LAPORAN PENELITIAN

PENELITIAN KOLABORASI DOSEN DAN MAHASISWA

DANA PNBP TAHUN ANGGARAN 2019-2020

Pembuatan Dan Optimasi Kualitas Garam Air Laut Di Pesisir Pantai Teluk Tomini

Erni Mohamad S.Pd, M.Si/0012086901 (Ketua)
Prof. Dr. Astin Lukum M.Si (Anggota)
Aura Dwi Kurnianda Tangahu(Mahasiswa) (Angota)
Sri Yana Ohi (Pihak Luar) (Anggota)

JURUSAN KIMIA/PROGRAM PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

OKTOBER 2020

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN PENELITIAN KOLABORATIF DANA BLU MIPA

Judul Kegiatan	: Pembuatan Dan Optimasi Kualitas Garam Air Laut Di Pesisir Pantai Teluk Tomini
KETUA PENELITI	
A. Nama Lengkap	: -. Emi Mohamad, S.Pd, M.Si
B. NIDN	: 0012086901
C. Jabatan Fungsional	: Lektor
D. Program Studi	: Pendidikan Kimia
E. Nomor HP	: 081356644784
F. Email	: emi.mohamad@yahoo.com
Lama Penelitian Keseluruhan	: 6 bulan
Penelitian Tahun Ke	: 1
Biaya Penelitian Keseluruhan	: Rp 5.000.000,-
Biaya Tahun Berjalan	: - Diusulkan Ke Lembaga : Rp 5.000.000,-
	- Dana Internal PT : -
	- Dana Institusi Lain : -

Mengetahui
Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

(Prof. Dr. Astin Lukum, M.Si)
NIP/NIK. 196303271988032002

Gorontalo, 21 Oktober 2020
Ketua Peneliti,

(-. Emi Mohamad, S.Pd, M.Si)
NIP/NIK. 196908122005012002

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian

(Prof. Dr. Ishak Isa, M.Si)
NIP/NIK. 196105261987031005

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....i
DAFTAR ISI.....ii
RINGKASAN.....iii
BAB I.....1
1.1 Latar Belakang.....1
1.2 Tujuan Umum.....2
1.3 Urgensi Penelitian.....2
BAB II.....4
2.1. Pengertian Garam.....4
2.2. Prinsip Dasar Penguapan.....6
2.3. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam kecepatan penguapan:.....6
2.4. Tinjauan Umum Rekristalisasi.....8
2. 5. Deskripsi Proses Rekristalisasi Garam Rakyat.....9
2.6. Metode rekristalisasi Garam.....11
BAB III.....12
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....12
3.2. . Alat dan Bahan yang di Gunakan Dalam Penelitian.....12
3.3. Prosedur Kerja.....12
3.4. Diagram Alir.....14
BAB IV.....17
4.1. Hasil Penelitian.....17
BAB V.....23
5.1. Kesimpulan.....23
5.2. Saran.....23
DAFTAR PUSTAKA.....24
Lampiran 1.Perhitungan Analisis.....26
Lampiran 2. Hasil Analisis Kalsium dan Magnesium menggunakan AAS.....28
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian.....28

RINGKASAN

Teluk Tomini adalah satu daerah perairan dengan luas 59.500 Km^2. Khusus Provinsi Gorontalo memiliki panjang sekitar 436,52 Km . Berdasarkan data ini maka propinsi Gorontalo khusus pesisir pantai teluk tomini berpontesi sebagai tempat bahan baku untuk pembuatan garam. Umumnya proses produksi garam melalui berbagai tahapan proses dengan proses penguapan pertama, proses penguapan kedua, proses konsentrasi dan proses kristalisasi. Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini adalah ingin mendapatkan garam murni sesuai standar SNI. Dengan metode pembuatan garam yaitu dengan cara penguapan. Serta pemurniaan dengan tekhnik re-kristalissasi dengan cara fisik (air panas) dan cara kimia dengan penambahan bahan kimia $Ca(OH)_2$, NaOH, dan Na_2CO_3. Adapun Hasil penelitian didapatkan garam dengan kadar NaCl untuk hasil rekristalisasi garam yaitu NaCl 97,04 %, Ca 0,55% dan Mg 0,28%. Garam ini belum memenuhi syarat garam untuk standar SNI karena masih besarnya kandungan Ca SNI(0,1) dan Mg SNI(0,06). Namun sudah memenuhi untuk jenis kolompok garam yaitu pada kategori 1 dengan kualitas terbaik yang memenuhi syarat untuk bahan industri maupun untuk konsumsi.

Kata Kunci : Garam, rekristalisasi, optimasi, air laut.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teluk Tomini adalah satu daerah perairan dengan luas 59.500 Km^2. Khusus Provinsi Gorontalo memiliki panjang sekitar 436,52 Km . Berdasarkan data ini maka propinsi Gorontalo khusus pesisir pantai teluk tomini berpontesi sebagai baku untuk pembuatan garam. Karena sumber bahan baku utama yang baik untuk pembuatan garam adalah air laut. Umumnya proses produksi garam melalui berbagai tahapan proses dengan proses penguapan pertama, proses penguapan kedua, proses konsentrasi dan proses kristalisasi. Dalam Proses produksi garam, selain menghasilkan garam juga menghasilkan kristal sisa cairan yang disebut bittern. Kualitas garam yang dihasilkan dipengaruhi oleh kualitas air laut, proses dan teknologi yang diterapkan. Garam yang diproduksi di Indonesia memiliki kualitas rata-rata mengandung 85-90% NaCl. Kualitas garam tersebut masih dibawah standar Nasional Indonesia (SNI) untuk kadar garam natrium klorida konsumsi manusia adalah 94,7% (SNI 3556-2016) dan untuk garam industri 98,5% (SNI 0303-2012). Berdasarkan kualitas garam yang dihasilkan dan persyaratan garam untuk konsumsi garam manusia dan garam industri, diperlukan proses untuk garam yang diproduksi untuk memenuhi persyaratan. Ada beberapa metode untuk meningkatkan kualitas garam termasuk metode fisik dan kimia, metode fisik adalah metode untuk meningkatkan kualitas garam tanpa penambahan kimia seperti metode hidro-ekstraksi dan penguapan (re-kristalisai)(Greetman, 1998) dan metode kimia ditambahkan bahan kimia seperti natrium karbonat Na_2CO, natrium hidroksida NaOH, barium klorida ($BaCL_2$), kalsium Hidroksida ($Ca(OH)_2$), kalsium klorida ($CaCl_2$) dan lainnya(Attque, 2020).

Proses ektraksi hidro adalah proses ekstraksi atau pemisahan komponen yang dalam fase padat oleh fase cair sebagai pelarut. Dalam hal ini, garam adalah fase padat dan larutan garam sebagai pelarut. Kinerja proses ekstraksi hidro dipengaruhi oleh ukuran garam, konsentrasi larutan garam sebagai sebagai waktu pelarut dan ektrasi (Offerman 1988). Proses kristalisasi ulang, adalah proses peningkatan kualitas garam melalui kristalisai ulang, dalam hal ini garam dilarutkan dengan air dan dikristalisasi. Kinerja proses kristal ulang dipengaruhi oleh suhu, dan waktu kristalisasi ulang, dan tahan kristalisis ulang (Turk 1970).

Penerapan metode hydro-ekstraksi pada peningkatan kualitas garam dapat menghilangkan bahan yang tidak larut seperti debu, tanah dan pasir juga bahan yang larut seperti magnesum (Mg), Kalsium (Ca) dan sulfat (SO_4), tetapi sulit untuk bahan bagian dalam garam karena diameter garam terlalu besar, proses hydro ektrasi lebih efektif jika ukuran garam sangat kecil

tetapi tidak larut, ukuran garam dipasaran sekitar 30-50 mesh. Proses kristalisasi ulang dapat menghilangkan bahan yang larut seperti magnesium, kalsium dan lainya karena pembentukan kristal dan meninggalkan sedikit cairan yang mengandung ion sulfat seperti magnesium sulfat, ini karena magnesium sulfat sulit membentuk kristal. Konsentrasi standar untuk garan konsumsi adalah min 94,7 % NaCl sedangkan untuk garam industri adalah min 98,5% NaCl, SO_4 max 0,2% Mg Max 0,06, Ca Max 0,1 dan H_2O max 3 %.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas garam yaitu melalui proses rekristalisasi. Rekristalisasi merupakan metode pemurnian garam dengan cara melarutkan garam dengan air panas kemudian diuapkan kembali. Sebelum diuapkan larutan garam perlu ditambahkan bahan pengikat pengotor sehingga ion-ion pengotor dapat dipisahkan dari garam. Hal tersebut didasarkan atas kajian Wisnu dan Heny (2007) yang menyebutkan bahwa untuk menghasilkan garam dapur yang memiliki kadar NaCl di atas 95% dapat dilakukan dengan cara pencucian.

