penampungan khusus. Proses ekstraksi lebih rumit karena ada penyaringan dan perebusan yang memerlukan waktu dan biaya yang lebih besar (Sudarto, 2011).

2.1.4 Karakteristik Fisik-Kimia Garam

Karakteristik fisik dan kimia garam dipengaruhi oleh zat pengotor yang terkandung dalam garam. Zat pengotor atau *impurities* yang biasa terdapat pada garam adalah lumpur, MgCl_2 , MgSO_4 , CaSO_4 , karbonat, dan komponen logam seperti tembaga (Cu), kadmium (Cd), timbal (Pb), raksa (Hg), arsen (As), dan besi (Fe). Parameter kenampakan, rasa, dan bau juga dipengaruhi dengan adanya zat pengotor terutama oleh senyawa-senyawa Mg, Ca, K, dan Fe (Hefni, 2003; Rusiyanto dkk., 2013).

Impurities dari unsur kalsium biasanya dalam bentuk gips dan karbonat. Kristal gips sangat halus dan mengendap sangat lambat sehingga pada masa pembentukan kristal NaCl gips ikut terkristal. Hal ini menjadi penyebab garam yang diperoleh dari penguapan air laut dengan tenaga matahari kemurniannya lebih rendah dibandingkan dengan penguapan buatan. Adapun senyawa magnesium terdapat dalam larutan induk (*mother liquor*) yaitu larutan sisa pengendapan NaCl. Senyawa magnesium melekat dibagian luar kristal NaCl. Senyawa ini menyebabkan sifat higroskopis garam menjadi besar dan rasanya menjadi pahit (Rusiyanto dkk., 2013). Keberadaan *impurities* dan zat pengotor lain ini perlu dikarakterisasi. Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui secara lengkap kandungan kimia yang terdapat dalam garam. Dengan melakukan karakterisasi,

dapat memberikan informasi keamanan produk saat dikonsumsi. Berdasarkan SNI 8207:2016, terdapat beberapa parameter yang perlu diuji untuk mendapatkan garam industri yang layak dikonsumsi sesuai dengan Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Persyaratan Mutu Garam Industri Aneka Pangan

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Kadar air	fraksi massa, %	maks. 0,5
2.	Kadar natrium klorida (NaCl)	fraksi massa, %	min. 97,0
3.	Bagian tidak larut air	fraksi massa, %	maks. 0,5
4.	Kadar iodium sebagai KIO_3	mg/kg	min. 30
5.	Kadar kalsium (Ca)	fraksi massa, %	maks. 0,06
6.	Kadar magnesium (Mg)	fraksi massa, %	maks. 0,06
7.	Cemaran logam berat		
7.1.	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,5
7.2.	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 10,0
7.3.	Raksa (Hg)	mg/kg	maks. 0,1
7.4.	Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,1
Catatan 1 fraksi massa adalah bobot/bobot			
Catatan 2 adbk adalah atas dasar bahan kering			

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2016)

2.2 *Artemia salina*

A. salina merupakan organisme zooplanktonik yang banyak dimanfaatkan sebagai pakan alami dalam budidaya ikan. Penggunaan *A. salina* sebagai pakan disebabkan kandungan protein sebesar 40-50% yang dapat mendukung pertumbuhan ikan lebih cepat. Pemanfaatan *A. salina* dalam sektor akuakultur tidak hanya untuk pakan, namun juga dapat digunakan sebagai objek uji toksikologi BSLT (Brine Shrimp Lethality Test) dikarenakan *A. salina* pada fase larva memiliki struktur cangkang yang tipis sehingga memiliki kepekaan terhadap lingkungan mencapai 90% sehingga cocok untuk dijadikan parameter toksisitas suatu komponen bioaktif (Wibowo dkk. 2013).

2.2.1 Klasifikasi

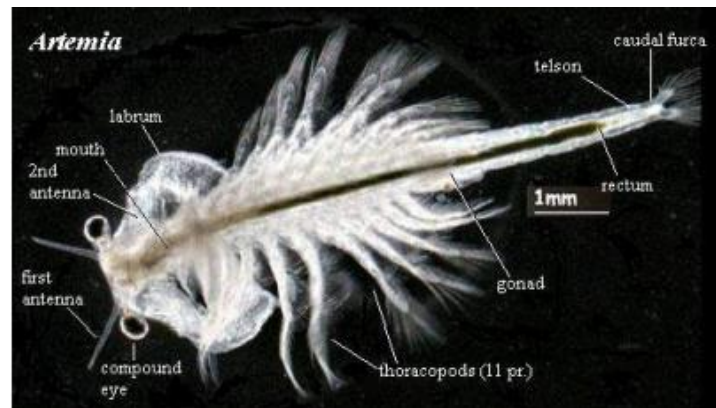
Menurut Priyambodo dan Triwahyuningsih (2003), klasifikasi *A. salina* adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Anthropoda
Class	: Crustacea
Subclass	: Brachiopoda
Order	: Anostraca
Family	: Artemidae
Genus	: Artemia
Species	: <i>Artemia salina</i> Linnaeus 1758

Dari genus *Artemia* dikenal beberapa species diantaranya meliputi *A. salina* Leach, *A. parthenogenetica*, *A. franciscana* Kellog, dan lebih dari 50 strain lain yang berbeda karakteristik (Priyambodo dan Triwahyuningsih, 2003).

2.2.2 Morfologi

A. salina diperjual belikan dalam bentuk telur dorman (istirahat) yang disebut dengan kista. Kista berbentuk bulatan-bulatan kecil berwarna kelabu kecoklatan dengan diameter berkisar antara 200-350 mikron. Satu gram kista *A. salina* kering rata-rata terdiri dari 200.000-300.000 butir kista. Kista yang berkualitas baik akan menetas sekitar 18-24 jam apabila diinkubasikan dalam air bersalinitas normal dalam rentang 30-40 ppt (Jubaedah dkk., 2006). *A. salina* yang baru menetas disebut nauplii, yang memiliki karakteristik berwarna orange, berbentuk bulat lonjong dengan panjang 400 mikron, lebar 170 mikron dan berat 0,002 mg. Dalam perkembangan selanjutnya, nauplii akan mengalami 15 kali perubahan bentuk atau metamorfosis hingga mencapai fase dewasa (Dewatisari, 2007). *A. salina* dewasa memiliki panjang tubuh umumnya sekitar 8-10 mm bahkan mencapai 15 mm tergantung lingkungan. Tubuhnya memanjang terdiri sedikitnya 20 segmen dan dilengkapi kira-kira 10 pasang *phyllopodia* pipih, yaitu bagian tubuh yang menyerupai daun yang bergerak dengan ritme teratur. *A. salina* dewasa berwarna putih pucat, merah muda, hijau, atau transparan dan biasanya hanya hidup beberapa bulan. *A. salina* memiliki mulut dan sepasang mata pada antenanya yang disebut *ocellus* (Muthiah, 2018). Pada *A. salina* dewasa jantan, terdapat antena tumbuh yang berfungsi sebagai pemegang betina ketika kawin dan alat kelamin di bagian depan dari pangkal ekornya. *A. salina* betina memiliki uterus yang menonjol berada tepat di ujung terakhir kaki renang (Wibowo dkk., 2013).

Gambar 2. Morfologi *A. salina*

Sumber : Muthiah (2018)

2.2.3 Habitat dan Persebaran

A. salina satu-satunya genus dalam keluarga Artemiidae. Pertama ditemukan di Lymington, Inggris pada tahun 1755. *A. salina* ditemukan di seluruh dunia di pedalaman danau air asin, tetapi tidak di lautan. Sebaran *A. salina* meliputi daerah tropis, subtropis, dan wilayah beriklim dingin, sepanjang garis pantai, dan juga di perairan pedalaman, kira-kira beratus-ratus mil dari laut (Dewatisari, 2007). *A. salina* memiliki sistem osmoregulasi sehingga mampu beradaptasi dengan kisaran salinitas yang tinggi, selain mempunyai toleransi terhadap salinitas tinggi sehingga sering dijuluki sebagai *brine shrimp*. *A. salina* mampu mensintesa haemoglobin untuk mengatasi kandungan oksigen yang rendah pada salinitas yang tinggi. Soundarapandian and Saravanakumar (2009), menyatakan bahwa kelangsungan hidup yang lebih tinggi diperoleh ketika *A. salina* dikultur pada 33-35 ppt (80%) diikuti oleh 28-34 ppt (75%) dan 2-4 ppt (30%). Salinitas yang lebih tinggi sangat dibutuhkan untuk mendapatkan kelangsungan hidup *A. salina* yang

lebih baik. Kisaran parameter kualitas air untuk pertumbuhan *A. salina* yang optimal adalah pada suhu 25-30°C, pH 7,5-8,5, dan DO 4,0-6,5.

2.2.4 Pemanfaatan

Pemanfaatan *A. salina* dalam budidaya sangatlah penting sebagai sumber pakan alami bagi pada tahap pembenihan. Hal ini dikarenakan *A. salina* memiliki ukuran yang sesuai dengan bukaan mulut hampir seluruh jenis larva ikan maupun udang. Sulistyono dkk (2016), menyatakan bahwa *A. salina* menjadi salah satu pakan alami dengan kecenderungan disukai larva ikan maupun udang karena memiliki kandungan asam lemak yang tinggi.

A. salina memiliki beberapa karakteristik yang membuatnya menjadi ideal untuk kegiatan budidaya yaitu mudah untuk dipelihara, memiliki adaptasi yang lebar terhadap kondisi lingkungan, *non-selective filter feeder*, dan mampu tumbuh pada padat tebar yang sangat tinggi. *A. salina* juga memiliki nilai nutrisi yang tinggi, efisiensi konversi yang tinggi, waktu untuk menghasilkan keturunan yang cepat, rataan fekunditas yang tinggi, dan masa hidup yang sangat panjang. Selain itu, *A. salina* dapat diberikan berupa penyimpanan dingin dari nauplii yang biasa diberikan ke larva udang stadia mysis. Nilai nutrisi dari nauplii *A. salina* yang baru menetas yaitu mengandung protein 40-50%, karbohidrat 15-50%, lemak 15-20%, abu 3-4%, kalori 5000-5500 kalori/gram berat kering. *A. salina* stadia nauplii memiliki kandungan asam amino esensial meliputi treonin, valin, metionin, isoleusin, leusin, fenilalanin, histidin, lisin, arginin, triptofan, prolin, dan asam glutamat yang tinggi. Pada *A. salina* stadia dewasa memiliki lebih banyak kandungan asam amino prolin, isoleusin dan asam glutamat (Dewatisari, 2007).

2.2.5 Kultur dan Produksi *A. salina*

Menurut Muthiah (2018), kultur *A. salina* dapat dilakukan melalui penetasan telur kista dengan dua metode, yaitu metode dekapsulasi dan metode tanpa dekapsulasi. Metode penetasan dengan dekapsulasi adalah suatu cara penetasan kista *A. salina*, dengan melakukan proses penghilangan lapisan luar kista dengan menggunakan larutan hipoklorit tanpa mempengaruhi kelangsungan hidup embrio. Metode penetasan tanpa dekapsulasi adalah suatu cara penetasan kista *A. salina* tanpa melakukan proses penghilangan lapisan luar kista, tetapi secara langsung ditetaskan dalam wadah penetasan. Pada cara tanpa dekapsulasi kista artemia hanya direndam pada air tawar selama 15 menit. Perendaman dengan air tawar tersebut bertujuan untuk melunakkan kista *A. salina* agar lebih cepat waktu penetasannya.

Telur kista *A. salina* yang kering direndam dalam air laut yang bersuhu 25°C, dapat menetas dalam waktu 24-36 jam. Dari dalam cangkangnya akan keluar burayak (larva) yang juga dikenal dengan istilah nauplii. Untuk beberapa jam pertama, nauplii menggantung pada dinding kista, yang letaknya sangat dekat dengan dinding membran penetasan. Tahap ini disebut stadium *umbrella* dan dapat berenang bebas. Pada tahap awal, warna nauplii adalah orange karena adanya *yolk salk* atau kantong kuning telur, dan belum memerlukan makanan walaupun mulut dan anus telah berkembang. Sekitar 12 jam akan mengalami *molting* dan mulai memerlukan makanan dengan cara memfilter mikroalga, bakteri dan detritus. Nauplii akan terus mengalami *moulting* sebanyak 15 kali sampai sebelum mencapai dewasa (Treece, 2000). Setiap kali nauplii mengalami perubahan bentuk merupakan satu tingkatan yang disebut instar. Nauplii tingkat I disebut instar I,

tingkat II disebut instar II, tingkat III disebut instar III, demikian seterusnya sampai instar XV. Setelah itu *A. salina* menjadi individu dewasa. Waktu yang diperlukan sampai menjadi dewasa umumnya sekitar dua sampai tiga minggu (Muthiah, 2018)

Secara komersial, *A. salina* umumnya disimpan dalam bentuk telur dorman atau kista. Produksi kista dapat dilakukan pada salinitas tinggi ekstrim antara 80-140, dan peningkatan salinitas diatas 150 ppt akan menghasilkan produktivitas kista menurun (Mai Soni, 2004; Jubaedah, 2006). Kista *A. salina* dilindungi oleh cangkang/korion yang terbentuk karena induk hidup di lingkungan ekstrim (salinitas tinggi dan kadar oksigen rendah). Lapisan cangkang kista dapat dibagi menjadi dua lapisan, yaitu: korion dan kutikula embrionik. Korion yang mengandung hematin dan lipoprotein ini terdiri dari lapisan peripheral dan alveolar, sedangkan kutikula embrionik merupakan lapisan bening berelastisitas tinggi yang terdiri dari dua lapisan, yaitu: lapisan fibrosa dan lapisan kutikuler (Stappen, 2003).

2.3 Faktor Pendukung Kultur Kista *A. Salina*

Proses kultur kista *A. salina* membutuhkan konfigurasi lingkungan secara cermat dikarenakan sifat kista yang hanya mampu terbentuk dalam kondisi ekstrim. Ekstrimitas ini meliputi beberapa parameter kualitas air seperti suhu, pH, kepadatan tebar, salinitas, dan kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*).

2.3.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang memegang peranan penting bagi keberlangsungan hidup organisme. Suhu yang optimal untuk produksi kista sekaligus penetasan adalah pada suhu 25-30°C. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Bahari dkk. (2014), suhu 28°C merupakan titik optimal dalam

pembentukan kista *A. salina*. Penggunaan suhu dibawah 25°C menyebabkan produktivitas kista melambat dan suhu diatas 33°C menyebabkan metabolisme *A. salina* terhenti dan berakibat kista yang tidak dapat terbentuk.

2.3.2 pH

pH merupakan salah satu parameter vital dalam pengujian kualitas air, termasuk dalam mengatur media kultur kista *A. salina*. pH erat diasosiasikan sebagai derajat keasaman yang sangat dipengaruhi oleh fluktuasi kandungan oksigen dan karbon dioksida terlarut (Rukminasari, 2014). Nilai pH air media pemeliharaan *A. salina* untuk produksi kista mencapai optimal pada pH 8-9, karena pada pH tersebut kandungan oksigen terlarut cukup rendah yang dapat memicu produktivitas kista dibawah kondisi ekstrim (Bahari dkk., 2014).

2.3.3 Kepadatan Tebar

Kepadatan tebar populasi *A. salina* menyebabkan kompetisi antar individu yang semakin tinggi seiring peningkatan kepadatan tebar. Individu yang tingkat pertumbuhannya lambat memiliki kemungkinan yang kecil untuk hidup, pertumbuhan yang berkurang ini akan menyebabkan ukuran individu dewasa berkurang (Dewantisari (2007). Jumlah kepadatan optimal untuk mendapatkan kuantitas dan kualitas kista paling optimal ialah 200 ekor/liter. Semakin tinggi padat penebaran maka pertumbuhan populasi akan semakin terhambat, yang berakibat produktivitas kista tidak optimal. Padat penebaran terlalu tinggi akan menyebabkan organisme budidaya menjadi lemah karena kompetisi ruang hidup sehingga kelangsungan hidupnya akan rendah dan terhambatnya pertumbuhan akibat kekurangan pakan. Dewantisari (2007) menambahkan bahwa individu saling

mempengaruhi satu sama lain, individu akan mengeluarkan kotoran dan bahan buangan lainnya yang bersifat toksik. Selain itu juga, tingkat kepadatan yang terlalu tinggi akan berdampak pada berkurangnya kandungan O₂ terlarut secara drastis sehingga dapat menurunkan kelangsungan hidup individu.

Kepadatan tebar pada produksi kista *A. salina* dapat berperan sebagai reduktor alami terhadap logam alkali yang berada di perairan, meliputi kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Berdasarkan penelitian Gozen *et al.* (2017), kandungan magnesium dan kalsium dapat berkurang seiring peningkatan kepadatan tebar *A. salina*. Magnesium telah terlibat aktif dalam proses metabolisme lipida, protein, dan karbohidrat, sehingga magnesium yang melimpah di perairan akan diserap oleh *A. salina* untuk bahan metabolisme dan menyebabkan defisiensi kadar magnesium di perairan. Sedangkan kalsium dapat menurun akibat proses *moulting* dan pembentukan eksoskeleton pada *A. salina*. Proses *moulting* ini penting bagi pertumbuhan *A. salina*, apabila terjadi defisiensi kalsium maka proses pertumbuhan menjadi terhambat dan tidak optimal.

2.3.4 Salinitas

A. salina sangat toleran terhadap selang salinitas yang sangat luas, mulai mendekati tawar hingga perairan salinitas ekstrim dengan 300 ppt (Wahyu, 2002). Pada proses penetasan nauplii membutuhkan salinitas pada kisaran 30 – 40 ppt, sedangkan untuk memproduksi dan menghasilkan kista membutuhkan salinitas pada rentang 120 – 140 ppt (Jubaedah, 2014). Salinitas menjadi salah satu faktor utama dalam menghasilkan produktivitas kista yang melimpah. Kelebihan kadar garam dapat memicu stress pada induk *A. salina* sehingga telur yang dihasilkan tidak dapat menetas namun akan membentuk kondisi dorman yang disebut kista.

Perbedaan tekanan osmosis diluar telur juga turut andil menyebabkan telur menjadi dorman karena tidak mampu menyerap cukup air dan menjadi kering untuk mempertahankan sistem metabolisme basal. Mekanisme pembentukan kista dapat memperlambat sistem metabolisme telur dan dapat memperpanjang daya tahan hingga beberapa tahun (Jubaedah, 2014).

2.3.5 Oksigen Terlarut

Keberadaan oksigen terlarut dibutuhkan organisme dalam proses respirasi. Konsentrasi oksigen terlarut di perairan dipengaruhi oleh suhu, tekanan parsial, gas-gas di udara maupun di air, salinitas serta senyawa yang mudah teroksidasi yang terkandung di dalam air. Peningkatan suhu, salinitas, dan tekanan parsial menyebabkan berkurangnya kelarutan oksigen dalam air (Bahari dkk., 2014). Pada kondisi dengan kadar oksigen terlarut rendah, menyebabkan induk *A. salina* sulit melakukan respirasi dan akan memproduksi hemoglobin dalam hemolimfanya. Adanya hemoglobin tersebut akan merangsang sel kelenjar cangkang untuk mengeluarkan sekresi berupa hematin. Hematin ini berfungsi untuk melindungi embrio pada fase gastrula terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (Utomo, 2004). Hematin inilah yang membentuk selubung dorman dari kista *A. salina*. Menurut Utomo (2004), batas toleransi kelarutan oksigen *A. salina* berkisar 0,6 – 0,8 mg/L, sedangkan apabila dibawah 0,6 mg/L akan memicu kondisi ekstrim berkelanjutan yang dapat menyebabkan kematian organisme.