Namun Metode pencucuian garam ini hanya mencuci garam dengan larutan garam yang bersih sehingga impuritas dipermukaan garam dapat terpisah. Namun untuk medapatkan garam dengan kemurniaan lebih tinggi dari garam tidak dapat diperoleh hanya dengan pencucian garam saja. Hal ini karena impuritas garam ada didalam ada didalam kisi kristal garam, bukan hanya pada permukaan kristal saja, sehingga perlu dilakukan pemurniaan dengan cara kristalisasi (Schimdt, et al, 2009). Proses ‘’Na2CO3/NaOH atau ’Na2CO3/$Ca(OH)_2$’’ merupakan salah satu proses yang paling banyak digunakan untuk memurnikan larutan garam yang mengandung *impurities* Ca2+ dan Mg2+. Berdasarkan latar belakang diatas maka permalasahan penelitian ini adalah bagaimana pembuatan dan optimasi kualitas garam air laut dipesisir teluk Tomini.

1.2 Tujuan Umum

1. Untuk mengetahui pembuatan Garam dengan kemurniaan tinggi
2. Untuk mengetahui rekristalisasi garam atau garam murni sesuai SNI

1.3 Urgensi Penelitian

Garam merupakan salah satu bahan kimia yang sering dimanfaatkan oleh manusia khususnya dalam bidang konsumsi. Penyusun terbesar garam yaitu senyawa Natrium Klorida. Selain NaCl terdapat pula bahan pengotor antara lain CaSO4 MgSO4 MgCl2 dan lain-lain. Menurut Rositawati (2013) garam diperoleh dengan tiga cara, yaitu penguapan air laut dengan sinar matahari,

penambangan batuan garam (*rock salt)* dan air sumur air garam *(brine)*. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas garam yaitu melalui proses rekristalisasi. Rekristalisasi merupakan metode pemurnian garam dengan cara melarutkan garam dengan air panas kemudian diuapkan kembali. Sebelum diuapkan larutan garam perlu ditambahkan bahan pengikat pengotor sehingga ion-ion pengotor dapat dipisahkan dari garam. Hal tersebut didasarkan atas kajian Wisnu dan Heny (2007) yang menyebutkan bahwa untuk menghasilkan garam dapur yang memiliki kadar NaCl di atas 95% dapat dilakukan dengan cara pencucian. Namun Metode pencucuia garam ini hanya mencuci garam dengan larutan garam yang bersih sehingga impuritas dipermukaan garam dapat terpisah. Namun untuk medapatkan garam dengan kemurniaan lebih tinggi dari garam tidak dapat diperoleh hanya dengan pencucian garam saja. Hal ini karena impuritas garam ada didalam ada didalam kisi kristal garam, bukan hanya pada permukaan kristal saja, sehingga perlu dilakukan pemurniaan dengan cara kristalisasi (Schimdt, et al, 2009). Proses ‘’Na2CO3/NaOH atau ’Na2CO3/$Ca(OH)_2$’’ merupakan salah satu proses yang paling banyak digunakan untuk memurnikan larutan garam yang mengandung *impurities* Ca2+ dan Mg2+.

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Garam

Garam atau natrium klorida telah digunakan sebagai perasa dan meningkatkan perasa zat oleh manusia. Garam juga digunakan sebagai pengawet daging, ikan dan produk makanan lainnya. Properti khusus ini menjadikan garam sebagai salah satu yang paling penting komoditas selama berabad-abad. Secara fisik, garam adalah benda padatan berwarna putih berbentuk kristal yang merupakan kumpulan senyawa dengan bagian terbesar NaCl (> 80%) serta senyawa lainnya seperti CaSO4, MgSO4, MgCl2, dan lain-lain (Marihati dan Muryati, 2008). Garam mempunyai sifat/karakteristik higroskopis yang berarti mudah menyerap air dan titik lebur pada tingkat suhu 801°C (www.wikipedia.org).

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 (konsentrasi) setiap elektrolit dalam larutan dari garam terlarut dapat diukur dan biasanya dihitung dalam satuan miliekuivalen dalam setiap volume larutan (mEq/L).

Natrium (Na) adalah salah satu unsur alkali utama dan merupakan kation yang penting di perairan. Hampir semua senyawa natrium mudah larut dalam air dan bersifat sangat rektif. Hampir semua perairan alami mengandung natrium, dengan kadar bervariasi antara 1 mg/liter hingga ribuan mg/liter. 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 ± 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, E., 2003).

Magnesium (Mg) adalah logam alkali tanah yang cukup berlimpah pada perairan alami. Bersama dengan kalsium, magnesium merupakan penyusun utama kesadahan. Garam-garam magnesium bersifat mudah larut dan cenderung bertahan sebagai larutan, meskipun garam-garam kalsium telah mengalami presipitasi. Magnesium karbonat dan magnesium hidroksida mengalami presipitasi pada pH>10. Magnesium sulfat dan magnesium klorida bersifat sangat mudah larut. Kadar magnesium pada perairan alami bervariasi antara 1-100 mg/liter, pada perairan laut mencapai 1.000 mg/liter, sedangkan *brine* mencapai 57.000 mg/liter (Hefni, E., 2003).

Kadar kalsium pada perairan tawar biasanya kurang dari 15 mg/liter, pada perairan yang berada disekitar batuan karbonat antara 30-100 mg/liter, pada perairan laut sekitar 400 mg/liter, sedangkan pada *brine* dapat mencapai 75.000 mg/liter. *Brine* adalah air asin yang sangat pekat, dengan nilai padatan terlarut total lebih dari 36.000 mg/liter. *Brine* biasanya ditemukan jauh di bawah tanah dan terbawa ke permukaan bumi bersama dengan bahan-bahan galian pada kegiatan penambangan.

Sumber utama garam dapat diperoleh dari:

1. Garam solar ialah garam yang diperoleh dengan cara penguapan dari air garam, baik dari laut maupun danau garam daratan.
2. Tambang garam atau garam sumber ialah garam yang biasanya dinyatakan sebagai batu garam, diperoleh dari pertambangan yang beroperasi sedalam ± 1.000 kaki atau lebih di bawah permukaan bumi.
3. Garam yang diperoleh dari penguapan dengan sinar matahari mengandung kotoran kimia dan mikrobia halofisilis yang toleran terhadap garam. Garam tambang atau garam sumber pada umumnya bebas dari kontaminasi organisme ini.

Secara umum garam rakyat dikelompokan dalam tiga jenis, yaitu:

1. K-1 yaitu kualitas terbaik yang memenuhi syarat untuk bahan industri maupun untuk konsumsi dengan komposisi sebagai berikut: NaCl : 97,46 % , CaCl2 : 0,723 % , CaSO4 : 0,409 %, MgSO4 : 0,04 % , H2O : 0,63 %, *Impurities* : 0,65 %
1. K-2 yaitu kulitas di bawah K-1, garam jenis ini harus dikurangi kadar berbagai zat agar memenuhi standar sebagai bahan baku industri. Kadar garam ini berkisar antara 90-94 %.
2. K-3 merupakan garam kualitas terendah sebagai produksi rakyat. Biasanya kadarnya antara 88-90 %, kadang-kadang bercampur tanah, sehingga warnanya agak kecoklatan.

Adapun faktor-faktor teknis yang mempengaruhi produksi garam rakyat adalah sebagai berikut:

a. Air laut

Mutu air laut (terutama dari segi kadar garamnya (termasuk kontaminasi dengan air sungai) sangat mempengaruhi waktu yang diperlukan untuk pemekatan (penguapan).

b. Keadaan cuaca .

Panjang kemarau berpengaruh langsung terhadap daya penguapan air laut. Curah hujan (intensitas) dan pola hujan distribusinya dalam setahun rata-rata merupakan indikator yang berkaitan erat dengan panjang kemarau yang kesemuanya mempengaruhi daya penguapan air laut. Kecepatan angin, kelembaban udara, dan suhu udara sangat mempengaruhi kecepatan

penguapan air, dimana semakin besar penguapan maka semakin besar jumlah kristal garam yang mengendap.

c. Tanah .

Sifat porositas tanah mempengaruhi kecepatan perembesan (kebocoran) air laut ke dalam tanah di peminihan ataupun di meja. Bila kecepatan perembesan ini lebih besar daripada kecepatan penguapannya, apalagi bila terjadi hujan selama pembuatan garam, maka tidak akan dihasilkan garam. Jenis tanah mempengaruhi pula warna dan ketidakmurnian (*impurity*) yang terbawa oleh garam yang dihasilkan.

d. Pengaruh air

Pengaturan aliran dan tebal air dari peminihan satu ke berikutnya dalam kaitannya dengan faktor-faktor arah kecepatan angin dan kelembaban udara merupakan gabungan penguapan air (koefisien perpindahan massa).

2.2. Prinsip Dasar Penguapan

Proses penguapan pada prinsipnya menyangkut proses pindah panas dan pindah massa yang terjadi secara bersamaan (simultan). Proses perpindahan panas yang terjadi adalah dengan cara konveksi serta perpindahan panas secara konduksi dan radiasi tetap terjadi dalam jumlah yang relatif kecil. Proses perpindahan panas terjadi karena suhu bahan lebih rendah dari pada suhu udara disekelilingnya. Panas yang diberikan ini akan menaikkan suhu bahan yang menyebabkan tekanan uap air di dalam bahan lebih tinggi dari pada tekanan uap air di udara, sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara yang merupakan perpindahan massa. Setelah itu tekanan uap air pada permukaan bahan akan menurun. Setelah kenaikan suhu terjadi pada seluruh bagian bahan, maka terjadi pergerakan air secara difusi dari bahan ke permukaannya dan seterusnya proses penguapan pada permukaan bahan diulang lagi. Akhirnya setelah air bahan berkurang, tekanan uap air bahan akan menurun sampai terjadi keseimbangan dengan udara sekitarnya. Lama proses penguapan tergantung pada bahan yang diuapkan dan cara pemanasan yang digunakan (Djoko Wilarso dan Wahyuningsih, 1995).

2.3. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam kecepatan penguapan:

Proses penguapan suatu material padatan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: luas permukaan kontak, perbedaan temperatur media pemanas dengan bahan yang diuapkan, kecepatan aliran fluida panas serta tekanan udara. Berikut ini dijelaskan mengenai faktor-faktor tersebut:

a) Luas permukaan

Air menguap melalui permukaan bahan, sedangkan air yang ada di bagian tengah akan merembes ke bagian permukaan dan kemudian menguap. Untuk mempercepat pengeringan umumnya bahan akan dihaluskan terlebih dulu. Hal ini terjadi dipengaruhi oleh:

1. Penghalusan tersebut akan memperluas permukaan bahan dan permukaan yang luas dapat berhubungan dengan medium pemanasan sehingga air mudah keluar.
2. Partikel-partikel kecil atau lapisan yang tipis mengurangi jarak dimana panas harus bergerak sampai ke pusat bahan.

b) Perbedaan suhu dan udara sekitarnya

Semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan yang diuapkan, semakin cepat pemindahan panas ke dalam bahan dan semakin cepat pula penghilangan air dari bahan. Air yang keluar dari bahan yang dikeringkan akan menjenuhkan udara sehingga kemampuannya untuk menyingkirkan air berkurang. Jadi dengan semakin tinggi suhu udara penguapan maka semakin besar energi panas yang dibawa udara sehingga semakin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang diuapkan. Akan tetapi bila tidak sesuai dengan bahan yang dikeringkan, akibatnya akan terjadi suatu peristiwa yang disebut "*case hardening*", yaitu suatu keadaan dimana bagian luar bahan sudah kering sedangkan bagian dalamnya masih basah.

c) Kecepatan aliran udara

Udara yang bergerak dan mempunyai gerakan yang tinggi selain dapat mengambil uap air juga akan menghilangkan uap air tersebut dari permukaan bahan, sehingga akan mencegah terjadinya atmosfer jenuh yang akan memperlambat penghilangan air. Apabila aliran udara disekitar tempat penguapan berjalan dengan baik, proses penguapan akan semakin cepat, yaitu semakin mudah dan semakin cepat uap air terbawa dan teruapkan dari bahan ke atmosfer.

d) Tekanan udara

Semakin kecil tekanan udara akan semakin besar kemampuan udara untuk mengangkut air selama penguapan, karena dengan semakin kecilnya tekanan berarti kerapatan udara semakin berkurang sehingga uap air dapat lebih banyak tetampung dan disingkirkan dari bahan. Sebaliknya, jika tekanan udara semakin besar maka udara disekitar penguapan akan lembab, sehingga kemampuan menampung uap air terbatas dan menghambat proses atau laju pengeringan (Djoko Wilarso dan Wahyuningsih, 1995). Udara merupakan medium yang sangat penting dalam proses penguapan, untuk menghantar panas kepada bahan

yang hendak dikeringkan, karena udara merupakan satu-satunya medium yang sangat mudah diperoleh dan tidak memerlukan biaya operasional.

e) Kelembaban udara

Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pemindahan uap air. Apabila kelembaban udara tinggi, maka perbedaan tekanan uap air di dalam dan di luar bahan menjadi kecil sehingga menghambat pemindahan uap air dari dalam bahan ke luar. Apabila suhu udara naik, maka kelembaban udara akan naik, begitu juga sebaliknya. Oleh sebab itu, pada kelembaban udara yang tinggi laju penguapan bahan akan lebih lambat dibandingkan dengan penguapan pada kelembaban yang rendah

2.4. Tinjauan Umum Rekristalisasi

Rekristalisasi dari larutan dikategorikan sebagai salah satu proses pemisahan yang efisien. Tujuan dari proses rekristalisasi adalah menghasilkan produk kristal dengan kualitas seperti yang diharapkan. Kualitas kristal yang dihasilkan dapat ditentukan dari parameter-parameter produk, yaitu distribusi ukuran kristal, kemurnian kristal, dan bentuk kristal (Puguh, dkk., 2003).

Secara umum, rekristalisasi adalah pemurnian suatu zat padat dari campuran atau pengotornya yang dilakukan dengan cara mengkristalkan kembali zat tersebut setelah dilarutkan dalam pelarut (*solvent*) yang sesuai. Syarat agar pelarut dapat digunakan dalam proses kristalisasi yaitu memberikan perbedaan daya larut yang cukup besar antara zat yang dimurnikan dengan zat pengotor, tidak meninggalkan zat pengotor pada kristal, dan mudah dipisahkan dari kristalnya. Proses pembentukan kristal dapat dilakukan dalam tiga tahap, yaitu (1) pencapaian kondisi super/lewat jenuh (*supersaturation*), (2) pembentukan inti kristal (*nucleation*), dan (3) pertumbuhan inti kristal menjadi kristal (*crystal growth*). Kondisi lewat jenuh (*supersaturation*) adalah kondisi dimana konsentrasi larutan berada diatas harga kelarutannya. presipitan, atau

sebagai akibat reaksi kimia antara dua fase yang homogen. Sedangkan pembentukan inti kristal terjadi setelah kondisi super/lewat jenuh (*supersaturation*) tercapai (Paryanto, 2000). Peristiwa rekristalisasi berhubungan dengan reaksi pengendapan. Endapan merupakan zat yang memisah dari fase padat dan keluar ke dalam larutannya. Endapan terbentuk jika larutan bersifat terlalu jenuh dengan zat yang bersangkutan. Kelarutan suatu endapan merupakan konsentrasi molar dari larutan jenuhnya. Kelarutan bergantung dari suhu, tekanan, konsentrasi bahan lain yang terkandung dalam larutan, dan komposisi pelarutnya (Svehla G. dalam Lesdantina, 2009). Pemurnian padatan dengan rekristalisasi didasarkan pada perbedaan dalam kelarutannya dalam pelarut tertentu atau campuran pelarut (Anwar, 1994).

Kemudahan suatu endapan dapat disaring dan dicuci tergantung sebagian besar pada struktur morfologi endapan, yaitu bentuk dan ukuran-ukuran kristalnya. Semakin besar kristal-kristal yang terbentuk selama berlangsungnya pengendapan, semakin mudah disaring dan kemungkinan semakin cepat kristal-kristal itu akan turun keluar dari larutan yang akan membantu penyaringan. Bentuk kristal juga penting. Struktur yang sederhana seperti kubus, oktahedron, atau jarum-jarum sangat menguntungkan, karena mudah dicuci setelah disaring. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan dan pemisahan endapan dari hasil reaksi kimia tersebut adalah suhu, *chemical excess*, rasio Ca/Mg, pengadukan, dan pengendapan. Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa besaran parameter-parameter tersebut bervariatif. Suhu reaksi umumnya 60 °C keatas, NaOH dan Na2CO3 *excess* masing-masing 0,006 sampai 0,5 g/l dan 0,15 sampai 1,5 g/l, dan rasio Ca/Mg antara 1 sampai 2 bahkan ada yang dibawah 1 dan diatas 16 (Bahruddin, *et al*, 2003).