2.4 Hasil Samping Kultur *A. salina*

Hasil samping merupakan hasil dari kegiatan kultur yang masih dapat dimanfaatkan lebih lanjut. Hasil samping olahan dari produk perikanan cukup

beragam, tetapi secara garis besar dapat dibedakan menjadi hasil samping dalam bentuk cair dan hasil samping dalam bentuk padat (Febrianto dkk., 2016). Penggunaan air pada kegiatan kultur *A. salina* menghasilkan air limbah sebagai produk sampingan yang melimpah. Produksi limbah cair pada kegiatan ini berasal dari beberapa sumber, seperti air bekas pemeliharaan ikan dan pencucian peralatan produksi (Febrianto dkk., 2016). Limbah air bekas kultur *A. salina* memiliki porsi yang relatif besar dan mengandung bahan organik yang tinggi. Kondisi tersebut disebabkan oleh sisa-sisa pakan dan metabolisme *A. salina*, seperti feses dan sisa cangkang/eksoskeleton pada saat *moulting*. Pada kultur *A. salina*, jumlah pakan yang diberikan sebanyak 30% tertinggal sebagai sisa pakan yang tidak dikonsumsi dan 25-30% pakan yang dikonsumsi akan dieksresikan (Junaidi, 2016). Jumlah masukan pakan tersebut berpotensi sebagai penyumbang nutrient dalam air hasil samping kultur *A. salina* dan mempengaruhi kandungan bahan anorganik, yang meliputi penurunan tingkat oksigen terlarut pada area yang luas, tingginya kandungan BOD dan konsentrasi ammonia (Pearson and Black, 2001; Puscedd *et al.*, 2007).

Pemanfaatan hasil samping kultur *A. salina* dapat digunakan sebagai garam dikarenakan salinitas yang tinggi. Kadar garam dalam air berbanding lurus dengan tingkat salinitas yang digunakan. Akan tetapi air hasil samping kultur kista *A. salina* juga mengandung mineral logam alkali sebagai partikel tak terlarut, meliputi kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Kedua zat ini dikategorikan sebagai *impurities* pada produksi garam industri, karena keberadaan bahan mineral dapat mengurangi kemurnian dari NaCl sehingga tidak mampu mencapai kadar 97% (Kartika dkk., 2019). Pada garam industri, kemurnian NaCl menjadi patokan utama untuk

memastikan tidak terjadi reaksi yang tidak diharapkan saat digunakan. Berbeda dengan jenis garam *rich mineral* yang memang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi mineral dengan perbandingan 50% NaCl dan 50% mineral lainnya seperti kalsium, magnesium, kalium, dan besi (Herawati dkk., 2020).

III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konseptual

A. salina merupakan salah satu sumber pakan alami untuk kegiatan budidaya perikanan. Hal ini dikarenakan *A. salina* memiliki kandungan asam amino esensial meliputi treonin, valin, metionin, isoleusin, leusin, fenilalanin, histidin, lisin, arginin, triptofan, prolin, dan asam glutamat yang tinggi. (Dewatisari, 2007). Pertumbuhan *A. salina* sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor meliputi suhu, pH, kepadatan tebar, salinitas, dan kandungan oksigen terlarut. *A. salina* umumnya disimpan dalam bentuk telur dorman atau kista yang kemudian baru ditetaskan menjadi nauplii sebagai pakan alami. Produksi kista dapat dilakukan dengan menempatkan *A. salina* pada kondisi ekstrim pada salinitas tinggi antara 80-140, suhu 28°C, kondisi derajat keasaman berkisar pada nilai 8-9, rentang kelarutan oksigen sebesar 0,6-0,8 mg/L, dan kepadatan tebar 200 ekor/liter (Utomo, 2004; Bahari dkk. 2014; Jubaedah, 2014; Gozen *et al.*, 2017). Pada kondisi ekstrim, induk *A. salina* sulit melakukan respirasi dan akan memproduksi hemoglobin dalam hemolimfanya dan mensekresi hematin yang berfungsi untuk melindungi embrio pada fase gastrula terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (Utomo, 2004). Adanya perbedaan tekanan osmosis di luar telur juga turut andil menyebabkan telur menjadi dorman karena tidak mampu menyerap cukup air untuk digunakan dalam metabolisme basal. Metabolisme telur mengalami perlambatan dengan membentuk kista sehingga dapat memperpanjang daya tahan hingga beberapa tahun (Jubaedah, 2014).

Penggunaan air pada kultur *A. salina* dapat menghasilkan air limbah sebagai produk sampingan yang melimpah. Kultur kista *A. salina* menggunakan air laut

dengan salinitas tinggi, sehingga produk hasil samping yang dihasilkan dapat diolah dan dijadikan sebagai garam. Penggunaan kepadatan tebar yang tinggi dapat mereduksi kandungan zat anorganik seperti kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Kepadatan tebar tinggi dapat meningkatkan pengotor organik yang disebabkan oleh sisa pakan dan metabolisme *A. salina*, seperti feses dan cangkang/eksoskeleton pada saat *moulting* (Junaidi, 2016). Kandungan magnesium dan kalsium dapat berkurang seiring peningkatan kepadatan tebar *A. salina*, akan tetapi jumlah kepadatan tebar yang berlebih justru mampu membuat kandungan Ca dan Mg meningkat sehingga perlu untuk mengetahui jumlah padat tebar optimal yang dapat menghasilkan garam dengan kadar zat pengotor seminimal mungkin. Magnesium terlibat aktif dalam proses metabolisme lipida, protein, dan karbohidrat, sehingga magnesium yang melimpah diperairan akan diserap oleh *A. salina* untuk bahan metabolisme dan menyebabkan defisiensi kadar magnesium di perairan. Kalsium dapat menurun akibat proses *moulting* dan pembentukan eksoskeleton pada *A. salina*. Proses *moulting* ini penting bagi pertumbuhan *A. salina*, apabila terjadi defisiensi kalsium maka proses pertumbuhan menjadi terhambat dan tidak optimal (Gozen *et al.*, 2017).

Air laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garam, gas terlarut, bahan organik dan partikel tak terlarut. Air laut memiliki rasa asin disebabkan adanya kadar garam rata-rata 3,5%. Kandungan garam di setiap laut berbeda kandungannya. Kadar garam pada air laut berasal dari garam mineral yang terdapat di dalam batu-batuan dan tanah seperti natrium, kalium, kalsium, magnesium dan lain-lain. Ketika air sungai mengalir ke

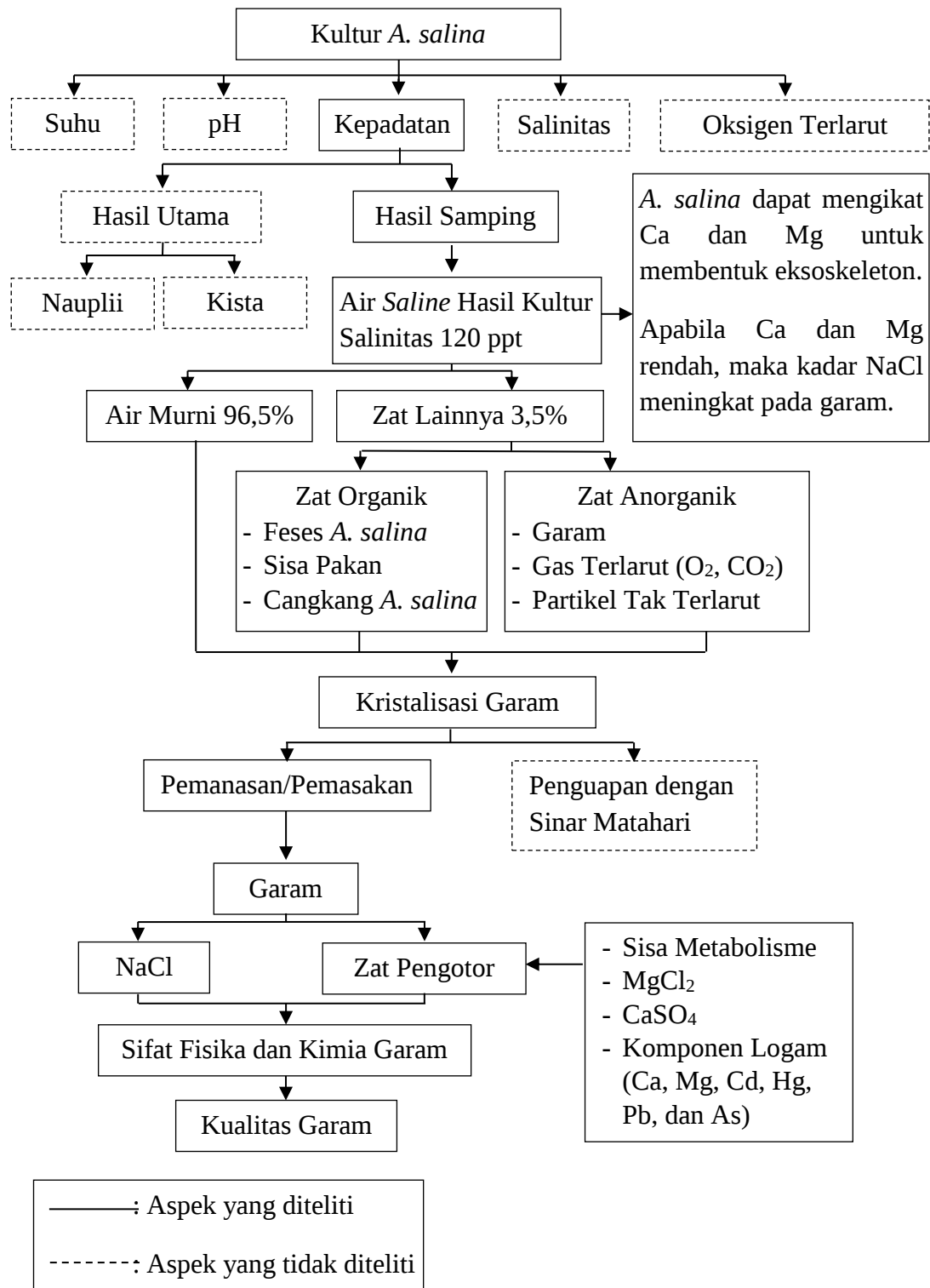
lautan, air tersebut akan membawa garam. Ombak laut yang memukul pantai juga dapat menghasilkan garam yang terdapat pada batu-batuan (Prastuti, 2017).

Proses produksi garam dapat dilakukan dengan dua metode yaitu dengan penguapan sinar matahari dan pemanasan/pemasakan. Pada produksi garam tradisional, umumnya dilakukan dengan metode penguapan air laut dengan bantuan sinar matahari (*solar energy*) diatas lahan tanah dengan bantuan sirkulasi panas geomembran (Jaya dkk., 2016; Umam, 2019). Metode lain yang dapat digunakan yaitu metode pemasakan dengan prinsip ekstraksi NaCl dari bahan baku air laut dengan proses penguapan melalui metode perebusan atau pemasakan sehingga terbentuk kristal garam. Proses ini memerlukan waktu pengkristalan yang lebih cepat akibat proses pemanasan yang lebih intensif dan merata (Sudarto, 2011).

Garam merupakan benda padatan berwarna putih berbentuk kristal yang tersusun dari kumpulan senyawa dengan senyawa utama yaitu NaCl sebesar 80% terdiri dari 40% natrium dan 60% klorida berdasarkan proporsi beratnya (Inguglia *et al.* 2018), serta senyawa lain seperti dari $MgCl_2$ 0,3-1%, $MgSO_4$ 0,2-0,6%, $CaSO_4$ 0,5-1% dan lain-lain (Sedivy, 2009; Hoiriyah, 2019). Zat pengotor atau impurities yang biasa terdapat pada garam adalah lumpur, $MgCl_2$, $CaSO_4$, karbonat, dan komponen logam seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), kadmium (Cd), timbal (Pb), raksa (Hg), arsen (As), dan besi (Fe). Parameter kenampakan, rasa, dan bau juga dipengaruhi dengan adanya zat pengotor terutama oleh senyawa-senyawa Mg, Ca, K, dan Fe (Rusiyanto dkk., 2013).

Kualitas garam tergantung pada kandungan NaCl garam, kandungan NaCl tergantung pada bahan baku air laut yang digunakan. Kualitas garam juga disesuaikan dengan target penggunaan dari garam untuk konsumsi atau industri

Semakin tinggi salinitas air tua, maka semakin tinggi juga kadar NaCl yang dikandungnya (Arwiyah dkk., 2015). Kualitas garam ditunjukkan dari penampakan garam baik secara fisik maupun kimia. Garam yang baik ditunjukkan dengan bentuk kristal yang halus dan memiliki warna putih bersih (Maulana dkk., 2017). Secara sistematis kerangka konseptual penelitian dapat dilihat lebih lanjut pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Kerangka Konseptual Penelitian

3.2 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka hipotesis yang diberikan ialah sebagai berikut :

- H_0 : Perbedaan kepadatan tebar pada produksi kista *A. Salina* tidak mempengaruhi karakteristik fisik dan kimia garam yang dihasilkan dan tidak memenuhi SNI 8207:2016 tentang garam industri aneka pangan.
- H_1 : Perbedaan kepadatan tebar pada produksi kista *A. Salina* dapat mempengaruhi karakteristik fisik dan kimia garam yang dihasilkan dan memenuhi SNI 8207:2016 tentang garam industri aneka pangan.

IV METODOLOGI

4.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2021 sampai Februari 2022 di Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga. Pengujian hedonik, kadar air, kadar NaCl, bagian tidak larut air, dan kadar iodium akan dilakukan di Laboratorium Kimia dan Analisis, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga. Pengujian kadar cemaran logam meliputi kalsium (Ca), magnesium (Mg), kadmium (Cd), timbal (Pb), raksa (Hg), dan arsen (As) akan dilakukan di Sucofindo Analytical Laboratory, Surabaya.

4.2 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan beberapa alat dan bahan sebagai berikut:

4.2.1 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi hotplate, *moisture analyzer*, oven, desikator, *vacuum pump*, timbangan analitik, kaca arloji 60 mm, Erlenmeyer Buchner, corong Buchner, cawan porselen 60 mm, tangkrus, loyang, nampan, spatula, batang pengaduk, sendok plastik, kaca corong 75 mm, pipet tetes, pipet volume 5 ml, pipet volume 10 ml, buret coklat 50 ml, buret bening 50 ml, statif, klem, Beaker *glass* 3 L, Beaker *glass* 2 L, Beaker *glass* 500 ml, Beaker *glass* 100 ml, gelas ukur 100 ml, labu ukur 100 ml, labu ukur 250 ml, Erlenmeyer 100 ml, dan Erlenmeyer 300 ml.

4.2.2 Bahan Penelitian

Bahan utama dalam penelitian ini adalah garam yang didapat dari kristalisasi air *saline* bersalinitas 120 ppt sebagai perlakuan kontrol dan air hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan 1000 ekor/15 L, 1500 ekor/15 L, 2000 ekor/15 L, 2500 ekor/15 L, dan 3000 ekor/15 L untuk perlakuan utama penelitian. Bahan penunjang yang digunakan untuk pengujian meliputi NaCl PA merk SAP, AgNO₃ merk Teknis, K₂CrO₄ merk Smart, H₂SO₄ merk SAP, NaOH merk Merck, Na₂S₂O₃.5H₂O merk Merck, KI merk SAP, K₂Cr₂O₇ merk SAP, HCl merk SAP, amilum merk Smart dan aquades merk Teknis.

4.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode ekperimental. Berikut rancangan percobaan dan variabel penelitian:

4.3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan total 6 perlakuan dan setiap perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan. Perlakuan dari penelitian ini sebagai berikut:

P0 : Kualitas garam dari kristalisasi air *saline* tanpa kepadatan tebar *A. salina*

P1 : Kualitas garam dari kristalisasi air hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan 1000 ekor/15 L

P2 : Kualitas garam dari kristalisasi air hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan 1500 ekor/15 L

P3 : Kualitas garam dari kristalisasi air hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan 2000 ekor/15 L

P4 : Kualitas garam dari kristalisasi air hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan 2500 ekor/15 L

P5 : Kualitas garam dari kristalisasi air hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan 3000 ekor/15 L

4.3.2 Variabel Penelitian

Penelitian menggunakan tiga variabel, yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel terkontrol. Variabel bebas pada penelitian ini adalah garam dari hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan tebar berbeda. Variabel terikat penelitian ini meliputi karakteristik fisik dan kimia garam yang terdiri dari hedonik, kadar air, kadar NaCl, bagian tidak larut air, kadar iodium, dan kadar logam. Variabel terkontrol dalam penelitian ini ialah salinitas air hasil samping kultur, suhu kristalisasi garam, waktu kristalisasi garam, alat, dan bahan yang digunakan.

4.4 Prosedur Kerja

Prosedur kerja dalam penelitian ini meliputi pengambilan sampel, kemudian dilanjut dengan mengkarakterisasi sampel garam meliputi uji hedonik, uji kadar air, uji kadar NaCl, uji bagian tidak larut air, uji kadar iodium, dan uji kadar logam.

4.4.1 Proses Kultur Kista *A. salina*

Kegiatan penelitian ini diawali dengan proses kultur kista *A. salina* yang dilakukan selama 45 hari untuk satu siklus pengkulturan hingga mendapatkan kista. Proses pengkulturan diawali dengan melakukan penetasan telur *A. salina* dengan cara melakukan perendaman pada air *saline* bersalinitas 40 ppt selama 24 jam. Setelah telur *A. salina* menetas, selanjutnya dilakukan penebaran pada media air

saline dengan volume 15 liter. Selama proses kultur kista *A. salina*, parameter kualitas air dijaga pada tingkat tertentu yang meliputi salinitas 120 ppt, suhu 30°C, pH 7,7-8,2, dan DO 2,65-2,75. Kondisi kualitas air tersebut dapat dikategorikan sebagai kondisi ekstrim sehingga *A. salina* dapat menghasilkan kista secara optimal tanpa mengganggu proses metabolisme tubuh nya. Media kultur perlu dibersihkan dengan metode siphon setiap seminggu sekali untuk mencegah penumpukan sedimen sisa pakan ataupun cangkang selepas *moulting*. Pada hari ke-30, *A. salina* mulai berpasangan dan kista sudah dapat dihasilkan dengan kuantitas sekitar 1-2 gram per hari. Kista yang dihasilkan perlu segera untuk dipanen dan kemudian dikeringkan untuk dapat memperpanjang masa simpan nya sebagai pakan alami. Proses pengeringan kista dapat dilakukan dengan diangin-anginkan selama 3 hari hingga kadar air menyusut.

Proses kultur kista *A. salina* menghasilkan banyak air hasil samping yang umumnya dibuang begitu saja, namun pada penelitian ini justru memanfaatkan air hasil samping tersebut untuk digunakan sebagai sumber alternatif produksi garam. Air hasil samping yang dihasilkan dipisahkan menurut kepadatan tebar masing-masing dan ditampung dalam jirigen berukuran 15 liter yang kemudian disimpan pada tempat teduh yang tidak terkena cahaya matahari secara langsung.

4.4.2 Pengambilan Sampel

Proses pengambilan sampel garam yang akan diuji dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling* yang merupakan bagian dari *non-probability sampling*. Menurut Sugiyono (2013), *purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang dipilih berdasarkan pertimbangan tertentu dengan tujuan untuk memperoleh sampel yang memiliki karakteristik yang dikehendaki

peneliti, yaitu air *saline* hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan tebar berbeda. Pengambilan sampel dilakukan di Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga berjumlah 6 sampel sebanyak 1,5 liter untuk masing-masing perlakuan meliputi perlakuan kontrol tanpa kepadatan tebar serta perlakuan dengan kepadatan tebar yang berbeda yaitu 1000 ekor, 1500 ekor, 2000 ekor, 2500 ekor, dan 3000 ekor.