2. 5. Deskripsi Proses Rekristalisasi Garam Rakyat

Dalam bidang teknik kimia seringkali bahan padat harus dipisahkan dari larutan atau lelehan, tanpa mengikat kotoran-kotoran yang terkandung dalam fasa cair tersebut. Seringkali juga bahan padat kristalin yang mengandung pengotor harus dibersihkan atau dihasilkan dalam bentuk-bentuk kristal tertentu, untuk maksud tersebut proses kristalisasi dapat digunakan. Kristal adalah bahan padat dengan susunan atom atau molekul yang teratur. Yang dimaksud rekristalisasi adalah pemisahan bahan padat berbentuk kristal dari suatu larutan atau lelehan. Hasil rekristalisasi dari lelehan sering harus didinginkan lagi atau dikecilkan ukurannnya (Bernaseoni, 1995). Teknik ini banyak digunakan pada industri lithium dimana lithium hidroksida direkristalisasi untuk mengurangi konsentrasi ion Ca2+ dari 125 ppm menjadi 20-25 ppm (Frianezza, 1988).

Dalam hal ini untuk kasus garam NaCl adalah tidak ekonomis bila digunakan cara perubahan temperatur karena larutan NaCl tidak dipengaruhi oleh temperatur, sehingga untuk kasus NaCl digunakan metode penguapan solvent. Dalam Kasus pemurniaan garam NaCl dengan tekhnik rekristalisasi, pelarut (solvent) yang digunakan adalah air. Prinsip dasar dari rekristalisasi adalah perbedaan kelarutan antara zat yang akan dimurnikan dengan kelarutan zat pencemarnya. Larutan yang terbentuk dipisahkan satu sama lain, kemudian larutan yang diinginkan dikristalkan dengan cara menjenuhkannya(mencapai kondisi supersatu rasa atau larutan lewat jenuh). Secara teoritis ada empat metode untuk menciptakan supersaturasi dengan mengubah temperatur, menguapkan solvent, reaksi kimia dan mengubah komposisi solvent. (Schimdt, et al,2009).

Untuk memperoelh kemurnian garam yang lebih tinggi seringkali dilakukan dengan mencuci produk, yang terbentuk. Metode pencucuia garam ini hanya mencuci garam dengan larutan garam yang bersih sehingga impuritas dipermukaan garam dapat terpisah. Namun untuk medapatkan garam dengan kemurniaan lebih tinggi dari garam tidak dapat diperoleh hanya dengan pencucian garam saja. Hal ini karena impuritas garam ada didalam ada didalam kisi kristal garam, bukan hanya pada permukaan kristal saja, sehingga perlu dilakukan pemurniaan dengan cara kristalisasi (Schimdt, et al, 2009)

Proses ‘’Na2CO3/NaOH’’ merupakan salah satu proses yang paling banyak digunakan untuk memurnikan larutan garam yang mengandung *impurities* Ca2+ dan Mg2+. Pada proses ini, larutan garam dicampur dengan logam alkali karbonat seperti Na2CO3 untuk membentuk endapan CaCO3. Endapan CaCO3 dipisahkan dari larutan. Kemudian ke dalam larutan tersebut ditambahkan NaOH untuk membentuk Mg(OH)2. Endapan Mg(OH)2 dipisahkan dari larutannya dengan proses filtrasi. Untuk mengambil endapan sisa yang masih terlarut dalam filtrat, filtrat tersebut dilewatkan ke dalam *crystallizer*. Proses ini selain digunakan untuk memurnikan larutan garam dari *impurities*-nya juga bisa digunakan untuk memperoleh garam sodium klorida murni (Lesdantina, 2009).

Berikut ini merupakan Standar Nasional Indonesia (SNI 06-0303-1989) untuk garam industri:

Parameter	SNI (%)
NaCl (db), min	98.5
H2O	3
Ca (db), max	0.10
Mg (db), max	0.06
SO4 (db), max	0.20

2.6. Metode rekristalisasi Garam

Impuiritis pada garam meliputi senyawa yang bersifat higroskopis yaitu $MgCl_2$, $CaCl_2$, $MgSO_4$, $CaSO_4$ dan beberapa zat yang bersifat reduktor, yaitu Fe, Cu, Zn dan senyawa-senyawa organik (Saksono), 2000). Pada proses ini, proses rekristalisasi dengan melarutkan kembali garam dalam aquades sampai jenuh untuk dilakukan treatment secara kimia yaitu mereaksikan dengan $Ca(OH)_2$ dan Na_2CO_3 sehingga terbentuk endapan $CaCO_3$ dan $Mg(OH)_2$. Larutan kemudian disaring sedangkan filtratnya diuapkan sehingga didapatkan kristal NaCl

Reasksinya sebagai berikut:

$$MgSO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CaSO_4$$

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + Na_2SO_4$$

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CaCl_2,$$

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2\ NaCl$$

Rekristalisasi adalah teknik pemurnian suatu zat padat dari campuran atau pengotornya dengan cara mengkristalkan kembali zat tersebut setelah dilarutkan dengan pelarut (solven) yang sesuai. Prinsip dasar yang digunakan yaitu perbedaan kelarutan. NaCl merupakan komponen utama penyusun garam dapur. Komponen lainnya merupakan pengotor, biasanya berasal dari ion-ion Ca2+, Mg2+, SO42-. Zat-zat pengotor tersebut terikat dengan pelarut sehingga tersuspensi dan dapat dipisahkan melalui penyaringan.

Rekritaslisasi merupakan metode yang paling sering digunakan untuk memurnikan senyawa dalam bentuk padatan. Rekristalisasi juga dapat diapliksikan dalam proses pemurnian garam. Rekristalisasi garam diawali dengan pelarutan garam dengan menggunakan air panas yang kemudian disaring untuk memisahkan pengotor.

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan diuraikan cara pembuatan garam dengan memperoleh kualitas garam sesuai SNI dengan sumber laut yang berasal dari pesisir teluk Tomini.

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium kimia dan laboratoriun Universitas Brawijaya untuk penggunaan instrumen AAS untuk pengukuran kadar Ca Dan Mg

3.2. . Alat dan Bahan yang di Gunakan Dalam Penelitian

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Beaker gelas, Neraca Analitik, Gelas Ukur, Baume meter, Bak Plastik, Crush /cawan porselin,, Stirrer, Kertas Saring, Oven, Pipet tetes, Erlemeyer, Spatula, AAS.

3.2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain: Air Laut, Garam Rakyat, Aquades, $Ca(OH)_2$ dan Na_2CO_3

3.3. Prosedur Kerja

Prosedur kerja dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan yakni

3.3.1. Pembuatan Garam dengan Penguapan Air Laut

Menyiapkan air laut kemudian mengukur °Be-nya. Memasukkan air laut ke dalam bak dengan berbagai variasi ketinggian (5; 7,5; dan 10 cm dari dasar bak). Menguapkan air laut dengan sinar matahari sampai dihasilkan kristal garam. Mengukur rate penguapan air laut sampai terbentuk garam. Melakukan perlakuan yang sama untuk ketinggian air laut yang berbeda.

3.3.2. Analisa Total Solid:

Menimbang cawan kosong. Mengambil 10 ml sampel air laut dan dimasukkan dalam cawan kosong yang sebelumnya sudah diketahui beratnya. Menguapkan sampel dalam oven pada suhu 100 0C sampai dihasilkan kristal padatan. Mendinginkan kristal garam dalam desikator. Menimbang berat kristal garam dalam cawan porselin. Mengulangi prosedur yang sama untuk jenis air yang berbeda.

Menghitung jumlah total solid:

Jumlah endapan = $W_2 - W_1$

Dimana: W_1 = massa *crush* kosong

W_2 = massa *crush* + sampel setelah dioven.

3.3.3. Pembuatan Larutan Garam Jenuh:

Menyiapkan *aquadest* dalam *beaker glass.* Mengeringkan garam dalam oven untuk menghilangkan kadar air garam rakyat. Menimbang garam rakyat sebanyak 180 gram. Melarutkan garam rakyat dengan *aquadest* 500 ml sampai terbentuk larutan jenuh.