4.4.3 Uji Hedonik

Uji hedonik merupakan analisa sensori organoleptik yang digunakan untuk mengetahui besarnya perbedaan kualitas diantara beberapa produk sejenis dengan memberikan penilaian atau skor terhadap sifat tertentu dari suatu produk dan untuk mengetahui tingkat kesukaan dari suatu produk dengan jumlah panelis tertentu (Tarwendah dkk., 2017). Pada penelitian ini dilakukan uji hedonik terhadap panelis tidak terlatih sebanyak 30 mahasiswa, sesuai dengan Purwati dkk. (2020) yang menyatakan bahwa jumlah panelis tidak terlatih untuk pengujian hedonik dibutuhkan setidaknya minimal 30 orang panelis untuk dapat merepresentasikan penilaian secara luas. Panelis diminta untuk mensensoris lima sampel garam yang meliputi garam P0, garam P1, garam P2, garam P3, garam P4, dan garam P5, yang telah disediakan untuk memberikan tanggapan pribadi terkait kesukaan atau ketidaksukaan terhadap parameter kenampakan, tekstur, bau, dan rasa. Paramater penilaian dilakukan berdasarkan SNI 01 2346:2006 tentang petunjuk pengujian organoleptik dan sensori. Skala penilaian yang digunakan adalah kombinasi skala hedonik dan skala numerik yaitu (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) netral/biasa, (4) suka, dan (5) sangat suka. Lembar uji hedonik dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.4.4 Uji Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan dengan menggunakan alat *moisture analyzer*. *Moisture analyzer* dapat mengukur kelembapan atau persen kadar air dalam sampel padat, granul dan larutan dengan menerapkan prinsip *loss on drying* (LOD). Penggunaan *moisture analyzer* dapat menjadi alternatif dengan hasil perhitungan yang akurat dibandingkan metode gravimetri yang rentan mengalami kesalahan dalam pengujian (Lindani dan Nurwitri, 2016). Uji kadar air dilakukan dengan menyiapkan alat dan bahan terlebih dahulu. Penimbangan dilakukan sebanyak 2 gram sampel garam menggunakan pengaturan F1 pada alat *moisture analyzer*, lalu menekan “OK” dan menunggu hingga proses pemanasan sampel selesai selama 5 menit. Proses pemanasan menggunakan temperatur $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Prinsip uji kadar air ini dengan menghitung sejumlah berat yang hilang selama proses pemanasan berlangsung menggunakan *moisture analyzer*.

4.4.5 Uji Kadar Natrium Klorida (NaCl)

Pengujian kadar natrium klorida (NaCl) menggunakan titrasi argentometri metode mohl. Metode Mohr merupakan jenis titrasi pengendapan yang digunakan untuk menentukan kadar zat dalam suatu larutan dengan adanya reaksi pembentukan endapan bersama ion Ag^+ (Yusmita, 2017). Pada pengujian penentuan kadar klorida, diperlukan untuk menggunakan larutan titran perak nitrat (AgNO_3) dan indikator kalium kromat (K_2CrO_4). Larutan AgNO_3 yang dijadikan titran terlebih dahulu distandardisasi menggunakan larutan primer natrium klorida (NaCl) pro analis. Hal ini dilakukan untuk mengetahui nilai normalitas larutan AgNO_3 (Huljani dan Rahma, 2020).

Pengujian kadar NaCl berdasarkan SNI 8207:2016, uji kadar natrium klorida (NaCl) menggunakan prinsip pembentukan endapan AgCl akibat reaksi dari penambahan larutan AgNO₃ dengan indikator kalium kromat dalam kondisi netral. Pengujian kadar NaCl diawali dengan membuat berbagai pereaksi yang dibutuhkan untuk melakukan titrasi Mohr, meliputi melarutkan 8,5 gram AgNO₃ dalam 500 ml aquades, membuat indikator kalium kromat (K₂CrO₄) 5% dengan melarutkan 5 gram K₂CrO₄ dalam 100 ml aquades. Pembuatan larutan asam sulfat (H₂SO₄) 1 N dilakukan dengan menuangkan sedikit demi sedikit 7 ml H₂SO₄ pekat (H₂SO₄ 95-97%) ke dalam Beaker *glass* 300 ml yang berisi 100 ml aquades, lalu memindahkan dalam labu ukur 250 ml, dan mengencerkan sampai tanda garis. Pembuatan larutan natrium hidroksida (NaOH) 4 N dilakukan dengan melarutkan 16 gram dalam 100 ml aquades, lalu memindahkan ke labu ukur 100 ml, dan mengencerkan sampai tanda garis.

Pengujian dilanjutkan dengan menentukan standarisasi larutan AgNO₃ 0,1 N terhadap larutan standar primer NaCl 0,1 N. Langkah awal yang dilakukan adalah menimbang NaCl 0,0585 gram dalam kaca arloji, lalu memindahkan dalam labu ukur 100 ml, dan mengencerkan dengan aquades sampai pada tanda batas. Setelah membuat larutan primer NaCl dilanjutkan dengan mestandardisasi larutan perak nitrat (AgNO₃) dengan memasukkan larutan NaCl 0,1 N sebanyak 10 ml ke dalam gelas erlenmeyer 100 ml, kemudian menambahkan 5 tetes larutan indikator K₂CrO₄ 5% dan menghomogenkan. Titrasi dilakukan pada larutan NaCl 0,1 N yang telah diberi indikator dengan larutan AgNO₃ sampai terjadi endapan warna putih (Huljani dan Rahma, 2018). Pencatatan volume larutan AgNO₃ diperlukan untuk menghitung normalitas larutan baku AgNO₃ dengan rumus :

$$N_{\text{AgNO}_3} = \frac{V_{\text{NaCl}} \times N_{\text{NaCl}}}{V_{\text{AgNO}_3}}$$

Keterangan :

N_{AgNO_3} : Normalitas larutan AgNO_3

V_{AgNO_3} : Volume larutan AgNO_3 (ml)

N_{NaCl} : Normalitas larutan NaCl

V_{NaCl} : Volume larutan NaCl (ml)

Langkah terakhir pada pengujian kadar NaCl adalah menghitung kadar NaCl dari sampel yang digunakan. Berdasarkan SNI 8207:2016, diperlukan untuk menimbang sampel sebanyak 0,0585 gram, lalu menambahkan aquades 100 ml dan memindahkan pada labu ukur 100 ml, kemudian mengencerkan dengan aquades hingga tanda garis. Langkah selanjutnya adalah pengukuran pH sampel dan mendiamkan sampel yang telah diukur pH selama 1 menit. Apabila pH tidak pada kisaran 6,5 – 9,0, maka ditambahkan larutan NaOH 4 N atau H_2SO_4 1 N. Selanjutnya menambahkan 1 ml larutan K_2CrO_4 5% dan mentitrasi dengan larutan AgNO_3 0,1 N sampai terbentuk endapan berwarna merah bata. Penghitungan kadar NaCl dapat dilakukan dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kadar NaCl (\%)} = \frac{V \times N \times fp \times 58,5 \times 100}{W}$$

Keterangan :

V : Volume AgNO_3 yang diperlukan saat penitrasi (ml)

N : Normalitas larutan AgNO_3

fp : Faktor pengenceran

58,5 : Bobot ekuivalen NaCl

W : Bobot sampel (mg)

4.4.6 Uji Bagian Tidak Larut Air

Pengujian bagian tidak larut air dilakukan berdasarkan pada SNI 8207:2016 yang dilakukan dengan prinsip menghitung bobot bahan yang tersisa pada kertas saring setelah dipanaskan pada suhu $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$. Bahan tersisa ini dapat berupa pengotor seperti pasir, debu, dan lainnya. Langkah awal dalam uji bagian tidak larut air ialah menyiapkan alat dan bahan, dan mengeringkan kertas saring serta cawan porselen dalam oven pada suhu $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ selama satu jam, lalu mendinginkan dan menimbang (W_0). Selanjutnya melakukan penimbangan sampel garam (W) sebanyak 4 gram dan dimasukkan ke dalam gelas beaker 300 ml, menambahkan 100 ml aquades lalu dipanaskan sampai mendidih dan sampel larut sempurna. Larutan garam yang telah dingin kemudian disaring menggunakan kertas saring yang sebelumnya telah dikeringkan dengan oven, lalu mengeringkan kertas saring berikut cawan porselen dalam oven pada suhu $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ selama satu jam, setelah itu mendinginkan dalam desikator selama 30 menit dan menimbang hingga bobot stabil (W_1). Penghitungan bagian yang tak larut air dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Bagian Tidak Larut Air (\%)} = \frac{W_1 - W_0}{W}$$

Keterangan :

W : Bobot sampel dinyatakan dalam gram (g)

W_0 : Bobot cawan porselen, dan kertas saring, dinyatakan dalam gram (g)

W_1 : Bobot sampel bagian tidak larut air, cawan porselen, dan kertas saring, dinyatakan dalam gram (g)

4.4.7 Uji Kadar Iodium

Pengujian kadar iodium menggunakan metode titrasi iodometri. Titrasi iodometri merupakan jenis titrasi redoks, yang artinya jumlah volume natrium tiosulfat yang digunakan sebagai titran setara dengan iodium yang dihasilkan sebagai titrat dan setara dengan banyaknya sampel yang digunakan. Pada pengujian penentuan kadar iodium menggunakan larutan titran natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) dan indikator amilum. Pemakaian indikator amilum dapat memberikan warna biru gelap. Titik akhir titrasi dinyatakan dengan hilangnya warna biru menjadi bening dari larutan yang dititrasi (Erwanto, 2018).

Pengujian kadar iodium berdasarkan SNI 8207:2016, diawali dengan membuat berbagai pereaksi yang dibutuhkan untuk melakukan titrasi iodometri, meliputi membuat larutan titran $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,1 N dengan melarutkan 2,48 gram $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dalam 100 ml aquades, membuat indikator amilum dengan melarutkan 1 gram amilum dalam 100 ml aquades, lalu dipanaskan hingga mendidih dan didinginkan. Pembuatan larutan asam sulfat (H_2SO_4) 2 N dilakukan dengan menuangkan sedikit demi sedikit 7 ml H_2SO_4 pekat (H_2SO_4 95-97%) ke dalam Beaker glass 300 ml yang berisi 90 ml aquades, lalu memindahkan dalam labu ukur 100 ml, dan mengencerkan sampai tanda garis. Selanjutnya membuat larutan kalium iodida (KI) 10% dengan melarutkan 10 gram KI dalam 100 ml aquades, lalu memindahkan ke labu ukur 100 ml, dan mengencerkan sampai tanda garis.

Pengujian dilanjutkan dengan menentukan standarisasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,1 N terhadap larutan standar primer $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1 N. Langkah awal yang dilakukan adalah menimbang kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) sebanyak

0,4903 gram dalam kaca arloji, lalu memindahkan dalam labu ukur 100 ml, dan mengecurkan dengan aquades sampai pada tanda batas. Setelah membuat larutan primer $K_2Cr_2O_7$ dilanjutkan dengan mestandardisasi larutan natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) dengan memasukkan larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,1 N sebanyak 2 ml dan ditambahkan aquades hingga 10 ml, lalu menambahkan KI 10% sebanyak 2 ml ke dalam gelas erlenmeyer 100 ml, kemudian menambahkan 3 tetes larutan indikator amilum sampai timbul warna biru. Larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,1 N yang telah diberi indikator kemudian dititrasikan dengan larutan titran $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ sampai larutan berubah menjadi jernih (Samsuar, dkk. 2017). Volume larutan $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ yang telah dicatat kemudian dihitung normalitasnya dengan rumus sebagai berikut:

$$N_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O} = \frac{V_{K_2Cr_2O_7} \times N_{K_2Cr_2O_7}}{V_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O}}$$

Keterangan :

- $N_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O}$: Normalitas larutan $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$
 $V_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O}$: Volume larutan $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ (ml)
 $N_{K_2Cr_2O_7}$: Normalitas larutan $K_2Cr_2O_7$
 $V_{K_2Cr_2O_7}$: Volume larutan $K_2Cr_2O_7$ (ml)

Langkah terakhir pada pengujian kadar iodine adalah menghitung kadar iodine dari sampel yang digunakan. Berdasarkan SNI 8207:2016, diperlukan untuk menimbang sampel sebanyak 5 gram, lalu menambahkan aquades 10 ml pada Erlenmeyer 100 ml, kemudian menambahkan 5 ml H_2SO_4 2 N, 5 ml larutan KI 10%, lalu meletakkan dalam tempat gelap selama 10 menit untuk mencapai reaksi yang optimal. Selanjutnya melakukan penitrasi menggunakan $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ hingga berwarna kuning jerami, kemudian menambahkan 4 ml indikator amilum

dan terjadi perubahan warna menjadi biru dan melanjutkan titrasi dari warna biru hingga menjadi jernih. Penghitungan kadar iodium dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kadar KIO}_3 \text{ (mg/kg)} = \frac{V \times N \times fp \times 35,67 \times 100}{W}$$

Keterangan :

V : Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ yang diperlukan saat penitrasi (ml)

N : Normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

fp : Faktor pengenceran

35,67 : Bobot ekuivalen KIO_3

W : Bobot sampel (mg)

4.4.8 Uji Kadar Logam

Proses pengujian kadar logam dilakukan dengan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) yang didasarkan pada hukum Lambert-Beer, yaitu banyaknya sinar yang diserap berbanding lurus dengan kadar zat. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan larutan standar sampel ke dalam tabung reaksi yang tersedia pada alat AAS, melakukan pengaturan pada komputer alat AAS, menghidupkan api dan lampu katoda AAS, mengatur posisi lampu untuk memperoleh serapan maksimum. Kemudian mengabsorpsi larutan standar kedalam nyala udara asitilen, Secara berturut-turut larutan baku dianalisis menggunakan AAS, hasil pengukuran serapan atom akan dicatat kemudian dihitung untuk mendapatkan konsentrasi logam pada larutan sampel (Purnama dkk., 2018).

Kadar logam akan dihitung berdasarkan nilai konsentrasi regresi yang ditampilkan pada AAS. Konsentrasi regresi diperoleh berdasarkan nilai regresi kurva kalibrasi. Kadar logam pada penelitian ini dibedakan menjadi dua yaitu kadar cemaran logam alkali seperti kalsium (Ca) dan magnesium (Mg), serta kadar cemaran logam berat meliputi kadmium (Cd), timbal (Pb), raksa (Hg), dan arsen (As) adalah sebagai berikut (Warni dkk., 2017). Rumus untuk menentukan kadar logam adalah sebagai berikut :

$$\text{Kadar Logam (mg/kg)} = \frac{C_{\text{reg}} \times P \times V}{G}$$

Keterangan :

C_{reg} : Konsentrasi terbaca (mg/L)

P : Faktor pengenceran

V : Volume larutan akhir (L)

G : Bobot sampel (kg)

4.5 Parameter Penelitian

Parameter utama dalam penelitian ini ialah karakterisasi fisik dan kimia yang meliputi hedonik, kadar air, kadar NaCl, bagian tidak larut air, kadar iodium, dan kadar logam. Sedangkan parameter pendukung penunjang penelitian ini ialah pengujian berat garam yang dihasilkan

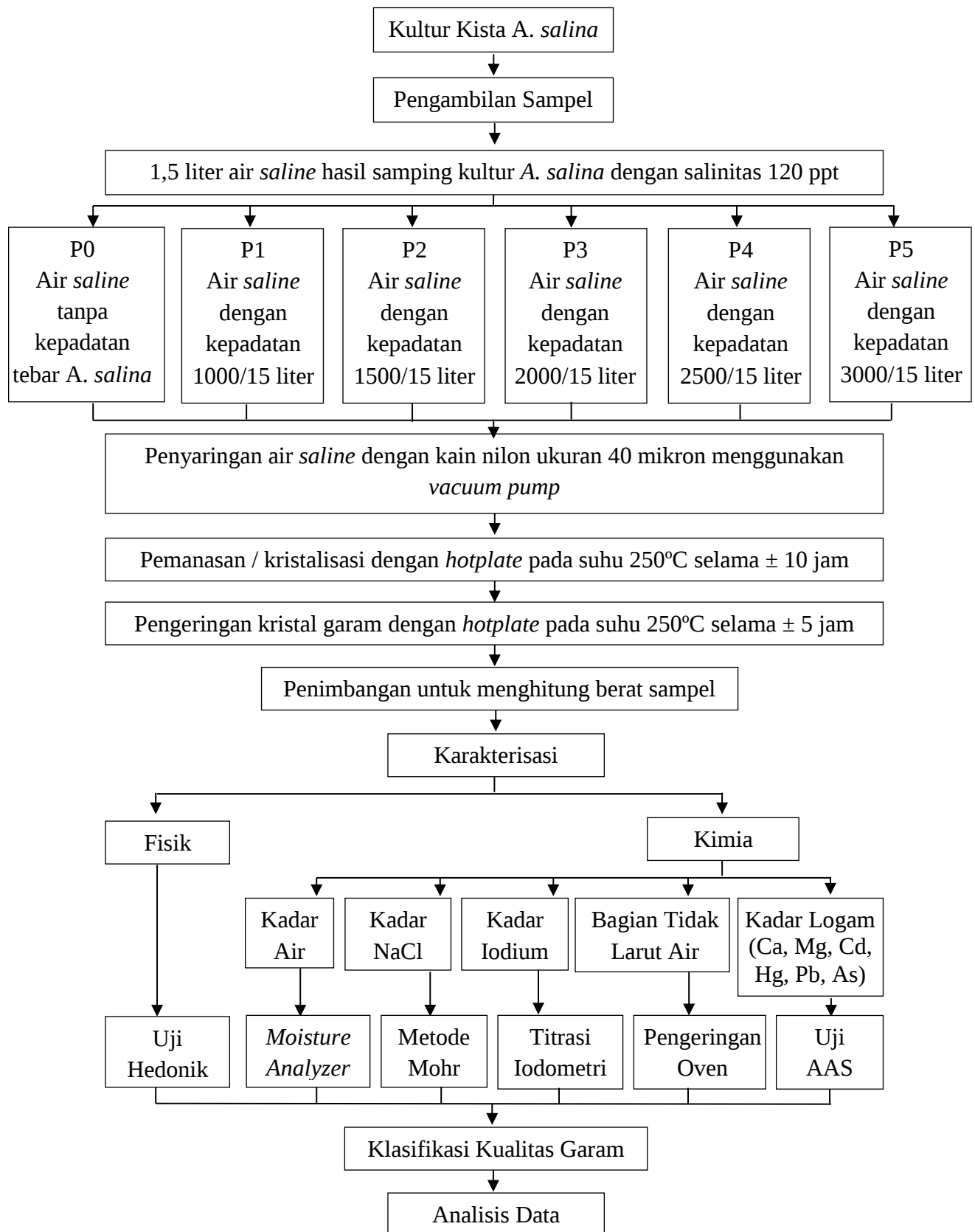
4.6 Analisis Data

Data hasil uji fisik yang diperoleh akan dianalisis secara statistik menggunakan uji Kruskal-Wallis, dan jika terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$) maka akan dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney. Data hasil uji kimia yang diperoleh akan dianalisis secara statistik menggunakan uji ANOVA satu arah, dan jika

terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$) maka akan dilanjutkan dengan BNT (Beda Nyata Terkecil). Data penelitian ini juga dianalisis dengan membandingkan hasil uji sampel dengan syarat mutu garam menurut SNI 8207:2016 tentang garam industri aneka pangan untuk mengetahui tingkat kualitas garam dari setiap sampel perlakuan yang diteliti.

4.7 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan kultur kista *A. salina* selama 45 hari yang kemudian dilakukan pengambilan sampel air hasil samping kultur yang telah telah ditampung, selanjutnya dilakukan penyaringan sampel sebanyak 1,5 liter menggunakan penyaring vakum dengan kain *nylon mesh* ukuran 40 mikron untuk memastikan tidak ada pengotor secara fisik di sampel yang akan digunakan. Kristalisasi sampel dilakukan hingga membentuk garam menggunakan *hotplate* dengan suhu 250°C selama ± 10 jam, kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengeringan kristal garam menggunakan *hotplate* dengan suhu 250°C selama ± 5 jam, dan dihitung berat sampel garam yang dihasilkan. Karakterisasi garam dilakukan secara fisik dan kimia meliputi uji hedonik, uji kadar air, uji kadar NaCl, uji bagian tidak larut air, uji kadar iodium, dan uji kadar logam. Diagram alir penelitian secara sistematis dapat dilihat pada Gambar 4.

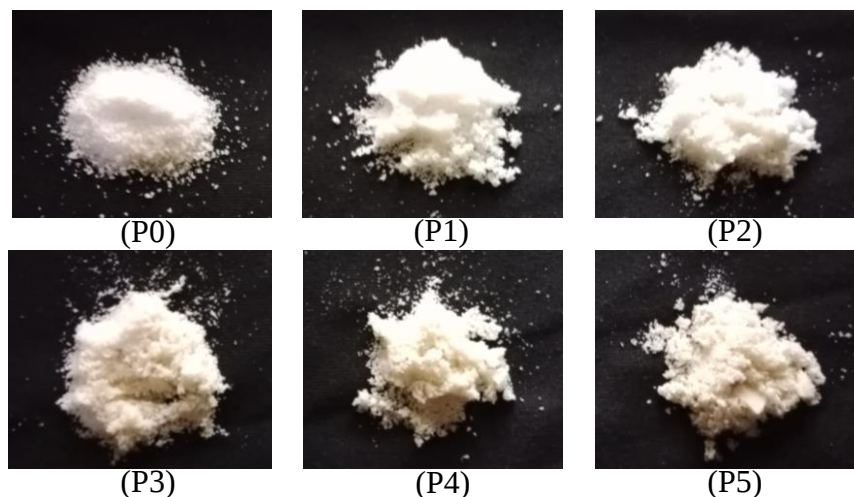


Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil

Sampel garam yang diuji dalam penelitian ini adalah garam hasil kristalisasi air *saline* bersalinitas 120 ppt sebagai perlakuan kontrol dan air hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan 1000 ekor/15 L, 1500 ekor/15 L, 2000 ekor/15 L, 2500 ekor/15 L, dan 3000 ekor/15 L. Sampel garam penelitian dapat dilihat pada Gambar 5. Sampel penelitian yang digunakan diuji dengan beberapa pengujian yang terdiri dari uji hedonik, uji kadar air, uji kadar bagian tidak larut air, uji kadar NaCl, uji kadar iodium, dan uji kadar logam berat.



Gambar 5. Sampel Garam

Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

Keterangan : (P0) Garam kontrol dari air *saline* tanpa kepadatan tebar *A. salina*, (P1) Garam dari air *saline* dengan kepadatan 1000/15 liter, (P2) Garam dari air *saline* dengan kepadatan 1500/15 liter, (P3) Garam dari air *saline* dengan kepadatan 2000/15 liter, (P4) Garam dari air *saline* dengan kepadatan 2500/15 liter, dan (P5) Garam dari air *saline* dengan kepadatan 3000/15 liter.

5.1.1 Karakteristik Fisik

Pengamatan karakteristik fisik pada sampel garam dilakukan dengan pengujian hedonik terhadap 6 perlakuan garam meliputi P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 yang dapat dilihat pada Tabel 4. Skala yang digunakan yaitu (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) netral atau biasa, (4) suka, dan (5) sangat suka. Perhitungan hasil uji hedonik dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 4. Hasil Uji Hedonik Garam

Parameter	Nilai Rata-Rata dan Standar Deviasi Uji Hedonik Garam					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Kenampakan	4,57 ± 0,50 ^{ab}	4,53 ± 0,51 ^a	4,10 ± 0,66 ^b	3,53 ± 0,57 ^c	2,87 ± 0,63 ^d	2,50 ± 0,82 ^d
Tekstur	4,37 ± 0,61 ^a	4,03 ± 0,49 ^b	3,87 ± 0,63 ^{bc}	3,67 ± 0,66 ^c	2,93 ± 0,58 ^d	2,63 ± 0,76 ^d
Bau	4,17 ± 0,59 ^a	4,27 ± 0,64 ^a	4,30 ± 0,59 ^a	3,97 ± 0,67 ^a	4,00 ± 0,72 ^a	3,83 ± 0,75 ^a
Rasa	4,17 ± 0,59 ^a	4,07 ± 0,64 ^a	4,03 ± 0,67 ^{ab}	3,70 ± 0,59 ^b	3,33 ± 0,66 ^c	2,93 ± 0,87 ^c

Keterangan :

a,b,c,d

: Notasi huruf *superscript* yang berbeda menunjukkan perbandingan antar sampel terdapat perbedaan nyata ($P < 0,05$).

Notasi huruf *superscript* yang sama menunjukkan perbandingan antar sampel tidak terdapat perbedaan nyata ($P > 0,05$).

Hasil analisis uji Kruskal Wallis pada parameter kenampakan menunjukkan $P < 0,05$, yakni ada perbedaan nyata antara perlakuan P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 sehingga perlu uji lanjut Mann-Whitney yang dilakukan untuk melihat perlakuan mana yang berbeda. Hasil dari uji lanjut Mann-Whitney menunjukkan bahwa tingkat kesukaan kenampakan terdapat perbedaan nyata ($P < 0,05$) pada garam P0 dan P1, P0 dan P2, serta P4 dan P5. Namun tidak terdapat perbedaan

nyata ($P>0,05$) pada garam P0 dan P3, P0 dan P4, P0 dan P5, P1 dan P2, P1 dan P3, P1 dan P4, P1 dan P5, P2 dan P3, P2 dan P4, P2 dan P5, P3 dan P4, serta P3 dan P5.

Hasil analisis uji Kruskal Wallis pada parameter tekstur menunjukkan $P<0,05$, yakni ada perbedaan nyata antara perlakuan P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 sehingga perlu uji lanjut Mann-Whitney yang dilakukan untuk melihat perlakuan mana yang berbeda. Hasil dari uji lanjut Mann-Whitney menunjukkan bahwa tingkat kesukaan tekstur terdapat perbedaan nyata ($P<0,05$) pada garam P0, P1 dan P3, P1 dan P4, P1 dan P5, P2 dan P4, P2 dan P5, P3 dan P4, serta P3 dan P5. Namun tidak terdapat perbedaan nyata ($P>0,05$) pada garam P1 dan P2, P2 dan P3, serta P4 dan P5.

Hasil analisis uji Kruskal Wallis pada parameter bau menunjukkan $P>0,05$, yakni tidak terdapat perbedaan nyata antara perlakuan P0, P1, P2, P3, P4, dan P5, sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut Mann-Whitney untuk menentukan perbedaan setiap perlakuan.

Hasil analisis uji Kruskal Wallis pada parameter rasa menunjukkan $P<0,05$, yakni ada perbedaan nyata antara perlakuan P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 sehingga perlu uji lanjut Mann-Whitney yang dilakukan untuk melihat perlakuan mana yang berbeda. Hasil dari uji lanjut Mann-Whitney menunjukkan bahwa tingkat kesukaan rasa terdapat perbedaan nyata ($P<0,05$) pada garam P0 dan P1, P0 dan P2, P1 dan P2, P2 dan P3, serta P4 dan P5. Namun tidak terdapat perbedaan nyata ($P>0,05$) pada garam P0 dan P3, P0 dan P4, P0 dan P5, P1 dan P3, P1 dan P4, P1 dan P5, P2 dan P4, P2 dan P5, serta P3 dan P5.

5.1.2 Karakteristik Kimia

Tabel 5. Hasil Uji Kimia Garam

Parameter	Satuan	Sampel						SNI 8207:2016
		P0	P1	P2	P3	P4	P5	
Berat	gram	199,32	207,89	220,34	204,60	211,70	205,12	-
Kadar Air	%	0,68 ± 0,001 ^d	0,47 ± 0,003 ^c *	0,36 ± 0,003 ^a *	0,49 ± 0,003 ^c *	0,41 ± 0,002 ^b *	0,48 ± 0,002 ^c *	Maks. 0,5
Kadar Natrium Klorida	%	81,06 ± 0,004 ^a	92,31 ± 0,002 ^b	93,19 ± 0,001 ^c	94,14 ± 0,000 ^d	94,91 ± 0,006 ^e	95,72 ± 0,001 ^f	Min. 97
Kadar Bagian Tidak Larut Air	%	0,09 ± 0,000 ^a *	0,10 ± 0,000 ^a *	1,04 ± 0,000 ^b	1,11 ± 0,000 ^c	1,18 ± 0,000 ^d	1,26 ± 0,000 ^e	Maks. 0,5
Kadar Iodium	mg/kg	22,26 ± 1,48 ^a	27,96 ± 3,49 ^b	30,29 ± 2,02 ^b *	36,12 ± 2,02 ^c *	32,62 ± 2,01 ^c *	29,13 ± 2,02 ^b	Min. 30
Kadar Kalsium (Ca)	%	0,84 ± 0,000 ^d	0,60 ± 0,000 ^b	0,60 ± 0,000 ^b	0,57 ± 0,000 ^a	0,58 ± 0,000 ^a	0,64 ± 0,000 ^c	Maks. 0,06
Kadar Magnesium (Mg)	%	3,34 ± 0,001 ^c	1,53 ± 0,001 ^a	1,53 ± 0,000 ^a	1,53 ± 0,000 ^a	1,61 ± 0,000 ^b	1,62 ± 0,000 ^b	Maks. 0,06
Kadar Logam Berat								
Kadar Timbal (Pb)	mg/kg	1,7 ± 0,15	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	Maks. 10
Kadar Raksa (Hg)	mg/kg	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	Maks. 0,1
Kadar Kadmium (Cd)	mg/kg	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	<0,1*	Maks. 0,5
Kadar Arsen (As)	mg/kg	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	Maks. 0,1

Keterangan :

a,b,c,d,e,f

: Notasi huruf *superscript* yang berbeda menunjukkan perbandingan antar sampel terdapat perbedaan nyata ($P < 0,05$)Notasi huruf *superscript* yang sama menunjukkan perbandingan antar sampel tidak terdapat perbedaan nyata ($P > 0,05$).

*

: Parameter yang telah memenuhi SNI 8207:2016

A. Berat Sampel

Hasil perhitungan berat sampel terhadap 6 perlakuan garam meliputi P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 dapat dilihat pada Tabel 5. Perlakuan terbaik pada parameter ini yaitu garam perlakuan P2 yang diproduksi dari hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan tebar 1500/15 L yang menghasilkan berat sampel sebesar 220,34 gram. Berdasarkan hasil perhitungan berat sampel pada garam P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 menunjukkan bahwa, P0 yaitu 199,32 gram, P1 yaitu 207,89 gram, P2 yaitu 220,34 gram, P3 yaitu 204,60 gram, P4 yaitu 211,70 gram, dan P5 yaitu 205,12 gram.

B. Kadar Air

Hasil pengujian kadar air terhadap 6 perlakuan garam meliputi P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil analisis uji ANOVA pada kadar air menunjukkan hasil $P < 0,05$ yang berarti terdapat perbedaan nyata antar perlakuan (P0, P1, P2, P3, P4, dan P5). Uji lanjut BNT dilakukan untuk mengetahui perlakuan yang berbeda. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa kadar air dari P0 berbeda nyata terhadap P2 dan P4, sedangkan antar perlakuan P1, P3, dan P5 tidak terdapat perbedaan nyata. Perlakuan terbaik pada penelitian ini yaitu garam perlakuan P2 yang diproduksi dari hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan tebar 1500/15 L yang menghasilkan nilai kadar air sebesar $0,36 \pm 0,003\%$.

Berdasarkan hasil pengujian kadar air pada garam P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 yang dibandingkan dengan SNI 8207:2016 menunjukkan bahwa kadar air P0 melebihi 0,5% yaitu $0,68 \pm 0,001\%$, sedangkan kadar air pada P1, P2, P3, P4 dan P5 tidak melebihi 0,5%, P1 yaitu $0,47 \pm 0,003\%$, P2 yaitu $0,36 \pm 0,03\%$, P3 yaitu

$0,49 \pm 0,03\%$, P4 yaitu $0,41 \pm 0,002\%$, dan P5 yaitu $0,48 \pm 0,002\%$. Perhitungan hasil uji kadar air dapat dilihat pada Lampiran 3.

C. Kadar Natrium Klorida (NaCl)

Hasil pengujian kadar natrium klorida (NaCl) terhadap 6 perlakuan garam meliputi P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil analisis uji ANOVA pada kadar natrium klorida (NaCl) menunjukkan hasil $P < 0,05$ yang berarti terdapat perbedaan nyata antar perlakuan (P0, P1, P2, P3, P4, dan P5). Uji lanjut BNT dilakukan untuk mengetahui perlakuan yang berbeda. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa kadar natrium klorida (NaCl) antar perlakuan P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 terdapat perbedaan nyata. Perlakuan terbaik pada penelitian ini yaitu garam perlakuan P5 yang diproduksi dari hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan tebar 3000/15 L yang menghasilkan nilai kadar natrium klorida (NaCl) sebesar $95,72 \pm 0,001\%$.

Berdasarkan hasil pengujian kadar air pada garam P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 yang dibandingkan dengan SNI 8207:2016 menunjukkan bahwa kadar natrium klorida (NaCl) dari seluruh perlakuan yang meliputi P0, P1, P2, P3, P4 dan P5 masih belum mencapai standar yaitu 97%. Akan tetapi terdapat peningkatan kadar natrium klorida (NaCl) seiring dengan peningkatan jumlah kepadatan tebar yang digunakan pada perlakuan sampel, P0 yaitu $81,06 \pm 0,004\%$, P1 yaitu $92,31 \pm 0,002\%$, P2 yaitu $93,19 \pm 0,001\%$, P3 yaitu $94,14 \pm 0,000\%$, P4 yaitu $94,91 \pm 0,000\%$, dan P5 yaitu $95,72 \pm 0,000\%$. Perhitungan hasil uji kadar natrium klorida (NaCl) dapat dilihat pada Lampiran 4.

D. Kadar Bagian Tidak Larut Air

Hasil pengujian kadar bagian tidak larut air terhadap 6 perlakuan garam meliputi P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil analisis uji ANOVA pada kadar bagian tidak larut air menunjukkan hasil $P < 0,05$ yang berarti terdapat perbedaan nyata antar perlakuan (P0, P1, P2, P3, P4, dan P5). Uji lanjut BNT dilakukan untuk mengetahui perlakuan yang berbeda. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa kadar bagian tidak larut air tidak memiliki perbedaan nyata pada perlakuan P0 dengan P1, sedangkan antar perlakuan P2, P3, P4, dan P5 terdapat perbedaan nyata. Perlakuan terbaik pada penelitian ini yaitu garam perlakuan P0 yang merupakan perlakuan kontrol dan diproduksi dari air laut bersalinitas 120 ppt tanpa kepadatan tebar *A. salina* yang menghasilkan nilai kadar bagian tidak larut air sebesar $0,09 \pm 0,000\%$.

Berdasarkan hasil pengujian kadar bagian tidak larut air yang dibandingkan dengan SNI 8207:2016 menunjukkan bahwa kadar bagian tidak larut air pada P0 dan P1 tidak melebihi standar 0,5%, P0 yaitu $0,09 \pm 0,000\%$, dan P1 yaitu $0,10 \pm 0,000\%$, sedangkan kadar bagian tidak larut air pada P2, P3, P4, dan P5 melebihi standar 0,5%, P2 yaitu $1,04 \pm 0,000\%$, P3 yaitu $1,11 \pm 0,000\%$, P4 yaitu $1,18 \pm 0,000\%$, dan P5 yaitu $1,26 \pm 0,000\%$. Nilai kadar bagian tidak larut air ini meningkat seiring dengan peningkatan jumlah kepadatan tebar yang digunakan pada perlakuan sampel. Perhitungan hasil uji kadar bagian tidak larut air dapat dilihat pada Lampiran 5.

E. Kadar Iodium

Hasil pengujian kadar iodium terhadap 6 perlakuan garam meliputi P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil analisis uji ANOVA pada kadar iodium menunjukkan hasil $P < 0,05$ yang berarti terdapat perbedaan nyata antar perlakuan (P0, P1, P2, P3, P4, dan P5). Uji lanjut BNT dilakukan untuk mengetahui perlakuan yang berbeda. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa kadar iodium tidak memiliki perbedaan nyata pada perlakuan P1 dengan P2 dan P5, serta P3 dengan P4, sedangkan P0 memiliki perbedaan nyata terhadap perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5. Perlakuan terbaik pada penelitian ini yaitu garam perlakuan P3 yang diproduksi dari hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan tebar 2000/15 L menghasilkan nilai kadar natrium klorida (NaCl) sebesar $36,12 \pm 2,02$ mg/kg.

Berdasarkan hasil pengujian iodium yang dibandingkan dengan SNI 8207:2016 menunjukkan bahwa kadar iodium pada P0, P1, dan P5 tidak melebihi standar 30 mg/kg, P0 yaitu $22,26 \pm 1,48$ mg/kg, P1 yaitu $27,96 \pm 3,49$ mg/kg, dan P5 yaitu $29,13 \pm 2,02$ mg/kg, sedangkan kadar iodium pada P2, P3, dan P4 telah melebihi standar 30 mg/kg, P2 yaitu $30,29 \pm 2,02$ mg/kg, P3 yaitu $36,12 \pm 2,02$ mg/kg, dan P4 yaitu $32,62 \pm 2,01$ mg/kg. Perhitungan hasil uji kadar iodium dapat dilihat pada Lampiran 6.

F. Kadar Kalsium (Ca)

Hasil pengujian kadar kalsium (Ca) terhadap 6 perlakuan garam meliputi P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil analisis uji ANOVA pada kadar kalsium (Ca) menunjukkan hasil $P < 0,05$ yang berarti terdapat perbedaan nyata antar perlakuan (P0, P1, P2, P3, P4, dan P5). Uji lanjut BNT

dilakukan untuk mengetahui perlakuan yang berbeda. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa kadar kalsium (Ca) tidak memiliki perbedaan nyata pada perlakuan P1 dengan P2, serta P3 dengan P4, sedangkan antar perlakuan P0 dan P5 memiliki perbedaan nyata. Perlakuan terbaik pada penelitian ini yaitu garam perlakuan P3 yang diproduksi dari hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan tebar 2000/15 L menghasilkan nilai kadar kalsium (Ca) sebesar $0,57 \pm 0,000\%$.