3.3.4. Prosedur Pengkristalan:

3.3.4.1. Menggunakan air panas

Menyiapkan larutan garam jenuh yang dikristalkan. Kemudian menambahkan air panas dengan variasi suhu 30^0C, 60^0C, 90^0C dan 120^0C. Menyaring larutan yang sudah di-treatment kemudian menguapkan filtarnya deng oven sampai terbentuk Kristal. Menganalisa konsentrasi NaCl,Ca dan Mg. Menghitung padatan garam dan penyusutan Garam

3.3.4.2. Menggunakan Bahan Kimia

Menyiapkan larutan garam jenuh yang akan dikristalkan. Menambahkan reagen Ca(OH)2 dan Na2CO3 kemudian diaduk sampai homogen. Menyaring larutan yang sudah di-*treatment* secara kimia. Menguapkan filtrat dengan oven sampai terbentuk kristal. Menganalisa konsentrasi NaCl, Ca, dan Mg. Menghitung jumlah padatan garam dan penyusutan garam. Dengan rumus sebagai berikut:

$$x = \frac{M2}{M1}\ x\ 100$$

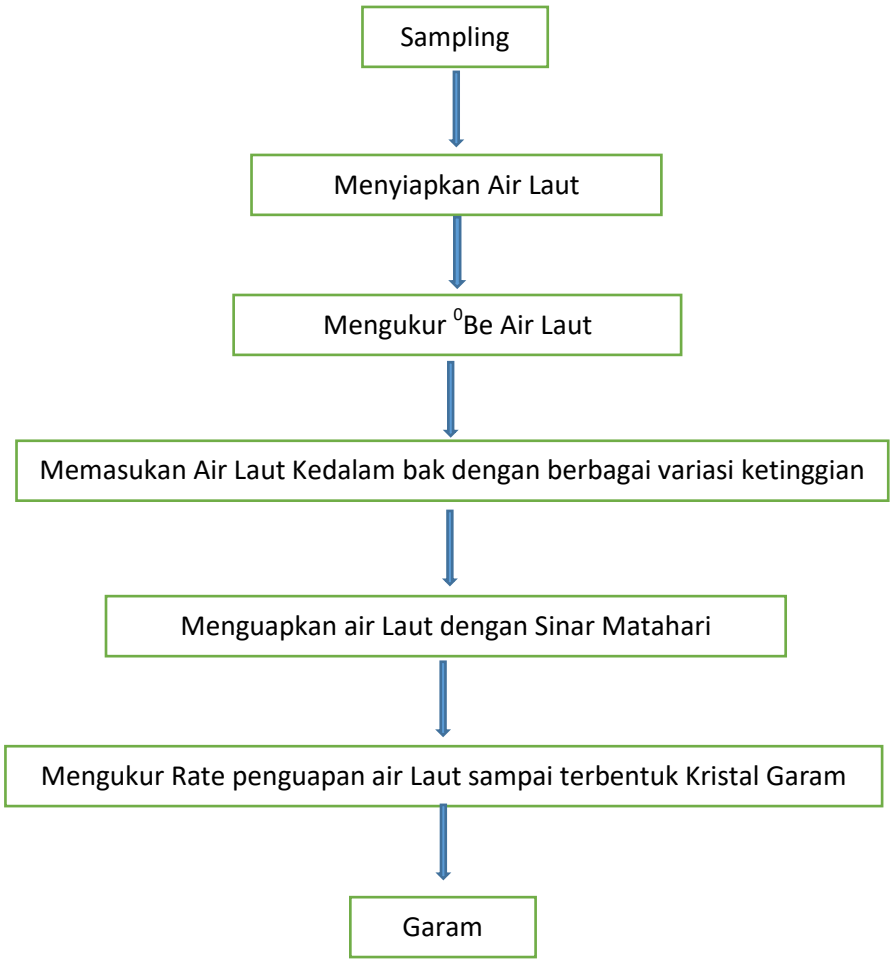
Penyusutan Garam = 1-x

Dengan : M1 = Masa sampel sebelum kristalisasi

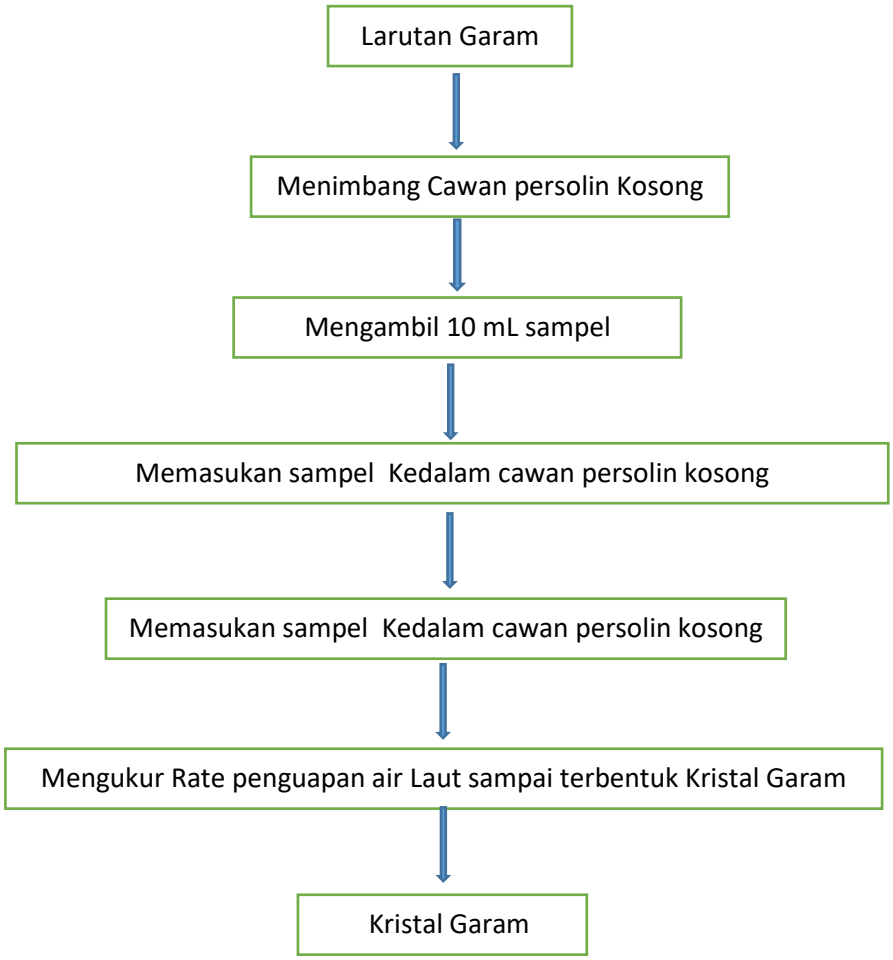
M2 = masa sampel setelah kristalisas

3.4. Diagram Alir

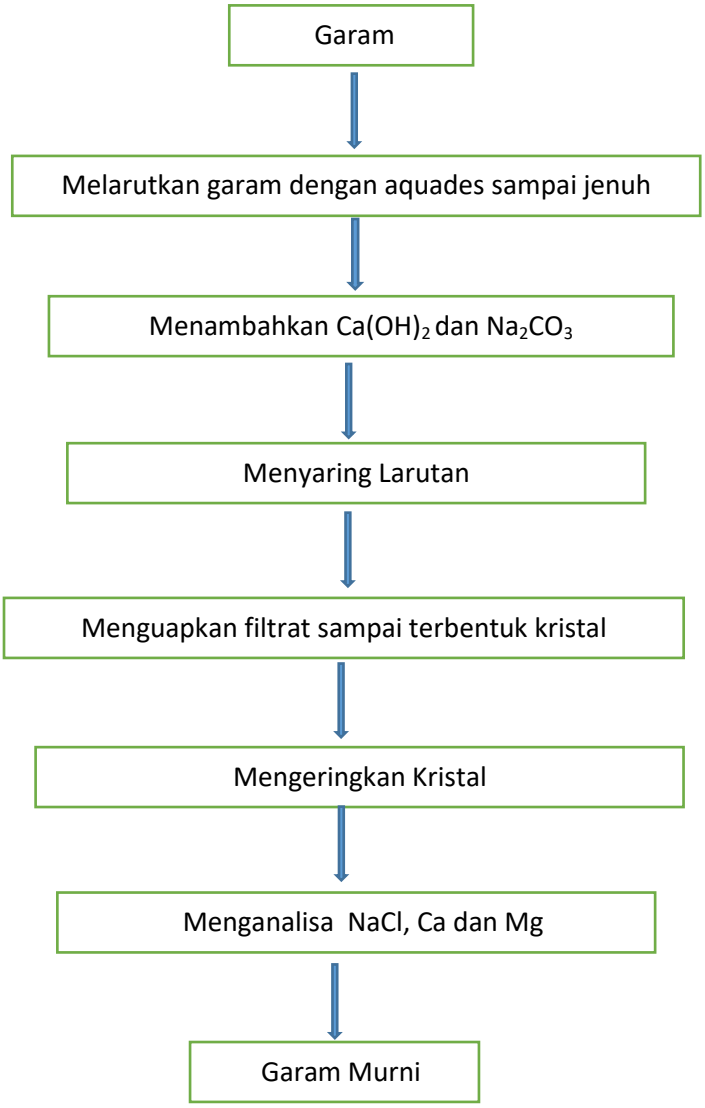
3. 4.1 Pengujian Rate Penguapan Air Laut:



3.4.2. Analisa Total Solid



3.4.3. Metode Kristalisasi



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian pembuatan dan pemurnian garam dapat dilakukan dalam beberapa tahap dan untuk tahapannya dilihat pada uraian berikut:

4.1.1. Rate Penguapan Air Laut

Dalam penelitian ini, bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai macam ketinggian air laut pada rate penguapanya. Proses yang dilakukan yaitu penguapan air laut dengan ketinggian yang berbeda-beda dengan bantuan pemanasan. Penguapan dibawah sinar matahari tidak dapat di lakukan karena kondisi yang tidak memungkinkan atau musim hujan. Pengamatan di lakukan setiap dua (2) jam hingga terbentuk kristal. Hasil yang didapat dapat dilihat pada tabel.4.1

Tabel.4.1. Penurunan ketinggian Air laut pada ketiga variebel ketinggian.

Waktu (jam)	Ketinggian Air Laut		
1	5 cm	7.5 cm	10 cm
2	3,5	6	8.5
3	2.5	4.5	7
4	0.5	3	5.5
5	0	1.5	4
6		1	2.5
7		0	1
8			0

Tabel 4.2. Jumlah total Solid

Sampel	**Masa endapan (gram)**
1	0,5167
2	0,4756
3	1,4451

Analisis Kadar Garam NaCl

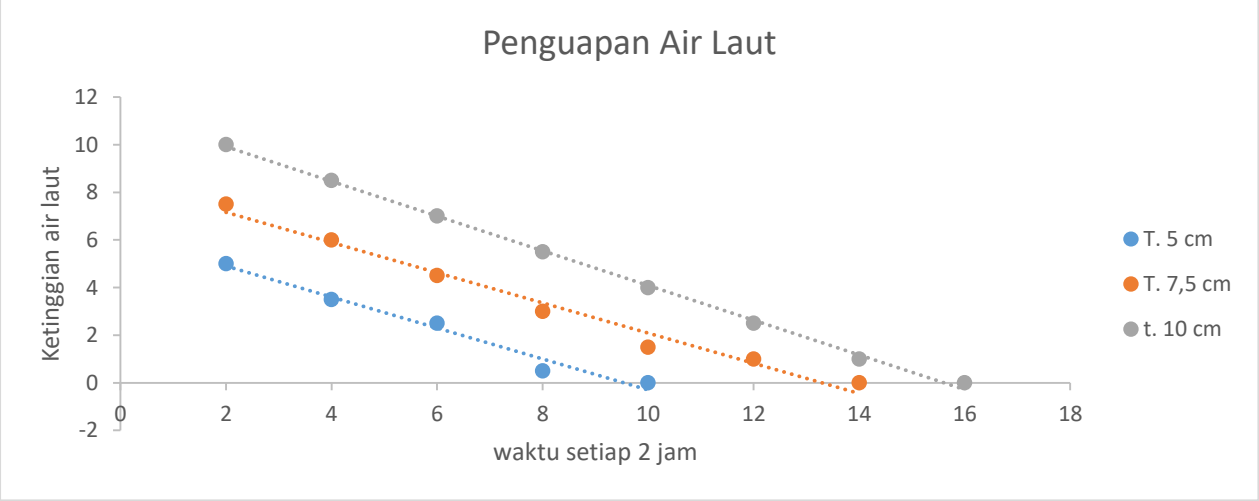
1. **Tabel 4.3 Variasi Volume Reagen**

No	Volume reagen (mL)	Kadar NaCl (%)
1	0,5	73,65
2	1	75,99
3	1,5	86,52
4	2	95,87
5	2,5	97,04

2. **Tabel 4.4 Kadar NaCl terhadap Variasi Suhu air Panas**

No	Suhu(^{0}C)	Kadar NaCl (%)
1	30	74,82
2	60	79,50
3	90	84,18
4	120	90,02

Pembahasan



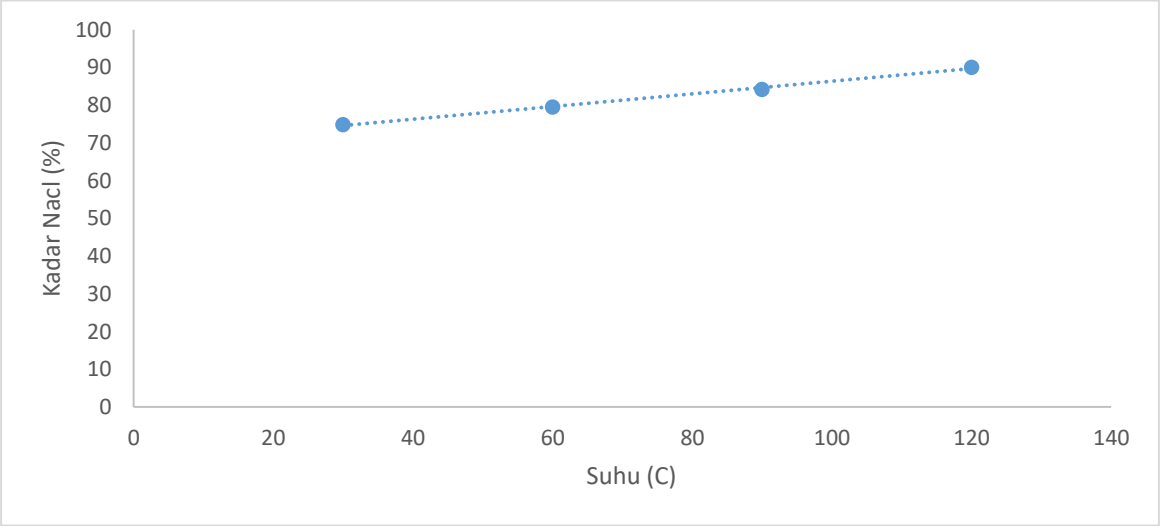
Gambar 4.1. Penguapan Air Laut setiap dua Jam

Berdasarkan Gambar 4.1 Dapat di lihat bahwa pada ketinggian air laut 5 cm waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kristal garam yaitu 10 jam, pada ketinggian 7,5 cm waktu yang dibutuhkan 14 jam dan dengan ketinggian 10 cm waktu yang diperlukan 16 jam. Dari

data itu dapat disimpulkan bahwa rata-rata penurunan ketinggian air laut sekitar 1-2 cm/2 jam. Jadi penguapan air laut makin ketinggian air laut dalam bak penguapan maka waktu yang dibutuhkan untuk penguapan sampai terbentuk kristal garam juga akan semakin lama.

Proses rekristalisasi Garam

Rekritaslisasi merupakan metode yang paling sering digunakan untuk memurnikan senyawa dalam bentuk padatan. Rekristalisasi juga dapat diapliksikan dalam proses pemurnian garam. Rekristalisasi garam diawali dengan pelarutan garam dengan menggunakan air panas yang kemudian disaring untuk memisahkan pengotor. Hasil rekristalisasi menggunakan air panas dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.2. Variasi suhu air panas terhadap kadar NaCl

Berdasarkan gambar 4.3 bahwa kadar NaCl meningkat dengan kenaikan suhu air panas. Pada gambar tersebut di buat variasi suhu air panas dimana pada suhu 30^0C kadar NaCl yaitu 74.82 %, suhu 60^0C kadar NaCl 79.50 %, 90^0C kadar NaCl 84.18 %, suhu 120^0C kadar NaCl 90.02 %, dan untuk kandungan Ca dan Mg hasil reksritalisasi berdasarkan variasi suhu air panas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.5. Kadar sisa Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada suhu air panas 120^0C.