Berdasarkan hasil pengujian kalsium (Ca) yang dibandingkan dengan SNI 8207:2016 menunjukkan bahwa kadar kalsium (Ca) dari seluruh perlakuan yang meliputi P0, P1, P2, P3, P4 dan P5 masih melebihi standar yaitu maksimal 0,06%. Akan tetapi terdapat penurunan kadar kalsium (Ca) pada sampel garam yang diproduksi dari hasil kultur *A. salina* dengan perlakuan perbedaan kepadatan tebar apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol, P0 yaitu $0,84 \pm 0,000\%$, P1 yaitu $0,60 \pm 0,000\%$, P2 yaitu $0,60 \pm 0,001\%$, P3 yaitu $0,57 \pm 0,000\%$, P4 yaitu $0,58 \pm 0,000\%$, dan P5 yaitu $0,64 \pm 0,000\%$. Hasil uji kadar kalsium (Ca) dapat dilihat pada Lampiran 7.

G. Kadar Magnesium (Mg)

Hasil pengujian kadar magnesium (Mg) terhadap 6 perlakuan garam meliputi P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil analisis uji ANOVA pada kadar magnesium (Mg) menunjukkan hasil $P < 0,05$ yang berarti terdapat perbedaan nyata antar perlakuan (P0, P1, P2, P3, P4, dan P5). Uji lanjut BNT dilakukan untuk mengetahui perlakuan yang berbeda. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa kadar kalsium (Ca) tidak memiliki perbedaan nyata pada perlakuan P1 dengan P2 dan P3, serta P4 dengan P5, sedangkan perlakuan P0 memiliki perbedaan nyata terhadap perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5. Perlakuan

terbaik pada penelitian ini yaitu garam perlakuan P1, P2, dan P3 yang diproduksi dari hasil samping kultur kista *A. salina* dengan kepadatan tebar 1000/15 L, 1500/15L, dan 2000/15 L yang menghasilkan nilai kadar magnesium sebesar $1,53 \pm 0,000\%$.

Berdasarkan hasil pengujian magnesium (Mg) pada yang dibandingkan dengan SNI 8207:2016 menunjukkan bahwa kadar magnesium (Mg) dari seluruh perlakuan yang meliputi P0, P1, P2, P3, P4 dan P5 masih melebihi standar yaitu maksimal 0,06%. Akan tetapi terdapat penurunan kadar magnesium (Mg) pada sampel garam yang diproduksi dari hasil kultur *A. salina* dengan perlakuan perbedaan kepadatan tebar apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol, P0 yaitu $3,34 \pm 0,000\%$, P1 yaitu $1,53 \pm 0,001\%$, P2 yaitu $1,53 \pm 0,000\%$, P3 yaitu $1,53 \pm 0,000\%$, P4 yaitu $1,61 \pm 0,000\%$, dan P5 yaitu $1,62 \pm 0,000\%$. Hasil uji kadar magnesium (Mg) dapat dilihat pada Lampiran 8.

H. Kadar Logam Berat (Pb, Hg, Cd, As)

Hasil pengujian kadar logam berat yang meliputi timbal (Pb), raksa (Hg), kadmium (Cd), and arsen (As) terhadap 6 perlakuan garam yaitu P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan hasil pengujian logam berat yang dibandingkan dengan SNI 8207:2016 menunjukkan bahwa kadar timbal (Pb) pada Cd pada sampel P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 tidak melebihi standar 10 mg/kg yaitu sebesar $<0,1$ mg/kg. Kadar raksa (Hg) pada sampel P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 tidak melebihi standar 0,1 mg/kg yaitu sebesar $<0,001$ mg/kg. Kadar cadmium (Cd) pada sampel P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 tidak melebihi standar 0,5 mg/kg yaitu sebesar $<0,1$ mg/kg. Kadar arsen (As) pada sampel P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 tidak melebihi

standar 0,1 mg/kg yaitu sebesar $<0,001$ mg/kg. Hasil uji kadar logam berat Pb, Cd, Hg, As dapat dilihat pada Lampiran 9.

5.2 Pembahasan

Hasil pengujian hedonik dilakukan terhadap 4 parameter meliputi kenampakan, tekstur, rasa, dan bau garam untuk mengukur tingkat kesukaan terhadap garam dengan menggunakan lembar dan skala penilaian yang disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengujian hedonik dilakukan oleh 30 panelis. Menurut Purwati dkk. (2020), hasil hedonik tidak sepenuhnya menjamin kebenaran, karena uji hedonik bersifat subjektif dan setiap panelis memiliki preferensi kesukaan masing-masing. Oleh sebab itulah pengujian hedonik direpresentasikan dengan kuantitas untuk menentukan rerata jawaban dari keseluruhan jumlah panelis yang digunakan.

Menurut Amanto dkk. (2015) kenampakan merupakan atribut sensori pertama yang dapat langsung diamati panelis karena kenampakan dapat diartikan sebagai suatu sensasi sensoris karena ada rangsangan dari berkas energi radiasi yang jatuh ke indera penglihatan. Parameter kenampakan dari keenam perlakuan P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 menunjukkan tingkat kesukaan yang berbeda-beda. Hal tersebut dapat dilihat dari corak warna yang berhubungan dengan proses penyaringan dan rekristalisasi yang dilakukan (Rositawati, 2013). Perlakuan P0 dan P1 lebih disukai panelis dengan nilai 4,5. Hal ini dikarenakan P0 merupakan garam kontrol dan P1 yang diproduksi dari air hasil samping kultur *A. salina* kepadatan tebar 1000/15 L memiliki warna putih bersih seperti garam komersial, sedangkan P2, P3, P4, dan P5 mendapatkan nilai yang menurun secara bertahap. Hal ini dikarenakan keempat garam tersebut berwarna kusam.

Perbedaan warna pada garam yang dihasilkan dipengaruhi oleh kepadatan tebar dari air hasil samping yang digunakan. Hal ini dapat dijelaskan karena seiring dengan peningkatan kepadatan tebar, maka kandungan bahan organik seperti feses, sisa pakan, dan sisa cangkang/eksoskeleton *A. salina* akan meningkat. Kandungan sisa cangkang/eksoskeleton ini kemudian dapat berubah warna menjadi kecoklatan selama proses pemanasan (Junaidi, 2016). Hal ini diperkuat dengan pernyataan Martina (2016) yang menyatakan bahwa warna garam yang kusam atau tidak putih menunjukkan masih ada pengotor tak larut berupa debu atau lumpur yang terkandung di dalam garam akibat dari proses penyaringan dan pemanasan yang kurang maksimal dalam proses kristalisasi.

Parameter tekstur dari keempat perlakuan menunjukkan tingkat kesukaan yang berbeda-beda. Perlakuan P0 dan P1 lebih disukai panelis dengan nilai 4. Hal ini dikarenakan P0 merupakan garam kontrol dan P1 yang diproduksi dari air hasil samping kultur *A. salina* kepadatan tebar 1000/15 L memiliki tekstur kecil dan halus. Sedangkan P2, P3, P4, dan P5 mendapatkan nilai yang menurun secara bertahap karena tekstur nya yang relatif kasar, akan tetapi seluruh garam perlakuan P0, P1, P2, P3, P4, dan P5 memiliki tesktur yang lebih halus dibandingkan dengan garam tradisional atau garam krosok.

Perbedaan tekstur pada garam yang dihasilkan tidak dipengaruhi oleh kepadatan tebar air hasil samping yang digunakan. Hal ini dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti jumlah bahan terlarut, proses penguapan, tekanan dan suhu pada proses kristalisasi (Garcia-Gomez *et al.* 2018). Semakin tinggi jumlah bahan terlarut dalam air dan semakin besar tekanan yang diberikan pada bahan, semakin besar kristal akan tumbuh. Jika air menguap perlahan dari larutan, kristal yang

terbentuk relatif sedikit, dan kristal ini memiliki waktu untuk tumbuh cukup besar sebelum airnya hilang. Hal ini berbanding terbalik jika air menguap dengan cepat, lebih banyak kristal mulai tumbuh, tetapi mereka tidak punya waktu untuk membentuk kristal lebih besar. Garam yang diproduksi secara tradisional menggunakan sistem pemanasan geothermal yang tidak merata, dan tidak dilakukan proses pengadukan secara berkala sehingga kristal garam yang terbentuk kasar dan besar-besar (Purwati dkk. 2020). Hal ini berbeda dengan garam industri yang diproduksi dengan memperhatikan energi termal kinetik yang digunakan. Menurut penelitian Firmansyah (2018), bentuk partikel garam dipengaruhi oleh energi kinetik termal partikel selama proses pemanasan air dengan suhu tinggi. Tingginya energi kinetik yang digunakan pada proses kristalisasi dapat membuat kristal garam terbentuk halus, karena ada tekanan dari energi kinetik partikel air yang memecahkan kristal garam menjadi lebih kecil.

Parameter bau dari keenam perlakuan garam menunjukkan nilai kesukaan yang relatif sama, panelis memberikan nilai 4 yang artinya bau garam disukai seperti bau garam pada umumnya. Bau atau aroma pada garam umumnya normal tidak berbau. Parameter bau ini tidak dipengaruhi oleh kepadatan tebar air hasil samping yang digunakan, akan tetapi aroma garam yang tak diinginkan dapat muncul akibat pengaruh wadah pembungkus, bahan pencemar dalam bahan baku yaitu air laut, perlakuan saat penyimpanan, dan waktu penyimpanan garam (Purwati, 2020).

Parameter rasa dari enam perlakuan garam menunjukkan hasil nilai kesukaan yang mengalami penurunan seiring dengan jumlah kepadatan tebar dari perlakuan. Perlakuan P0, P1, P2, dan P3 mendapatkan nilai kesukaan tinggi sebesar

4 sedangkan perlakuan P4 dan P5 mendapatkan nilai kesukaan lebih rendah sebesar 3. Perbedaan rasa pada garam yang dihasilkan dipengaruhi oleh kepadatan tebar air hasil samping yang digunakan. Menurut Abdullah (2018), perbedaan rasa pada garam dapat disebabkan oleh kemunculan rasa pahit pada garam akibat kandungan $MgCl_2$ yang terlalu pekat maupun bahan organik seperti feses, sisa pakan, dan sisa cangkang/eksoskeleton yang tinggi. Kandunga tersebut semakin banyak seiring dengan peningkatan kepadatan tebar dari *A. salina* (Junaidi, 2016).

Berat sampel garam didapat melalui proses penimbangan senyawa padatan hasil kristalisasi selama proses pemanasan/evaporasi air *saline* berlangsung. Kuantitas garam tidak dipengaruhi oleh kepadatan tebar *A. salina*, akan tetapi dipengaruhi oleh lama waktu pada proses evaporasi. Menurut Shahidzadeh-Bonn *et. al.* (2008), pembentukan kristal garam terjadi pada saat larutan mencapai titik jenuh sehingga anhidrat garam akan mulai terbentuk seiring dengan peningkatan laju penguapan dalam mengeliminasi kadar air larutan. Laju pembentukan anhidrat kristal garam pada proses evaporasi sebesar 6×10^{-6} gr/menit. Perbedaan berat sampel yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh lama waktu pemanasan yang digunakan maupun karakteristik kadar air garam. Semakin lama waktu pemanasan larutan air *saline* maka kuantitas anhidrat kristal garam yang terbentuk semakin besar, namun karakteristik kadar air semakin menurun disebabkan banyaknya jumlah air bebas yang tereleminisasi selama proses penguapan berlangsung (Senduk dkk., 2020).

Kadar air merupakan jumlah air bebas yang berada di dalam suatu bahan pangan yang dapat ditentukan melalui perbandingan jumlah berat sesudah pemanasan dengan sebelum pemanasan. Pemanasan dilakukan menggunakan suhu

$\pm 120^{\circ}\text{C}$ yang dapat menyebabkan terjadinya kehilangan air dan zat-zat mudah menguap lain sehingga kekurangan berat tersebut dapat dihitung sebagai berat air (Deglas dan Yosefa, 2020). Penurunan kadar air berbanding lurus dengan waktu pemanasan. Semakin lama waktu yang digunakan pada saat pemanasan, maka kadar air pada suatu bahan semakin berkurang dan semakin tinggi suhu yang digunakan pada saat pengeringan, maka waktu yang diperlukan oleh suatu bahan untuk dapat mengering akan semakin cepat (Amanto dkk., 2015).

Berdasarkan SNI 8207:2016 kadar air pada garam maksimal 0,5%. Hasil pengujian kadar air pada perlakuan kontrol (P0) masih memiliki kadar melebihi standar yaitu $0,68 \pm 0,001\%$ dan kadar air pada garam P1, P2, P3, P4, dan P5 menghasilkan kadar air yang tidak melebihi 0,5%. Perbedaan kadar air pada garam dapat disebabkan oleh jumlah kandungan zat pengotor Ca dan Mg yang erat kaitannya dengan kepadatan tebar *A. salina*. Zat pengotor Ca pada garam seperti CaCl_2 dan CaSO_4 memiliki sifat higroskopis sehingga memiliki tendensi dalam meningkatkan kemampuan garam untuk menyerap air (Murni dkk., 2011). Senyawa-senyawa Mg seperti MgCl_2 dan MgSO_4 yang terkandung di dalam garam juga memiliki kemampuan dalam menyerap air sehingga apabila garam pada udara terbuka dengan kelembaban tinggi akan mampu menyerap air dalam jumlah yang banyak dan akan meningkatkan kandungan air pada garam (Saksono, 2002). Berdasarkan hal tersebut, kadar air garam menurun seiring dengan penurunan kandungan senyawa Ca dan Mg yang berbanding lurus dengan peningkatan kepadatan tebar *A. salina*.

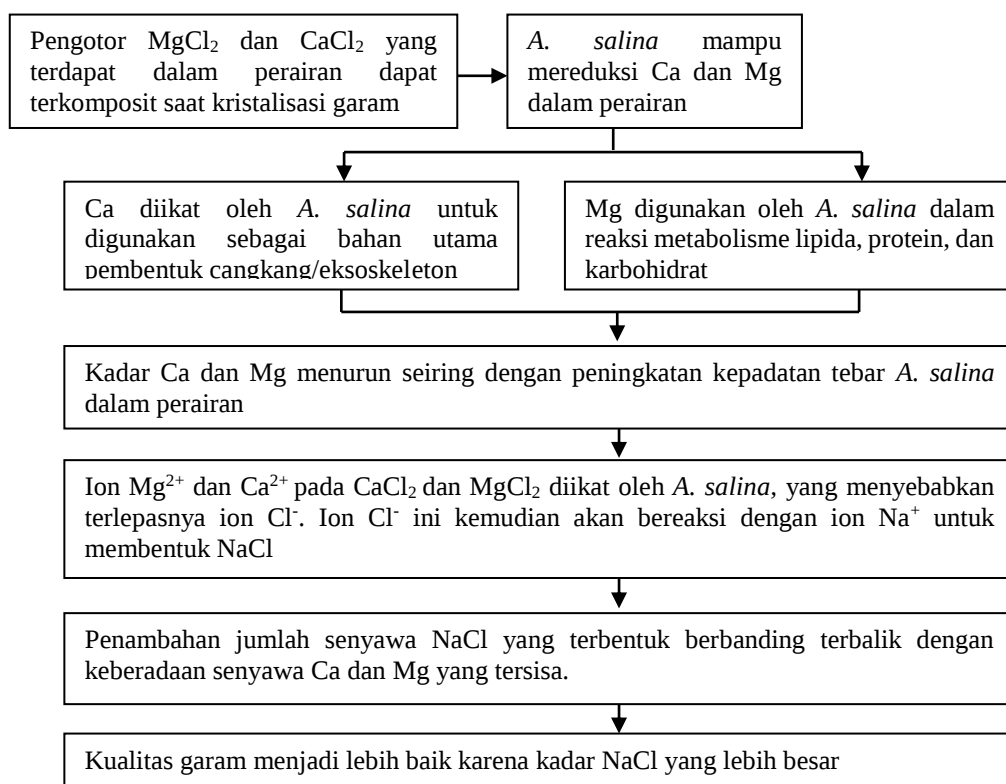
Karakteristik garam kerap diidentikkan oleh kandungan natrium klorida (NaCl) sebagai penyusun utama selain zat-zat pengotor seperti CaCl_2 , MgCl_2 ,

CaSO_4 , dan MgSO_4 . Zat-zat pengotor tersebut terikat dengan pelarut sehingga dapat tersuspensi dan dipisahkan melalui penyaringan. Garam dapat dihasilkan melalui proses penjemuran larutan garam selama proses evaporasi hingga titik-titik anhidrat kristal garam terbentuk yang disebut proses kristalisasi. Pengaturan suhu dan lama waktu evaporasi dapat menentukan kuantitas dan bentuk kristal garam yang dihasilkan (Shahidzadeh-Bonn *et. al.* 2008). Kadar natrium klorida pada garam dapat dipengaruhi oleh kepekatan dari air laut yang digunakan untuk membuat garam dan lokasi air laut tersebut diambil (Hoiriyah, 2019). Air laut pada setiap lokasi memiliki salinitas berbeda-beda yang disebabkan oleh banyak faktor yaitu suhu, intensitas cahaya matahari, kelembaban, kontribusi air tawar dari darat, dan curah hujan (Batafor, 2020).

Berdasarkan SNI 8207:2016 kadar NaCl garam industri aneka pangan yaitu minimal 97%. Hasil pengujian kadar NaCl menunjukkan hasil bahwa keenam perlakuan masih belum memenuhi standar dengan perlakuan terbaik pada P5 sebesar $95,72 \pm 0,001\%$. Hal ini disebabkan karena garam tersebut masih mengandung zat-zat pengotor. Zat pengotor tersebut dapat berupa pengotor yang tidak larut dalam air seperti tanah, pasir, dan debu. Selain itu, terdapat juga pengotor yang larut dalam air. Pengotor yang larut dalam air yaitu pengotor berupa ion yang paling banyak adalah Ca^{2+} dan Mg^{2+} (Gemati dkk., 2013). Walaupun belum memenuhi standar garam industri aneka pangan, kandungan NaCl dari beberapa perlakuan sampel meliputi P3, P4, dan P5 dapat memenuhi SNI 3556:2016 tentang garam konsumsi beryodium yaitu sebesar 94%.

Berdasarkan hasil pengujian kadar NaCl menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kandungan natrium klorida (NaCl) seiring dengan peningkatan jumlah

padat tebar pada air hasil sampung kultur *A. salina* yang digunakan. Pada perlakuan kontrol P0 memiliki kandungan NaCl sebesar $81,06 \pm 0,004\%$ mengalami peningkatan secara bertahap hingga perlakuan P5 sebesar $95,72 \pm 0,001\%$ yang memiliki kepadatan tebar tertinggi yaitu 3000/15 L. Peningkatan kadar natrium klorida disebabkan adanya kecenderungan *A. salina* dapat berperan sebagai reduktor alami terhadap logam alkali yang berada di perairan, meliputi kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Berdasarkan penelitian Gozen *et al.* (2017), penurunan jumlah kalsium dan magnesium akan meningkatkan kemampuan ion Cl^- bereaksi dengan ion Na^+ dalam membentuk senyawa NaCl. Ion Cl^- ini awalnya berikatan dengan ion Mg^{2+} dan Ca^{2+} dalam bentuk CaCl_2 dan MgCl_2 yang diidentifikasi sebagai zat pengotor pada garam. Mekanisme pengikatan zat pengotor dan peningkatan kadar NaCl pada garam dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Mekanisme Pengikatan Zat Pengotor dan Peningkatan Kadar NaCl Pada Garam

Bagian tidak larut air merupakan bahan pengotor pada garam yang tidak dapat larut dalam air seperti debu, tanah, pasir, sisa pakan dan sisa cangkang/eksoskeleton (Junaidi, 2016; Sumada dkk., 2016). Berdasarkan SNI 8207:2016 kadar bagian tidak larut air maksimal 0,5%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar bagian tidak larut air perlakuan kontrol (P0) dan P1 telah memenuhi standar, akan tetapi untuk perlakuan P2, P3, P4 dan P5 melebihi standar yang ditetapkan. Hal ini dikarenakan masih banyak kotoran yang bercampur dengan garam. Peningkatan jumlah kepadatan tebar pada air hasil samping kultur *A. salina* berbanding lurus dengan jumlah bagian tidak larut air yang masih dapat lolos pada saat proses penyaringan. Menurut Tuhuloula (2006), senyawa-senyawa yang sukar larut dalam air memiliki kecenderungan untuk memisah dari larutan yang mudah bercampur dengan garam pada saat kristalisasi dan menyebabkan kadar bagian tidak larut dalam garam akan meningkat.