No	Komponen	Konsentrasi (%)
1	Ca	0,87
2	Mg	2,74

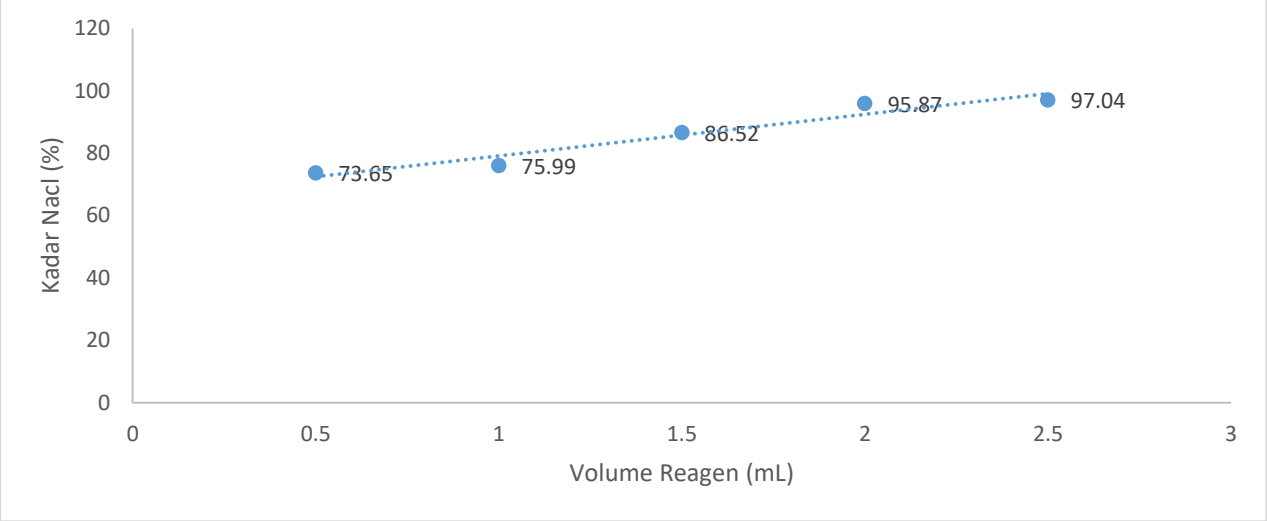
Berdasarkan tabel 4.5 bahwa garam yang terbentuk masih banyak mengandung zat pengotor Ca Dan Mg. Standar SNI 06-0303-1989 garam untuk ion Ca yaitu 0.1% sedangkan untuk Mg 0.06%. Untuk lebih memurnikan garam tersebut maka di lanjutkan dengan proses krisalisasi menggukanan bahan pengikat pengotor yaitu $Ca(OH)_2$ dan Na_2CO_3.

Pada tahap rekristalisasi ini pengotor-pengotor yang berada atau terperangkap di dalam kristal akan terlepas dari kristal karena pelarutan garam. Selanjutnya proses rekristalisasi mempunyai selektifitas yang cukup tinggi sehingga kadar pengotor yang masih berada dalam kristal yang dihasilkan cukup kecil.

Dalam peningkatan kualitas garam dengan metode rekristalisasi dilakukan penambahan reagen berupa $Ca(OH)_2$ dan Na_2CO_3. Penambahan reagen ini dilakukan sampai mendapatkan garam yang memenuhi persyratan sebagai bahan baku industri. Reagen ini berfungsi untuk mengikat zat pengotor berupa ion Ca^{2+} dan Mg^{2+}. Ion Ca^{2+} dan Mg^{2+}merupakan bahan pengotor terbesar yang terkandung dalam air laut. Keberadaanya menyebabkan produk garam mempunyai kadar NaCl cukup rendah.

Kandungan NaCl, Ca, Mg pada sampel garam hasil rekristalisasi dapat diketahui dari hasil analisa . Kadar NaCl dianalisa menggunakan metode titrasi argentometri, sedangkan kadar Ca dan Mg dianalisa dengan menggunakan AAS

Dengan rekristalisasiini di harapkan dapat mengurangi dan menghilangkan zat-zat pengotor dalam sampel garam. Pengotor dalam sampel sebagian besar merupakan senyawa Ca dan Mg serta pengotor fisik berupa lumpur yang terperangkap dalam kristal garam. Pengotor garam berupa lumpur tersebut menyebabkan tampilan garam menjadi kecoklatan. Pengotor Ca dan Mg ini membuat rasa dari garam ini membuat rasa dari garam menjadi lebih pahit(Saksono 2002). Setelah direkkristalisasi diperoleh garam yang warnanya lebih putih dan bersih dibandingkan dengan sebelumnya. Berikut ini gambar variasi reagen dan persentasi kadar NaCl:



Gambar 4.3. Variasi Volume Reagen Terhadap Kadar NaCl

Berdasarkan gambar 4.2 bahwa Pada tahap rekristalisasi penambahan reagen dengan 15% W kandungan pengotor dapat diturunkan lagi sampai pada nilai yang cukup kecil sehingga didapatkan garam dengan kandungan NaCl yang lebih besar.

Pada penelitian ini dilakukan dengan menambahkan Na_2CO_3 15 %W dalam larutan NaCl di mana volumenya dibuat bervariasi Setelah di lakukan penambahan Na_2CO_3 larutan dibiarkan bereaksi selama 45 menit agar terbentuk endapan $CaCO_3$ dan $MgCO_3$, Kemudian ditambahkan $Ca(OH)_2$ dan larutan dibiarkan berekasi . Penambahan Na_2CO_3 15 %W bertujuan untuk menghilangkan pengotor Ca^{2+} sebagai $CaCO_3$ dan Mg^{2+} sebagai $MgCO_3$, dengan menambahkan $Ca(OH)_2$ juga dapat meningkatkan penghilangan pengotor Mg^{2+} membentuk endapan $Mg(OH)_2$. Hasil penelitian pada proses pemurniaan garam untuk variasi penambahan volume Na_2CO_3 15 %W tiap 10 mL larutan garam ditunjukan pada tabel berikut:

Tabel 4.6. Kadar NaCl dan Kadar pengotor sisa Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada penambahan volume Na_2CO_3 2,5 mL

No	Komponen	Konsentrasi (%)
1	NaCl	97,04
2	Ca	0,55
3	Mg	0,28

Dari hasil analisa tabel 4.6 pada volume menunjukan bahwa rekristalisasi NaCl 97,04 %, Ca (0,55%) dan Mg (0,28%). Pada hasil yang diperoleh belum memenuhi standar SNI karena masih besarnya kandungan Ca dan Mg. Akan tetapi garam ini sudah masuk pada jenis garam K-1 yaitu kualitas terbaik yang memenuhi syarat untuk bahan industri

maupun untuk konsumsi dengan komposisi sebagai berikut: NaCl : 97,46 % , CaCl2 : 0,723 % , CaSO4 : 0,409 %, MgSO4 : 0,04 % , H2O : 0,63 %, *Impurities* : 0,65 %

BAB V

KESIMPULAN DAN SAAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan garam dengan kemurnian tinggi dapat dilakukan dengan pemanasan sinar matahari maupun dengan pemanasan menggunakan bahan bakar. Kemurnian dapat di lanjutkan dengan kristalisasi menggunakan bahan kimia.
2. Hasil rekristalisasi garam yang diperoleh yaitu NaCl 97 %, Ca 0,55% dan Mg 0,28%. Garam ini belum memenuhi syarat garam untuk standar SNI karena masih tingginya kandungan Ca dan Mg. Namun sudah memenuhi untuk bahan baku industri maupun untuk konsumsi.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat disampikan sebagai berikut:

1. Melakukan rekristalisasi dengan penambahan reagen yang lebih besar untuk mengetahui konsentrasi Ca dan Mg
2. Memvariasikan bahan pengikat pengotor agar dapat diketahui bahan yang efektif.

DAFTAR PUSTAKA

Anwar, Chairil. 1994. Pen*gantar Praktikum Kimia Organik I*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Gajah Mada

Attique 2010 Preparation of Analytical Grade Sodium Chloride From Khewra Rock Salt, World Applied Sciences Journal 9 1223-122

Bernaseoni, G. 1995. *Teknologi Kimia*. Jakarta: PT Padya Pranita

Frianezza, Teresita C. 1988. "*Purification of Brine with Hydrous Metal Oxide Ion Exchangers"*. 2357, AmityAve., Gastonia, N.C, 28054.

Geertman RM 2000 Sodium chloride : Crystallization, Academic Press 4127-4133

Lesdantina, Dina dan Istikomah. 2009. *Pemurnian NaCl dengan Menggunakan Natrium Karbonat*. Semarang: Seminar Tugas Akhir S1 Teknik Kimia Universitas Diponegoro.