Kadar bagian tidak larut air yang tinggi menyebabkan sampel garam berwarna kusam. Hal ini dapat diantisipasi dengan melakukan proses pemurniaan atau pencucian berulang (Rositawati dkk, 2013; Sumada dkk., 2016). Pemurnian memiliki prinsip yaitu memurnikan zat yang dilarutkan dalam suatu pelarut kemudian dipanaskan dan diuapkan kembali. Bahan pengotor yang tidak larut dipisahkan dengan cara penyaringan, sedangkan bahan *impurities* yang mudah larut akan berada dalam larutan sehingga garam yang dihasilkan akan berwarna lebih bersih (Rusiyanto, 2013). Sumada dkk. (2016), menambahkan bahwa pemutihan warna juga dapat dilakukan secara kimia dengan menambahkan bahan kimia seperti natrium karbonat (Na_2CO_3), dinatrium fosfat (Na_2HPO_4), natrium hidroksida

(NaOH), barium klorida (BaCl_2), kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), dan natrium oksalat ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$).

Iodium merupakan salah satu mineral penting yang dibutuhkan oleh tubuh. Mutu garam yang rendah dapat menyebabkan masalah kesehatan masyarakat yang mengakibatkan masalah kesehatan yaitu Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI) pada masyarakat yang menderita akan mengakibatkan hormon tiroid dalam darahnya menurun yang berlanjut akan mengakibatkan sel kelenjar tiroid membesar sehingga menderita gondok (Hartini, 2019). Senyawa iodium yang difortifikasi ke dalam garam adalah KIO_3 (Kalium Iodat) dibanding dengan KI (Kalium Iodida) kalium iodat adalah senyawa yang lebih stabil tetapi, kalium iodat merupakan senyawa yang mudah menguap dan larut dalam air (Subhan, 2014).

Berdasarkan hasil kadar iodium pada keenam perlakuan garam menunjukkan bahwa garam P2, P3 dan P4 telah memenuhi standar dengan kadar iodium lebih dari 30 mg/kg, dengan kadar iodium tertinggi pada perlakuan P3 yaitu $36,12 \pm 2,01$ mg/kg, sedangkan kadar iodium garam P0, P1, dan P5 tidak memenuhi standar kurang dari 30 mg/kg. Rendahnya kadar iodium pada garam disebabkan karena belum dilakukan penambahan iodium atau proses iodisasi. Jumlah iodium pada garam tidak dipengaruhi oleh kepadatan tebar *A. salina* yang digunakan. Menurut Karwiti, (2018) proses peningkatan iodium hanya dapat dilakukan dengan melakukan iodisasi terhadap garam secara kimiawi, namun menurut Lu *et al.* (2005), iodium dapat ditemukan secara alami. Hal ini dikarenakan air laut secara alami telah mengandung iodium dalam jumlah cukup yang dipengaruhi oleh sedimentasi dan topografi laut, maka perbedaan lokasi laut dapat menghasilkan garam dengan karakteristik iodium berbeda. Pada umumnya iodium alami dapat

ditemukan berbentuk natrium iodida (NaI) yang mudah terkomposit dan ikut terkristalisasi bersama kristal natrium klorida saat proses kristalisasi garam sehingga menyebabkan kadar iodium meningkat secara alami.

Kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) merupakan zat pengotor pada garam yang berbentuk kalsium klorida (CaCl_2), kalsium sulfat (CaSO_4), magnesium klorida (MgCl_2), dan magnesium sulfat (MgSO_4) (Andika dkk., 2020). Kadar mineral yang tinggi pada garam dapat disebabkan oleh faktor lingkungan seperti kondisi topografis tanah perairan, kelimpahan organisme, bebatuan, serta cuaca (Fayet-Moore *et al.* 2020). Kadar mineral Ca maupun Mg yang tinggi pada garam dapat menyebabkan kualitas garam menjadi rendah karena dapat menurunkan kadar NaCl pada garam (Dawa dkk., 2021). Peningkatan kualitas garam dapat dilakukan dengan mengikat zat pengotor yang terkandung dalam garam sehingga dapat meningkatkan kadar NaCl pada garam tersebut (Gemati dkk., 2013).

Pengujian kadar kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) menunjukkan hasil yang melebihi standar SNI 8207:2016 kadar Ca dan Mg yaitu maksimal 0,06%, akan tetapi kadar Ca dan Mg mengalami penurunan dibandingkan dengan sampel kontrol. Garam kontrol (P0) masih memiliki kadar yang cukup tinggi yaitu $0,84 \pm 0,000\%$ dan $3,34 \pm 0,001\%$. Kadar Ca dan Mg yang tinggi ini juga berpengaruh terhadap kemurnian garam sehingga kandungan natrium klorida lebih kecil. Menurut Rusiyanto dkk. (2013), zat pengotor kalsium berbentuk sangat halus dan memiliki kemampuan mengendap yang lama sehingga pada saat pengkristalan garam, Ca tersebut juga ikut terkristal sehingga garam memiliki kemurnian yang rendah akibat adanya zat pengotor tersebut, sedangkan Mg mudah terbawa dan melekat di luar kristal garam.

Jumlah kepadatan tebar yang digunakan pada kultur *A. salina* menentukan optimalitas penurunan kadar Ca dan Mg dikarenakan padat tebar pada produksi kista *A. salina* dapat berperan sebagai reduktor alami terhadap logam alkali yang berada di perairan (Dewantisari, 2007). Seluruh perlakuan sampel P1, P2, P3, P4, dan P5 mengalami penurunan kadar Ca dan Mg dibandingkan perlakuan kontrol P0 dengan hasil kadar Ca terbaik pada perlakuan P3 sebesar $0,57 \pm 0,000\%$ dan kadar Mg terbaik pada perlakuan P1, P2, dan P3 sebesar $1,53 \pm 0,000\%$. Perlakuan P3 dengan kepadatan tebar 2000/15 L dianggap sebagai padat tebar optimal dalam mereduksi kadar Ca dan Mg pada garam yang dihasilkan.

Logam berat merupakan zat pengotor yang berbahaya karena bersifat toksik dan tidak dapat terurai (Setiawan, 2013). Logam berat dapat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan manusia saat terikat di dalam tubuh manusia dengan besar dosis paparan tertentu. Efek toksik logam berat dapat menghalangi kerja enzim sehingga dapat mengganggu metabolisme tubuh dan menyebabkan alergi (Suyanto dkk., 2010). Menurut Bhat *et. al.* (2019), toksisitas logam berat pada manusia yaitu dapat merusak fungsi otak, ginjal, paru-paru, hati, dan organ penting yang lain. Tingkatan toksisitas logam berat terhadap kesehatan manusia dari yang paling toksik antara lain Hg, Cd, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, Zn (Widowati *et al.*, 2008).

Pengujian logam berat yang dilakukan terhadap enam sampel menunjukkan hasil bahwa kadar logam berat Pb, Hg, Cd, dan As telah memenuhi SNI 8207:2016 yaitu sebesar 10 mg/kg untuk timbal (Pb), 0,1 mg/kg untuk raksa (Hg) dan arsen (As), serta 0,5 mg/kg untuk cadmium (Cd). Menurut Said (2010), penurunan timbal (Pb) di dalam air dapat melalui pengendapan sebagai karbonat yaitu pada pH sekitar 7,5-8,5. Timbal karbonat (PbCO_3) cenderung membentuk

endapan seperti kristal. Endapan yang terbentuk ini dapat dihilangkan pada saat proses penyaringan. Hasil pengujian logam berat tersebut menunjukkan bahwa garam seluruh perlakuan aman untuk dikonsumsi dan tidak mengganggu kesehatan manusia. Penurunan kadar arsen (As) sangat dipengaruhi oleh suasana pH perairan. Pada perairan dengan kadar pH 7-8 dapat mencegah fluktuasi kenaikan konsentrasi Arsen (As).

Berdasarkan hasil penelitian ini, garam dengan kualitas karakteristik terbaik diproduksi dari air *saline* dengan kepadatan tebar 3000 ekor/15 liter. Pada kepadatan tebar ini, kadar natrium klorida (NaCl) berada pada titik tertinggi yaitu $95,72 \pm 0,001\%$. Kadar NaCl merupakan parameter utama dalam menentukan kemurnian dan kualitas dari garam, yang kemudian diikuti dengan penilaian parameter lainnya. Pada kepadatan tebar ini, kadar bagian tidak larut nya masih tergolong tinggi sehingga kadar magnesium dan kalsium juga belum dapat memenuhi standar. Menurut Sumada dkk. (2016), parameter yang belum tercapai tersebut dapat diatasi dengan melakukan pemurnian untuk menurunkan kadar bagian tidak larut air, kalsium dan magnesium sehingga dapat meningkatkan kadar NaCl hingga 97%. Pemurnian dapat dilakukan dengan penambahan senyawa kimia seperti natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na_2CO_3), maupun zeolite.

Pemurnian juga dapat dilakukan untuk memperbaiki karakteristik fisik garam. Proses pemurnian memanfaatkan prinsip rekristalisasi yang merupakan metode pemurnian zat padat dari pengotornya melalui pengkristalan zat kembali setelah dilarutkan dalam pelarut yang sesuai. Tujuan dari metode rekristalisasi ini yaitu untuk pemisahan dan pemurnian sehingga menghasilkan produk kristal sesuai standar yang diinginkan dengan kenampakan yang lebih baik (Umam, 2019).

VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Perbedaan kepadatan tebar *Artemia salina* dapat mempengaruhi karakteristik fisik dan kimia garam yang dihasilkan. Berdasarkan SNI 8207:2016, seluruh perlakuan telah memenuhi parameter kadar air dan kadar logam berat. Beberapa perlakuan telah memenuhi standar untuk parameter kadar iodium dan kadar bagian tidak larut air, sedangkan semua perlakuan masih belum memenuhi standar untuk parameter kadar NaCl, kadar kalsium, dan kadar magnesium.
2. Kepadatan tebar *A. salina* paling optimal dalam menghasilkan garam dengan kualitas terbaik adalah 3000 ekor per 15 liter.

6.2 Saran

Saran penelitian ini adalah dapat dilakukan penelitian lanjut untuk membuat parameter kadar natrium klorida (NaCl) dapat memenuhi standar sesuai SNI 8207:2016 pada perlakuan kepadatan tebar 3000/15 liter dengan melakukan optimasi proses pemurnian untuk menurunkan kadar bagian tidak larut air, kadar kalsium, dan kadar magnesium.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Z. A., dan Susandini, A. 2018. Media Produksi (Geomembrane) Dapat Meningkatkan Kualitas Dan Harga Jual Garam (Study Kasus: Ladang Garam Milik Rakyat Di Wilayah Madura). *Eco-E Rusiyanto*, 3 (2).
- Amanati, Luthfi. 2017. Karakteristik Kandungan KIO_3 Pada Garam Konsumsi Beryodium yang Beredar di Kota Blitar. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 2 (2) : 67-70.
- Amanto, B.S., Siswanti, dan A. Atmaja. 2015. Kinetika Pengeringan Temu Giring (*Curcuma hyenena* Valetton & van Ziip) Menggunakan Cabinet Dryer Dengan Perlakuan Pendahuluan Blanching. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian* 8 (3) : 107-114.
- Auliyah, N., dan Latjolai, M. 2019. Kesesuaian Lahan Tambak Garam Di Desa Siduwonge Kecamatan Randangan Kabupaten Pohuwato. *Gorontalo Fisheries Journal*, 2 (1) : 29-36.
- Badan Pusat Statistik, 2020. Impor Garam Menurut Negara Asal Utama 2010-2019 dan Kebutuhan Garam di Indonesia. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 8207: 2016 Tentang Garam Industri Aneka Pangan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 13 hal.
- Bahari, M. C., Djoko, S., dan Sahala, H. 2014. Pengaruh Suhu dan Salinitas Terhadap Penetasan Kista *A. salina* Skala Laboratorium. *Diponegoro Journal of Management of Aquatic Resources*, 3 (4) : 188-194.
- Batafor, Y.M.J. 2020. Identifikasi Permasalahan Produksi Garam Lokal di Kabupaten Flores Timur. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 5(2): 71-76.
- Bhat, S.A. 2019. Heavy Metal Toxicity and Their Harmful Effects on Living Organisms. *International Journal of Medical Science and Diagnosis Research*, 3(1) : 106-122.
- Bigiani, Albertino. 2020. Salt Taste. *The Senses: A Comprehensive Reference*. 2nd edition. Academic Press. Cambridge. pp. 243-263.
- Dawa, U.P.L., M.M. Lakapu., dan R.D.B. Fallo. 2021. Analisis Mutu Garam Masak Tradisional pada Kelompok Tiberias di Kelurahan Oesapa Barat, Kota Kupang. *Jurnal Bahar Papadak*, 2(2): 154-162.
- Deglas, W dan F. Yosefa. 2020. Pengujian Kadar Yodium, NaCl, dan Kadar Air pada Dua Merek Garam Konsumsi. *Jurnal Pertanian dan Pangan*, 2(1): 16-21.
- Dewatisari, W. F. 2007. Pengaruh Padat Penebaran Nauplii Dengan Pakan Silase Ikan Juwi Terhadap Produk Biomassa *Artemia franciscana*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Erwanto, D., Utomo, Y. B., Fiolana, F. A., dan Yahya, M. 2018. Pengolahan Citra Digital untuk Menentukan Kadar Asam Askorbat pada Buah dengan Metode Titration Iodimetri. *Multitek Indonesia*, 12 (2): 73-84.
- Fayet-Moore, F., Cinthya W., Prudence C., Emily D., Peter P., Graham L., Joanna M., Skye M., and Michelle B. 2020. An Analysis of the Mineral Composition of Pink Salt Available in Australia. *Journal Foods*, 9 (1) : 1-15.
- Febrianto, J., Mohamad, Y. J. P., dan Roh S. B. W. 2016. Pengolahan Air Limbah Budidaya Perikanan Melalui Proses Anaerob Menggunakan Material Bambu. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1 (2) : 83-90.
- Firmansyah, J. 2018. Eksplanasi Air Mendidih dalam Suhu Ruang. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 1 (1) : 75-79.
- Garcia-Gomez, B. , A. Romero-Rodriguez, L. Vazquez-Oderiz, N. Munos-Ferreiro, and M. Vazquez. 2018. Sensory Evaluation Of Low-Fat Yoghurt Produced With Microbial Transglutaminase And Comparison With Physicochemical Evaluation. *Journal Science Food Agriculture*. 99 (5) : 2088-2095.
- Gozen, M., Siti, F. R., and Hermawan. 2017. Effect of Salinity and Density of A. salina on Magnesium and Calcium Impurities Level in Salt Production. *International Journal of Pharma Bio Sciences*, 8 (4) : 127-134.
- Gemati, A., Gunawan., dan Khabibi. 2013. Pemurnian Garam NaCl melalui Metode Rekristalisasi Garam Krosok dengan Penambahan Na_2CO_3 , NaOH dan Polialuminium Klorida untuk Penghilangan Pengotor Ca^{2+} dan Mg^{2+} . *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 16 (2) : 50-54.
- Hartati, R., Supriyo, E., dan Zainuri, M. 2014. Yodisasi Garam Rakyat dengan Sistem Screw Injection. *Jurnal Gema Teknologi*, 17 (4) : 160-163.
- Hartini, D., Sartono, A., dan Mufnaetty, M. 2019. Kualitas dan Cara Pengelolaan Garam Iodium Keluarga. *Jurnal Gizi*, 8(1).
- Hefni, Effendi. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisiun. Yogyakarta. 257 hal.
- Herman, H., dan Joetra, W. 2015. Pengaruh Garam Dapur (NaCl) Terhadap Kembang Susut Tanah Lempung. *Jurnal Momentum*, 17 (1) : 13-20.
- Hoiriyah, Y. U. 2019. Peningkatan Kualitas Produksi Garam Menggunakan Teknologi Geomembran. *Jurnal Studi dan Manajemen Bisnis*, 6 (2) : 35-42.
- Huljani, M., dan Rahma, N. 2018. Analisis Kadar Klorida Air Sumur Bor Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) II Musi II Palembang dengan Metode Titration Argentometri. *Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 2 (2) : 5-9.

- Inguglia, E. S., Zhang, Z., Tiwari, B. K., Kerry, J. P., and Burgess, C. M., 2017. Salt Reduction Strategies in Processed Meat Products – A Review. *Trends Food Science Technology*, 59 (1) : 70-78.
- Inguglia, E. S., Joseph, P. K., Catherine, M. G., and Brijesh, K. T. 2018. Salts and Salt Replacers. *Encyclopedia of Food Chemistry*. Cambridge. pp. 235-239.
- Jaya, N. T. S. P., Retno, H., dan Widianingsih. 2016. Produksi Garam dan Bittern di Tambak Garam. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19 (1) : 43-47.
- Jubaedah, D., Djokosetianto, D., dan Soni, A. F. M. 2006. Jumlah dan Kualitas Kista Artemia Pada Berbagai Tingkat Perubahan Salinitas. *Jurnal Perikanan*, 8 (2) : 194-200.
- Junaidi, Muhammad. 2016. Pendugaan Limbah Organik Budidaya Udang Karang Dalam Keramba Jaring Apung Terhadap Kualitas Perairan Teluk Ekas Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Biologi Tropis*, 16 (2) : 64-79.
- Jumaeri., Sulistyaningsih, T., Sumarto, W. 2017. Inovasi Pemurnian Garam (Natrium Klorida) Menggunakan Zeolit Alam Sebagai Pengikat Impuritas dalam Proses Kritisasi. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 15 (2) : 147-156.
- Kartika, A. G. D., Wiwit, S. W. P., Novi, I., dan Onie, W. J. 2019. Analisis Kadar Magnesium dan Kalium pada Garam Rich Minerals. *Rekayasa: Jurnal Sains dan Teknologi*, 12 (1) : 1-4.
- Karwiti, W., Basa, I. H., Asrori, A., dan Silvia, V. 2018. Gambaran Kadar Iodium (Sebagai KIO₃) dalam Garam Dapur yang Dijual di Pasar Kota Palembang Tahun 2017. *Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang*. 13 (2) : 98-110.
- Lindani, A., dan Nurwitri, C. C. 2016. Perbandingan Pengukuran Kadar Air Metode Moisture Analyzer Dengan Metode Oven Pada Produk Biskuit Sandwich Cookies di PT. Mondelez Indonesia Manufacturing. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lu, Ying-Li, N. Wang, and W. Zhu. 2005. Investigation of Iodine Concentration in Salt, Water, and Soil Along The Coast of Zhejiang, China. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*, 6 (12) : 1200-1205.
- Mai Soni, A. F., Sulistyono, D. J., Madenur dan Suparjono. 2004. Pengaruh Salinitas Yang Berbeda Terhadap Produksi Kista Artemia Skala Laboratorium. *Jurnal Media Budidaya Air Payau*, 4 (1) : 46-53.
- Man, C. M. D., 2007. 8-Technological Functions of Salt in Food Products. *Reducing Salt Foods*. Woodhead Publishing. Cambridge.
- Martina, A., Witono, J.R., Pamungkas, K.G., dan Willy. 2016. Pengaruh Kualitas Bahan Baku Dan Rasio Umpan Terhadap Pelarut Pada Proses Pemurnian Garam Dengan Metode Hidroekstraksi Batch. *Jurnal Teknik Kimia*. 5 (1) : 1-6.

- Maulana, K. D., Jamil, M. M. M., Putra, P. E. M., Rahmawati, R., dan Rohmawati, B. 2017. Peningkatan Kualitas Garam Bledug Kuwu Melalui Proses Rekristalisasi dengan Pengikat Pengotor CaO , Ba(OH)_2 , dan $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. *Journal of Creativity Student*, 2 (1) : 42-46.
- Muthiah, A. L. 2018. Teknik Penetasan Kista A. salina di PT. Esaputlii Prakarsa Utama Barru Sulawesi Selatan. Skripsi. Politeknik Pertanian Negeri Pangkep. Makassar.
- Murni, D.A., Gunawan., dan R. Hastuti. 2011. Pemurnian NaCl dengan Penambahan Bahan Pengikat Impurities Pada Garam Krosok dan Garam Kuwu dengan Rekristalisasi secara Penguapan dan Penambahan Gas HCl . *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 14 (1) : 8-11.
- Nardin, Sri, R. I., dan Yunita, W. 2019. Analisis Kadar Yodium Pada Garam yang Diproduksi di Kecamatan Labakkang Kabupaten Pangkep Tahun 2018. *Jurnal Media Laboran*, 9 (1) : 16-20.
- Pakaya, N. K., Rieny, S., dan Faiza, A. D. 2015. Analisis Mutu Garam Tradisional di Desa Siduwonge Kecamatan Randangan Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo. *Nikè: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3 (1) : 1-6.
- Pearson, T.H. and K.D. Black. 2001. The Environmrntal Impacts of Marine Fish Cage Culture. In K.D. Black (ed). CRC Press. Boca Raton. pp 1-31.
- Peraturan Menteri Perindustrian RI. 2014. Permen Perindustrian No. 88/M-IND/PER/10/2014. Perubahan atas Permen Perindustrian No : 134/M-IND/PER/10/2009 tentang Peta Panduan (Road Map) Pengembangan Klaster Industri Garam. Jakarta.
- Priyambodo, K., dan Triwahyuningsih. 2003. Budidaya Pakan Alami Untuk Ikan. Penebar Swadaya. Jakarta. 64 hal.
- Putri, L. M. A., Trapsilo, P., dan Bambang, S. 2017. Pengaruh Konsentrasi Larutan Terhadap Laju Kenaikan Suhu Larutan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6 (2) : 147-153.
- Purnama, R. C., Retnaningsih, A., dan Andriyan, A. 2018. Penetapan Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Ikan (*Rastrelliger kanagurta*) Di Daerah Kampung Nelayan Kecamatan Panjang Dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Jurnal Analis Farmasi*, 3 (4) : 259-265.
- Purwati, M. I., Gustomi, A., dan Supratman, O. 2020. Analisis Kualitas NaCl dan Keadaan Garam yang Dihasilkan dari Perairan Bangka Selatan. *Journal of Tropical Marine Science*, 3(2) : 53-64.
- Puscedd, A., S. Frascahetti, S. Mirto, M. Holmer, and R. Danovaro. 2007. Effects of Intensive Mariculture on Sediment Biochemistry. *Ecological Applications*, 17(5) : 1366-1378.

- Rismana, E., dan Zainuddin, Z. 2017. Pengujian Kandungan Logam Renik dan Kualitas Garam Aneka Pangan Hasil Proses Kristalisasi Larutan Brine. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 19 (1) : 39-44.
- Rositawati, A. L., Taslim, C. M., dan Soetrisnanto, D. 2013. Rekristalisasi Garam Rakyat dari Daerah Demak Untuk Mencapai SNI Garam Industri. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2 (4) : 217-225.
- Rukminasari, N., Nadiarti, N., dan Khaerul, A. 2014. Pengaruh Derajat Keasamaan (pH) Air Laut Terhadap Konsentrasi Kalsium dan Laju Pertumbuhan *Halimeda* sp. *Torani Journal of Fisheries and Marine Science*, 24 (1) : 28-34.
- Rusiyanto, R., Soesilowati, E., dan Jumaeri, J. 2013. Penguatan Industri Garam Nasional Melalui Perbaikan Teknologi Budidaya dan Diversifikasi Produk. *Sainteknol: Jurnal Sains dan Teknologi*, 11 (2) : 129-142.
- Saksono, N. 2002. Studi Pengaruh Proses Pencucian terhadap Komposisi dan Stabilitas Yodium Garam Konsumsi. *Makara, Teknologi*, 6 (1) : 7-16.
- Samsuar, S., Mariana, F., dan Setyowati, M. 2017. Analisis Kadar Klorin (Cl_2) sebagai Pemutih pada Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) yang Beredar di Lampung. *Jurnal Farmasi Lampung*, 6 (2) : 13-22.
- Sedivy, V. M. 2009. Environmental Balance of Salt Production Speaks in Favour of Solar Saltworks. *Global NEST Journal*, 11 (1) : 41-48.
- Senduk, T.W., L.A.D.Y. Montolalu., dan V. Dotulong. 2020. Rendemen Ekstrak Air Rebusan Daun Tua Mangrove *Sonneratia alba*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 11 (1) : 9-15.
- Setiawan H., 2013. Akumulasi dan Distribusi Logam Berat pada Vegetasi Mangrove di Perairan Pesisir Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 7(1): 12-24.
- Setiawati, I. 2020. Strategi Pengembangan Usaha Garam Rebus Di Kabupaten Brebes. *KOLANO: Journal of Multi-Disciplinary Sciences*, 1 (1) : 104-111.
- Shahidzadeh-Bonn, N., S. Rafai, D. Bonn, and G. Wegdam. 2008. Salt Crystallization during Evaporation: Impact of Interfacial Properties. *American Chemical Society* 24 (16) : 8599-8605.
- Solihin, Muhtarudin, dan R. Sutrisna. 2015. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Air Kualitas Fisik Dan Sebaran Jamur Wafer Limbah Sayuran Dan Umbi-Umbian. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 3 (2) : 48-54.
- Soundarapandian, P., and Saravanakumar, G. 2009. Effect of Different Salinities on the Survival and Growth of *Artemia* spp. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 1 (2) : 20-22.

- Stappen G. V. 2003. Introduction Biology and Ecology of Artemia. Laboratory of Aquaculture and Artemia Reference Center, University of Ghent. Ghent.
- Subhan, 2014. Analisis Kandungan Iodium Dalam Garam Butiran Konsumsi yang Beredar Di Pasaran Kota Ambon, Jurnal Fikratuna 6 (2) : 290-303.
- Sudarto. 2011. Teknologi Proses Penggaraman di Indonesia. Jurnal TRITON, 7 (1) : 13-25.
- Sumada, K., R. Dewati., dan Suprihatin. 2016. Garam Industri Berbahan Baku Garam Krosok dengan Metode Pencucian dan Evaporasi. Jurnal Teknik Kimia, 11(1) : 30-36.
- Sugiyono. 2013. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Cetakan ke-19. Alfabeta. Bandung. 343 hal.
- Tansil, Y., Belina, Y., dan Widjaja, T. 2016. Produksi Garam Farmasi dari Garam Rakyat. Jurnal Teknik ITS, 5 (2) : 80-84.
- Tarwendah, I. P. 2017. Jurnal Review: Studi Komparasi Atribut Sensoris Dan Kesadaran Merek Produk Pangan. Jurnal Pangan dan Agroindustri, 5 (2) : 66-73.
- Taufiq, N.S. 2002. Produksi Kista dan Biomassa Artemia dengan Sistim In-Door dan Out-Door. Majalah Ilmu Kelautan, 26 (7) : 131-138.
- Tobing, C. O. L., dan Heny, D. 2020. Studi Literatur : Stabilitas Mutu dan Perhitungan Kinetika Reaksi Penurunan Kadar Iodium pada Garam. Jurnal Teknologi Separasi, 6 (2) : 362-372.
- Treece, G. D. 2000. Artemia Production for Marine Larval Fish Culture. Southern Regional Aquaculture Center Publication. Texas. pp. 702.
- Tuhuloula, A. 2006. Studi Kasus: Pelunakkan Air menggunakan Penukar Kation Amberlite IR-120. Info Teknik, 7 (2) : 97-102.
- 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.
- Utomo, I. K. 2004. Pengaruh Padat Penebaran Nauplii Artemia Terhadap Perkembangan Gonad, Produksi Kista, Daya Tetas Kista dan Kelulushidupan Artemia sp yang Dikultur Di Laboratorium. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Warni, D., Karina, S., dan Nurfadillah, N. 2017. Analisis Logam Pb, Mn, Cu dan Cd Pada Sedimen di Pelabuhan Jetty Meulaboh, Aceh Barat. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah, 2(2): 246-253.
- Wibowo, A. 2020. Potensi Pengembangan Standar Nasional Indonesia (SNI) Produk Garam Konsumsi Beryodium dalam Rangka Meningkatkan Daya Saing. Prosiding PPIS, Tangerang Selatan, hal. 79-88.

- Wibowo, S., Utomo, B. S. B., Suryaningrum D. T. H., dan Syamdidi. 2013. *Artemia Untuk Pakan Ikan dan Udang*. Penebar Swadaya. Jakarta. 92 hal.
- Widowati, W., A. Sastiono., dan R.J. Rumampuk. 2008. *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Witt, M., and Reutter, K., 2015. *Anatomy of the tongue and taste buds. Handbook of Olfaction and Gustation*. 3rd edition. Wiley and Hoboken. New Jersey. pp. 637-663.
- Yaqin, A., dan Setiani, S. 2017. *Karakteristik Petani dan Kelayakan Finansial Usahatani Garam Secara Tradisional dan Teknologi Geomembran (Studi Kasus di Desa Pangarengan Kecamatan Pangarengan Kabupaten Sampang)*. *Jurnal Pamator: Jurnal Ilmiah Universitas Trunojoyo*, 10(1) : 54-60.
- Yusmita, L. 2017. *Identifikasi Konsentrasi Natrium Klorida (NaCl) Pada Jahe dan Lengkuas Giling di Beberapa Pasar Tradisional di Kota Padang*. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 21(2) : 122-126.

LAMPIRAN**Lampiran 1. Lembar Uji Hedonik**

Nama Panelis : Jenis Kelamin : Usia : Tanggal Pengamatan :				
Berilah skor pada kolom sampel dibawah ini sesuai dengan penilaian anda. (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) netral/ biasa, (4) suka, dan (5) sangat suka				
Perlakuan	Parameter Kesukaan			
	Kenampakan	Tekstur	Bau	Rasa
P0				
P1				
P2				
P3				
P4				
P5				

Lampiran 2. Perhitungan Hasil Uji Hedonik

A. Uji Hedonik Parameter Kenampakan

Kruskal-Wallis Test

Ranks			
	KENAMPAKAN	N	Mean Rank
GROUP	1	4	165.50
	2	17	151.38
	3	53	129.84
	4	64	69.88
	5	42	40.50
	Total	180	

Test Statistics^{a,b}

GROUP	
Kruskal-Wallis H	113.560
df	4
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
KENAMPAKAN

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
KENAMPAKAN	P0	30	31.00
	P1	30	30.00
	Total	60	

Test Statistics^a

KENAMPAKA N	
Mann-Whitney U	435.000
Wilcoxon W	900.000
Z	-.257
Asymp. Sig. (2-tailed)	.797

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
KENAMPAKAN	P0	30	36.08
	P2	30	24.92
	Total	60	

Test Statistics^a

KENAMPAKA N	
Mann-Whitney U	282.500
Wilcoxon W	747.500
Z	-2.765
Asymp. Sig. (2-tailed)	.006

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
KENAMPAKAN	P0	30	41.75
	P3	30	19.25
	Total	60	

Test Statistics^a

KENAMPAKA N	
Mann-Whitney U	112.500
Wilcoxon W	577.500
Z	-5.360
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
KENAMPAKAN	P0	30	44.63
	P4	30	16.37
	Total	60	

Test Statistics^a

KENAMPAKAN	
	N
Mann-Whitney U	26.000
Wilcoxon W	491.000
Z	-6.516
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
KENAMPAKAN	P0	30	45.07
	P5	30	15.93
	Total	60	

Test Statistics^a

KENAMPAKAN	
	N
Mann-Whitney U	13.000
Wilcoxon W	478.000
Z	-6.655
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
KENAMPAKAN	P1	30	35.67
	P2	30	25.33
	Total	60	

Test Statistics^a

KENAMPAKAN	
	N
Mann-Whitney U	295.000
Wilcoxon W	760.000
Z	-2.566
Asymp. Sig. (2-tailed)	.010

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
KENAMPAKAN	P1	30	41.50
	P3	30	19.50
	Total	60	

Test Statistics^a

KENAMPAKAN	
	N
Mann-Whitney U	120.000
Wilcoxon W	585.000
Z	-5.260
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks				Test Statistics ^a	
				KENAMPAKA	
				N	
KENAMPAKAN	GROUP	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	64.500
	P2	30	43.35	Wilcoxon W	529.500
	P5	30	17.65	Z	-5.925
	Total	60		Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
				a. Grouping Variable: GROUP	
				a. Grouping Variable: GROUP	

Mann-Whitney Test

Ranks				Test Statistics ^a	
				KENAMPAKA	
				N	
KENAMPAKAN	GROUP	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	223.000
	P3	30	38.07	Wilcoxon W	688.000
	P4	30	22.93	Z	-3.742
	Total	60		Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
				a. Grouping Variable: GROUP	
				a. Grouping variable: GROUP	

Mann-Whitney Test

Ranks				Test Statistics ^a	
				KENAMPAKA	
				N	
KENAMPAKAN	GROUP	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	156.500
	P3	30	40.28	Wilcoxon W	621.500
	P5	30	20.72	Z	-4.699
	Total	60		Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
				a. Grouping Variable: GROUP	

Mann-Whitney Test

Ranks				Test Statistics ^a	
				KENAMPAKA	
				N	
KENAMPAKAN	GROUP	N	Mean Rank	Mann-Whitney U	347.000
	P4	30	33.93	Wilcoxon W	812.000
	P5	30	27.07	Z	-1.692
	Total	60		Asymp. Sig. (2-tailed)	.091
				a. Grouping Variable: GROUP	
				a. Grouping variable: GROUP	

B. Uji Hedonik Parameter Tekstur**Kruskal-Wallis Test****Ranks**

	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P0	30	135.28
	P1	30	117.83
	P2	30	106.33
	P3	30	93.15
	P4	30	50.50
	P5	30	39.90
	Total	180	

Test Statistics^{a,b}

TEKSTUR	
Kruskal-Wallis H	90.065
df	5
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
GROUP**Mann-Whitney Test****Ranks**

	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P0	30	34.98
	P1	30	26.02
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	315.500
Wilcoxon W	780.500
Z	-2.339
Asymp. Sig. (2-tailed)	.019

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test**Ranks**

	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P0	30	36.40
	P2	30	24.60
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	273.000
Wilcoxon W	738.000
Z	-2.914
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test**Ranks**

	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P0	30	38.28
	P3	30	22.72
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	216.500
Wilcoxon W	681.500
Z	-3.738
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P0	30	43.57
	P4	30	17.43
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	58.000
Wilcoxon W	523.000
Z	-6.082
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P0	30	44.05
	P5	30	16.95
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	43.500
Wilcoxon W	508.500
Z	-6.213
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P1	30	32.67
	P2	30	28.33
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	385.000
Wilcoxon W	850.000
Z	-1.172
Asymp. Sig. (2-tailed)	.241

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P1	30	35.28
	P3	30	25.72
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	306.500
Wilcoxon W	771.500
Z	-2.458
Asymp. Sig. (2-tailed)	.014

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P1	30	42.57
	P4	30	18.43
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	88.000
Wilcoxon W	553.000
Z	-5.800
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P1	30	43.30
	P5	30	17.70
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	66.000
Wilcoxon W	531.000
Z	-6.028
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P2	30	33.03
	P3	30	27.97
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	374.000
Wilcoxon W	839.000
Z	-1.253
Asymp. Sig. (2-tailed)	.210

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P2	30	40.57
	P4	30	20.43
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	148.000
Wilcoxon W	613.000
Z	-4.849
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P2	30	41.80
	P5	30	19.20
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	111.000
Wilcoxon W	576.000
Z	-5.295
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P3	30	38.50
	P4	30	22.50
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	210.000
Wilcoxon W	675.000
Z	-3.953
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P3	30	40.25
	P5	30	20.75
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	157.500
Wilcoxon W	622.500
Z	-4.633
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
TEKSTUR	P4	30	33.70
	P5	30	27.30
	Total	60	

Test Statistics^a

TEKSTUR	
Mann-Whitney U	354.000
Wilcoxon W	819.000
Z	-1.606
Asymp. Sig. (2-tailed)	.108

a. Grouping Variable: GROUP

C. Uji Hedonik Parameter Bau

Kruskal-Wallis Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
BAU	P0	30	95.00
	P1	30	102.50
	P2	30	104.67
	P3	30	81.33
	P4	30	85.50
	P5	30	74.00
	Total	180	

Test Statistics^{a,b}

BAU	
Kruskal-Wallis H	10.367
df	5
Asymp. Sig.	.065

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
GROUP

D. Uji Hedonik Parameter Rasa

Kruskal-Wallis Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P0	30	118.45
	P1	30	111.73
	P2	30	109.35
	P3	30	87.68
	P4	30	66.38
	P5	30	49.40
	Total	180	

Test Statistics^{a,b}

RASA	
Kruskal-Wallis H	50.978
df	5
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P0	30	31.68
	P1	30	29.32
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	414.500
Wilcoxon W	879.500
Z	-.607
Asymp. Sig. (2-tailed)	.544

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P0	30	32.05
	P2	30	28.95
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	403.500
Wilcoxon W	868.500
Z	-.786
Asymp. Sig. (2-tailed)	.432

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P0	30	36.13
	P3	30	24.87
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	281.000
Wilcoxon W	746.000
Z	-2.853
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P0	30	39.38
	P4	30	21.62
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	183.500
Wilcoxon W	648.500
Z	-4.342
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P0	30	41.20
	P5	30	19.80
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	129.000
Wilcoxon W	594.000
Z	-5.059
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P1	30	30.88
	P2	30	30.12
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	438.500
Wilcoxon W	903.500
Z	-.192
Asymp. Sig. (2-tailed)	.848

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P1	30	34.88
	P3	30	26.12
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	318.500
Wilcoxon W	783.500
Z	-2.202
Asymp. Sig. (2-tailed)	.028

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P1	30	38.27
	P4	30	22.73
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	217.000
Wilcoxon W	682.000
Z	-3.784
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P1	30	40.38
	P5	30	20.62
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	153.500
Wilcoxon W	618.500
Z	-4.659
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P2	30	34.42
	P3	30	26.58
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	332.500
Wilcoxon W	797.500
Z	-1.952
Asymp. Sig. (2-tailed)	.051

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P2	30	37.82
	P4	30	23.18
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	230.500
Wilcoxon W	695.500
Z	-3.548
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P2	30	40.05
	P5	30	20.95
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	163.500
Wilcoxon W	628.500
Z	-4.487
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P3	30	34.48
	P4	30	26.52
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	330.500
Wilcoxon W	795.500
Z	-1.972
Asymp. Sig. (2-tailed)	.049

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P3	30	37.63
	P5	30	23.37
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	236.000
Wilcoxon W	701.000
Z	-3.400
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001

a. Grouping Variable:
GROUP

Mann-Whitney Test

Ranks			
	GROUP	N	Mean Rank
RASA	P4	30	34.33
	P5	30	26.67
	Total	60	

Test Statistics^a

RASA	
Mann-Whitney U	335.000
Wilcoxon W	800.000
Z	-1.822
Asymp. Sig. (2-tailed)	.068

a. Grouping Variable:
GROUP

Lampiran 3. Perhitungan Hasil Uji Kadar Air

Sampel		Kadar Air (%)	Rata-rata (%)
P0	1	0,67	0,68
	2	0,69	
	3	0,67	
P1	1	0,44	0,45
	2	0,50	
	3	0,48	
P2	1	0,36	0,36
	2	0,32	
	3	0,39	
P3	1	0,48	0,49
	2	0,53	
	3	0,48	
P4	1	0,43	0,41
	2	0,39	
	3	0,42	
P5	1	0,50	0,48
	2	0,48	
	3	0,45	

A. Analisis ANOVA Kadar Air

Anova: Single Factor

KADAR AIR

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
P0	3	0,0203	0,00677	1,3E-08
P1	3	0,0142	0,00473	9,3E-08
P2	3	0,0107	0,00357	1,2E-07
P3	3	0,0149	0,00497	8,3E-08
P4	3	0,0124	0,00413	4,3E-08
P5	3	0,0143	0,00477	6,3E-08

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	1,8E-05	5	3,5E-06	50,2603	1,2E-07	3,10588
Within Groups	8,4E-07	12	7E-08			
Total	1,8E-05	17				

B. Uji Lanjut BNT 5% Kadar Air

alpha	DFW	MSW	t	r	BNT
0,05	12	0,00000007	2,17881	3	0,00047

PERLAKUAN	RERATA	NOTASI
P0	0,00677	d
P1	0,00473	c
P2	0,00357	a
P3	0,00497	c
P4	0,00413	b
P5	0,00477	c

Lampiran 4. Perhitungan Hasil Uji Kadar NaCl

Sampel		Volume AgNO ₃ (ml)	Normalitas AgNO ₃	fp	Mr NaCl	W (mg)	Kadar NaCl (%)	Rata-rata (%)
P0	1	8,97	0,09	10	58,5	585	80,76	81,06
	2	9,06	0,09	10	58,5	585	81,55	
	3	8,98	0,09	10	58,5	585	80,86	
P1	1	8,76	0,1053	10	58,5	585	92,24	92, 31
	2	8,75	0,1053	10	58,5	585	92,14	
	3	8,79	0,1053	10	58,5	585	92,56	
P2	1	8,84	0,1053	10	58,5	585	93,08	93,19
	2	8,85	0,1053	10	58,5	585	93,19	
	3	8,86	0,1053	10	58,5	585	93,29	
P3	1	8,97	0,1050	10	58,5	585	94,18	94,11
	2	8,96	0,1050	10	58,5	585	94,08	
	3	8,96	0,1050	10	58,5	585	94,08	
P4	1	9,01	0,1053	10	58,5	585	94,87	94,91
	2	9,02	0,1053	10	58,5	585	94,98	
	3	9,02	0,1053	10	58,5	585	94,87	
P5	1	9,11	0,1053	10	58,5	585	95,82	95,72
	2	9,08	0,1053	10	58,5	585	95,61	
	3	9,09	0,1053	10	58,5	585	95,72	

A. Analisis ANOVA Kadar NaCl

Anova: Single Factor

KADAR NaCl

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
P0	3	2,4317	0,81057	1,9E-05
P1	3	2,7694	0,92313	4,8E-06
P2	3	2,7956	0,93187	1,1E-06
P3	3	2,8234	0,94113	3,3E-07
P4	3	2,8472	0,94907	4E-07
P5	3	2,8715	0,95717	1,1E-06

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	0,04437	5	0,00887	2027,68	4E-17	3,10588
Within Groups	5,3E-05	12	4,4E-06			
Total	0,04442	17				

B. Uji Lanjut BNT 5% Kadar NaCl

<i>alpha</i>	<i>DFW</i>	<i>MSW</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>BNT</i>
0,05	12	4,4E-06	2,17881	3	0,00372

<i>PERLAKUAN</i>	<i>RERATA</i>	<i>NOTASI</i>
P0	0,81057 a	0,81429 a
P1	0,92313 b	0,92686 b
P2	0,93187 c	0,93559 c
P3	0,94113 d	0,94486 d
P4	0,94907 e	0,95279 e
P5	0,95717 f	0,96089 f

Lampiran 5. Perhitungan Hasil Uji Kadar Bagian Tidak Larut Air

Sampel		W (gram)	W ₀ (gram)	W ₁ (gram)	Kadar Bagian Tidak Larut Air (%)	Rata-rata (%)
P0	1	4	30,8754	30,8789	0,087	0,09
	2	4	30,2556	30,2590	0,086	
	3	4	37,5231	37,5265	0,086	
P1	1	4	35,3669	35,3708	0,0974	0,10
	2	4	29,1568	29,1606	0,0953	
	3	4	33,2550	33,2589	0,0961	
P2	1	4	37,3848	37,4265	1,0425	1,04
	2	4	29,2110	29,2522	1,03	
	3	4	35,7647	35,8065	1,045	
P3	1	4	30,5416	30,5943	1,0675	1,11
	2	4	33,3566	33,4013	1,1175	
	3	4	30,3868	30,4303	1,11	
P4	1	4	30,3848	30,4311	1,1575	1,18
	2	4	29,0994	29,1466	1,18	
	3	4	35,7121	35,7594	1,1825	
P5	1	4	30,5101	30,5605	1,26	1,26
	2	4	33,3480	33,3991	1,2725	
	3	4	37,3858	37,4358	1,25	

A. Analisis ANOVA Kadar Bagian Tidak Larut Air

Anova: Single Factor

BAGIAN TIDAK LARUT AIR

SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
P0	3	0,00259	0,00086	3,3E-11
P1	3	0,00289	0,00096	1,1E-10
P2	3	0,03118	0,01039	6,5E-09
P3	3	0,03273	0,01091	6,3E-08
P4	3	0,03538	0,01179	1,5E-09
P5	3	0,03783	0,01261	1,3E-08

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,00045	5	9E-05	6429,62	4E-20	3,10588
Within Groups	1,7E-07	12	1,4E-08			
Total	0,00045	17				

B. Uji Lanjut BNT 5% Kadar Bagian Tidak Larut Air

alpha	DFW	MSW	t	r	BNT
0,05	12	1,4E-08	2,17881	3	0,00021

PERLAKUAN	RERATA	NOTASI
P0	0,00086	a
P1	0,00096	a
P2	0,01039	b
P3	0,01091	c
P4	0,01179	d
P5	0,01261	e

Lampiran 6. Perhitungan Hasil Uji Kadar Iodium

Sampel		Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml)	Normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	fp	Mr KI	W (mg)	Kadar Iodium (mg/kg)	Rata-rata (mg/kg)
P0	1	0,06	0,105	10	35,67	10	23,11	22,26
	2	0,06	0,105	10	35,67	10	23,11	
	3	0,05	0,105	10	35,67	10	20,55	
P1	1	0,08	0,098	10	35,67	10	27,96	27,96
	2	0,07	0,098	10	35,67	10	24,47	
	3	0,09	0,098	10	35,67	10	31,46	
P2	1	0,09	0,098	10	35,67	10	31,46	30,29
	2	0,08	0,098	10	35,67	10	27,96	
	3	0,09	0,098	10	35,67	10	31,46	
P3	1	0,10	0,098	10	35,67	10	34,95	36,12
	2	0,10	0,098	10	35,67	10	34,95	
	3	0,11	0,098	10	35,67	10	38,45	
P4	1	0,09	0,098	10	35,67	10	31,46	32,62
	2	0,10	0,098	10	35,67	10	34,95	
	3	0,09	0,098	10	35,67	10	31,46	
P5	1	0,08	0,098	10	35,67	10	27,96	29,13
	2	0,09	0,098	10	35,67	10	31,46	
	3	0,08	0,098	10	35,67	10	27,96	

A. Analisis ANOVA Kadar Iodium

Anova: Single Factor

KADAR IODIUM

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
P0	3	66,77	22,2567	2,18453
P1	3	83,89	27,9633	12,215
P2	3	90,88	30,2933	4,08333
P3	3	108,35	36,1167	4,08333
P4	3	97,87	32,6233	4,06003
P5	3	87,38	29,1267	4,08333

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	326,442	5	65,2884	12,756	0,00019	3,10588
Within Groups	61,4192	12	5,11827			
Total	387,861	17				

B. Uji Lanjut BNT 5% Kadar Iodium

<i>alpha</i>	<i>DFW</i>	<i>MSW</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>BNT</i>
0,05	12	5,11827	2,17881	3	4,02472

<i>PERLAKUAN</i>	<i>RERATA</i>	<i>NOTASI</i>
P0	22,2567 a	26,2814 a
P1	27,9633 b	31,9881 b
P2	30,2933 b	36,6481 c
P3	36,1167 c	
P4	32,6233 c	
P5	29,1267 b	

Lampiran 7. Perhitungan Hasil Uji Kadar Kalsium

A. Analisis ANOVA Kadar Kalsium

Anova: Single Factor

KADAR Ca

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
P0	3	0,0252	0,0084	3E-08
P1	3	0,018	0,006	1,1E-36
P2	3	0,018	0,006	1,1E-36
P3	3	0,0171	0,0057	0
P4	3	0,0175	0,00583	3,3E-09
P5	3	0,0191	0,00637	3,3E-09

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	1,5E-05	5	3,1E-06	503,727	1,7E-13	3,10588
Within Groups	7,3E-08	12	6,1E-09			
Total	1,5E-05	17				

B. Uji BNT 5% Kadar Kalsium

alpha	DFW	MSW	t	r	BNT
0,05	12	6,1E-09	2,17881	3	0,00014

PERLAKUAN	RERATA	NOTASI
P0	0,0084	d
P1	0,006	b
P2	0,006	b
P3	0,0057	a
P4	0,00583	a
P5	0,00637	c

Lampiran 8. Perhitungan Hasil Uji Kadar Magnesium

A. Analisis ANOVA Kadar Magnesium

Anova: Single Factor

KADAR Mg

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
P0	3	0,1001	0,03337	1,2E-06
P1	3	0,046	0,01533	3,3E-09
P2	3	0,0458	0,01527	1,3E-08
P3	3	0,0459	0,0153	1E-08
P4	3	0,0484	0,01613	3,3E-09
P5	3	0,0485	0,01617	3,3E-09

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	0,00079	5	0,00016	764,826	1,4E-14	3,10588
Within Groups	2,5E-06	12	2,1E-07			
Total	0,00079	17				

B. Uji BNT 5% Kadar Magnesium

<i>alpha</i>	<i>DFW</i>	<i>MSW</i>	<i>t</i>	<i>r</i>	<i>BNT</i>
0,05	12	2,1E-07	2,17881	3	0,00081

<i>PERLAKUAN</i>	<i>RERATA</i>	<i>NOTASI</i>
P0	0,03337 c	0,01607 a
P1	0,01533 a	0,01697 b
P2	0,01527 a	0,03417 c
P3	0,0153 a	
P4	0,01613 b	
P5	0,01617 b	

Lampiran 9. Hasil Pengujian Kadar Ca, Mg, Pb, Cd, Hg, dan As

Issuing Office:
Jl. Jend. A. Yani. No. 315 Surabaya 60234, Indonesia
Phone/Fax: +62 31 8470547/8470635
Email: labsurabaya@sucofindo.co.id

LAPORAN ANALISIS

KLIEN : UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
Kampus C Unair, Mulyorejo, Surabaya 60115, Jawa Timur

SAMPEL BERIKUT INI TELAH DIBERIKAN DAN DIIDENTIFIKASI OLEH KLIEN SEBAGAI BERIKUT :

TIPE SAMPEL : GARAM

ANALISA YANG DIBUTUHKAN : Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Timbal (Pb)

TANGGAL DITERIMA : 28 Maret 2022

DESKRIPSI SAMPEL : Bentuk : Bubuk
Berat diterima : 6 ± 50 gram
Kemasan : Kantong plastik

PERIODE ANALISA : 28 Maret – 18 April 2022

Kami telah melakukan pengujian sampel yang diberikan dan berikut hasil yang diperoleh :

Identifikasi Sampel	Kalsium (Ca) *)			Magnesium (Mg) *)			Timbal (Pb) **)		
	(%)			(%)			(ppm)		
	Simplo	Duplo	Triplo	Simplo	Duplo	Triplo	Simplo	Duplo	Triplo
Kontrol	0.85	0.85	0.82	3.40	3.40	3.21	1.9	1.7	1.6
A 1000	0.60	0.60	0.60	1.54	1.53	1.53	< 0.1	< 0.1	< 0.1
B 1500	0.60	0.60	0.60	1.52	1.54	1.54	< 0.1	< 0.1	< 0.1
C 2000	0.57	0.57	0.57	1.54	1.53	1.52	< 0.1	< 0.1	< 0.1
D 2500	0.59	0.58	0.58	1.62	1.61	1.61	< 0.1	< 0.1	< 0.1
E 3000	0.63	0.64	0.64	1.62	1.61	1.62	< 0.1	< 0.1	< 0.1

Method :

*) AAS

**) SNI 4435 : 2017 point 7.5.1

Hasil uji tersebut hanya berkaitan dengan sampel yang diberikan dan laporan/sertifikat tidak dapat re-diproduksi, kecuali dalam konteks penuh dan dengan persetujuan terlebih dahulu secara tertulis dari Sucofindo

This Certificate/report is issued under our General Terms and Conditions, copy of which is available upon request or may be accessed at www.sucofindo.co.id

Dept. Of Testing & Eco Framework

LSB/7103/10-101-01/000083/03/2022-20-39

KA/an

71030622000989

Khoiril Anam

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Issuing Office:
Jl. Jend. A. Yani, No. 315 Surabaya 60234, Indonesia
Phone/Fax: +62 31 8470547/8470635
Email: labsurabaya@sucofindo.co.id

LAPORAN ANALISIS

KLIEN : UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
Kampus C Unair, Mulyorejo, Surabaya 60115, Jawa Timur

SAMPEL BERIKUT INI TELAH DIBERIKAN DAN DIIDENTIFIKASI OLEH KLIEN SEBAGAI BERIKUT :

TIPE SAMPEL : GARAM

ANALISA YANG DIBUTUHKAN : Kadmium (Cd), Merkuri (Hg) dan Arsen (As)

TANGGAL DITERIMA : 28 Maret 2022

DESKRIPSI SAMPEL : Bentuk : Bubuk
Berat diterima : 6 ± 50 gram
Kemasan : Kantong plastik

PERIODE ANALISA : 28 Maret – 18 April 2022

Kami telah melakukan pengujian sampel yang diberikan dan berikut hasil yang diperoleh :

Identifikasi Sampel	Kadmium (Cd) **			Merkuri (Hg) **			Arsen (As) ***		
	(%)			(%)			(%)		
	Simplo	Duplo	Triplo	Simplo	Duplo	Triplo	Simplo	Duplo	Triplo
Kontrol	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
A 1000	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
B 1500	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
C 2000	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
D 2500	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
E 3000	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

Method :

*) SNI 4435 : 2017 point 7.5.1

**) SNI 4435 : 2017 point 7.5.2

***) SNI 4435 : 2017 point 7.5.3

Hasil uji tersebut hanya berkaitan dengan sampel yang diberikan dan laporan/sertifikat tidak dapat re-diproduksi, kecuali dalam konteks penuh dan dengan persetujuan terlebih dahulu secara tertulis dari Sucofindo

This Certificate/report is issued under our General Terms and Conditions, copy of which is available upon request or may be accessed at www.sucofindo.co.id

Dept. Of Testing & Eco Framework

LSB/7103/10-101-01/000083/03/2022-20-39

KA/an

71030622000989

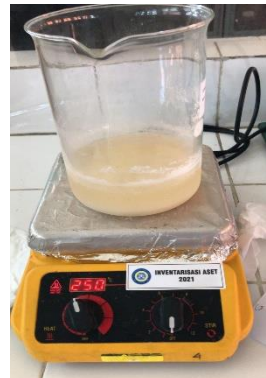
Khoiril Anam

Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian**A. Dokumentasi Kristalisasi Sampel Garam**

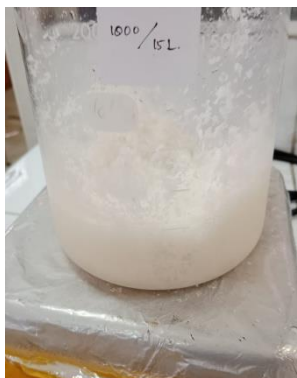
Penyaringan Air Hasil Samping Kista



Kristalisasi Air Hasil Samping Kista



Kristalisasi Air Hasil Samping Kista



Kristal Garam yang Telah Kering



Penimbangan Berat Garam



Garam yang Dihasilkan

B. Dokumentasi Pengujian Kadar Air

Penimbangan Sampel Garam

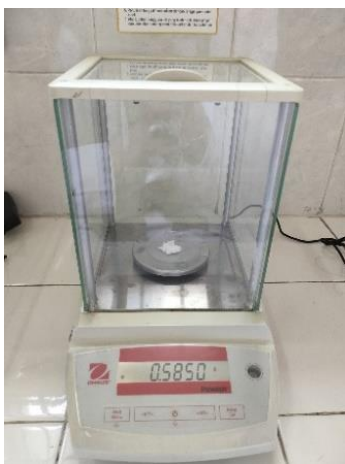


Pengujian Kadar Air Berlangsung



Pengecekan Hasil Uji Kadar Air Sampel Garam

C. Dokumentasi Pengujian Kadar NaCl



Penimbangan Sampel
Garam



Standarisasi AgNO_3



Pembuatan Larutan
Sampel



Penambahan Indikator
 KCrO_4 5%



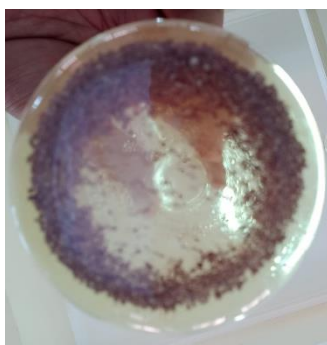
Penitrasian
Menggunakan AgNO_3



Hasil Akhir Titration



Endapan Hasil
Standarisasi AgNO_3



Endapan Hasil Akhir
Titration Sampel

D. Dokumentasi Pengujian Bagian Tidak Larut Air

Penimbangan Cawan
+ Kertas Saring



Proses Penyaringan Larutan
Garam



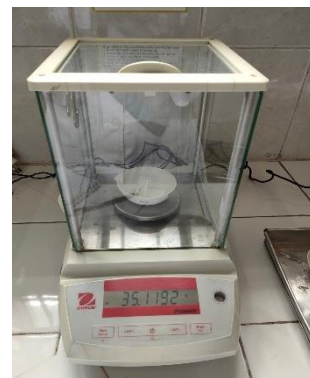
Hasil Penyaringan



Pengeringan Hasil
Penyaringan



Pendinginan Menggunakan
Desikator



Penimbangan Berat
Cawan + Kertas
Saring + Hasil Saring

E. Dokumentasi Pengujian Kadar Iodium

Penambahan H_2SO_4 dan
KI ke dalam larutan
sampel garam



Penambahan Amilum ke
dalam larutan sampel
garam



Penitrasian
Menggunakan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$



Titik Akhir Titrasi
Berwarna Bening