Langer H, H Offermann 1988 On the Solubility of Sodium Chloride in Water, Crystal Growth Journal 60 389-392

National Standardization Agency of Indonesia SNI 3556-2016 standard for consumption salts

National Standardization Agency of Indonesia SNI 0303-2012 standard for industrial salts

Mottershead R and Davidson P 2009 The Yannarie Solar Project : Design of Solar Salt Field In Western Australia to Safe Guard the Natural Environment, Global NEST Journal 11 10-18

Marihati dan Muryati. 2008. "Pemisahan dan Pemanfaatan Bittern sebagai Salah Satu Upaya Peningkatan Pendapatan Petani Garam*"*. Semarang: *Buletin Penelitian dan Pengembangan Industri No. 2/Vol. II/Februari*

Paryanto, I. 2000. "Pengaruh Penambahan Garam Halus pada Proses Kristalisasi Garam Farmasetis". *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia, V2. No. 9*

Rathnayaka D.D.T 2013 Development of a Process to Manufacture High Quality Refined Salt from Crude Solar Salt, International Scholary and Scientific Research & Innovation

Sumada R Dewati, Suprihatin Improvement of seawater salt quality by hydro-extraction and re-crystallization methods The 2nd International Joint Conference on Science and

Technology (IJCST) 2017 IOP Publishing IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 953 (2017) 012214 doi :10.1088/1742-6596/953/1/01221

Saksono, Nelson. 2002. *Studi Pengaruh Proses Pencucian Garam terhadap Komposisi dan Stabilitas Yodium Garam Konsumsi*. Depok: Universitas Indonesia

Schimdt, J-H, Meirhofer, W., Schwaiger, H. 2009. "Process Optimization of Brine Purification and Evaporation for Combined Crystallization of NaCl and Na2SO4 by Means of Mechanical Vapour Recompression". *9th International Symposium of Salt*.

Turk LJ 1970 Evaporation of Brine : A field Study on the Bonneville Salt flats, Utah, Journal of Water Resources Research 6 1209-1215

Lampiran 1.Perhitungan Analisis

- **Menghitung jumlah total solid**

  Jumlah endapan = W2 – W1
  Dimana: W1 = massa crush kosong
  W2 = massa crush + sampel setelah dioven

  1. Jumlah endapan = W2 – W1
     = 29,2027 gram - 28,6860 gram
     =0,5167 gram
  2. Jumlah endapat = W2 – W1
     = 28,4680 gram – 27,9924 gram
     = 0,4756 gram
  3. Jumlah endapan = W2 – W1
     = 32,7130 gram – 31,2679 gram
     = 1,4451 gram

- **Analisa Kadar NaCl**

  Kadar NaCl = $\frac{(V.\ N)\ Mr.NaCl}{w\ garam}$ x 100%
  Dimana : V = Volume rata-rata $AgNO_3$ hasil titrasi (mL)
  N = Normalitas $AgNO_3$ (0,1 N)
  Mr NaCl = 58,46
  w garam = Massa garam (0,025 gram)

  A. <u>Variasi Volume Reagen</u>

  1. 0,5 mL

  Kadar NaCl = $\frac{(3{,}15\ mL\ .\ 0{,}1\ N)\ 58{,}46}{0{,}025\ gram}$ x 100% = 73,65 %

  2. 1 mL

  Kadar NaCl = $\frac{(3{,}25\ mL\ .\ 0{,}1\ N)\ 58{,}46}{0{,}025\ gram}$ x 100% = 75,99 %

  3. 1,5 mL

  Kadar NaCl = $\frac{(3{,}7\ mL\ .\ 0{,}1\ N)\ 58{,}46}{0{,}025\ gram}$ x 100% = 86,52 %

  4. 2 mL

  Kadar NaCl = $\frac{(4{,}1\ mL\ .\ 0{,}1\ N)\ 58{,}46}{0{,}025\ gram}$ x 100% = 95,87 %

  5. 2,5 mL

  Kadar NaCl = $\frac{(4{,}15\ mL\ .\ 0{,}1\ N)\ 58{,}46}{0{,}025\ gram}$ x 100% = 97,04 %

  B. <u>Variasi Suhu</u>

  1. 30^{o}C

  Kadar NaCl = $\frac{(3{,}2\ mL\ .\ 0{,}1\ N)\ 58{,}46}{0{,}025\ gram}$ x 100% = 74,82 %

  2. 60^{o}C

Kadar NaCl = $\frac{(3{,}4\ mL\ .\ 0{,}1\ N)\ 58{,}46}{0{,}025\ gram}$ x 100% = 79,50 %

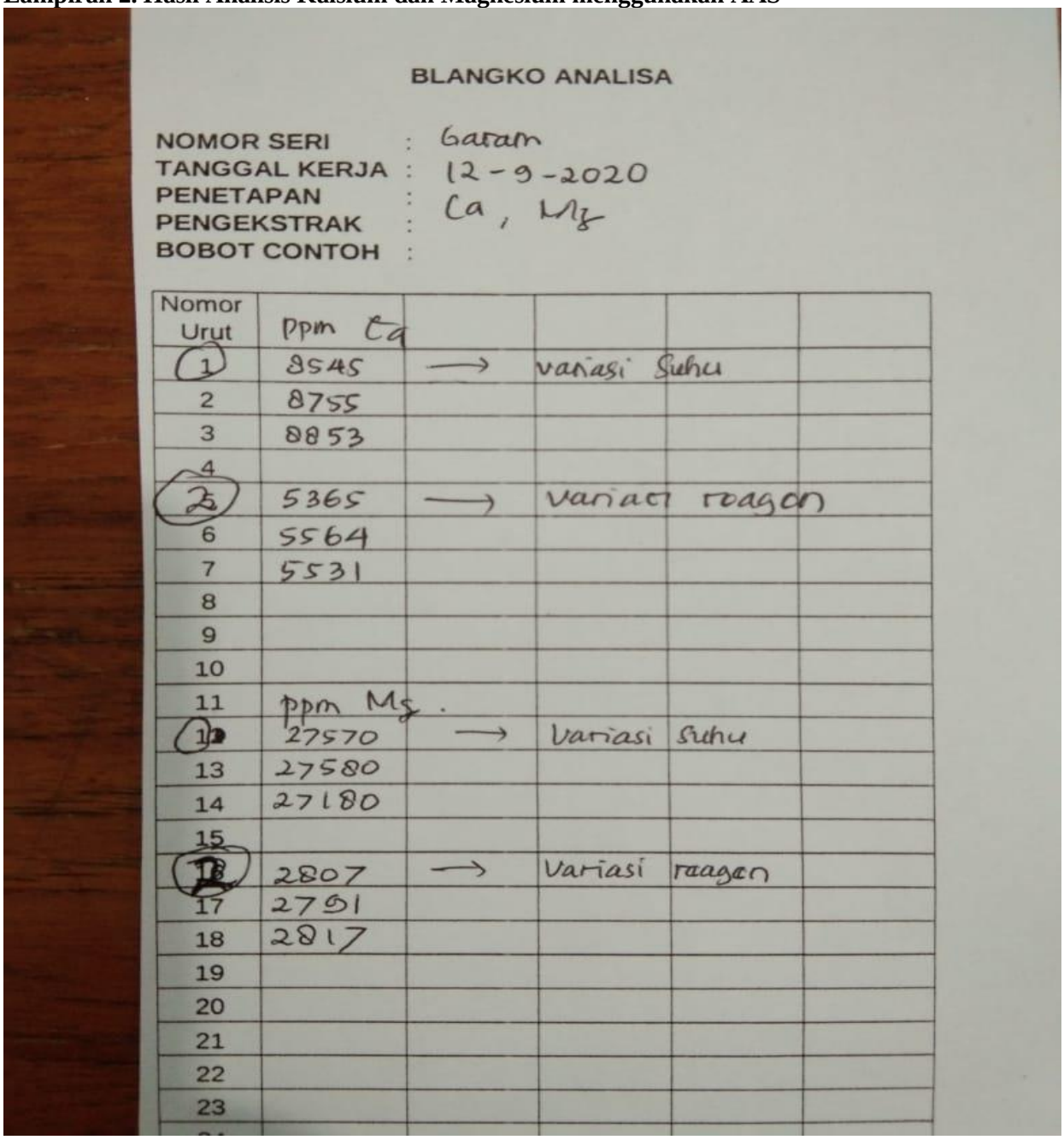
3. 90^{o}C

Kadar NaCl = $\frac{(3{,}6\ mL\ .\ 0{,}1\ N)\ 58{,}46}{0{,}025\ gram}$ x 100% = 84,18 %

4. 120^{o}C

Kadar NaCl = $\frac{(3{,}85\ mL\ .\ 0{,}1\ N)\ 58{,}46}{0{,}025\ gram}$ x 100% = 90,02 %

Lampiran 2. Hasil Analisis Kalsium dan Magnesium menggunakan AAS

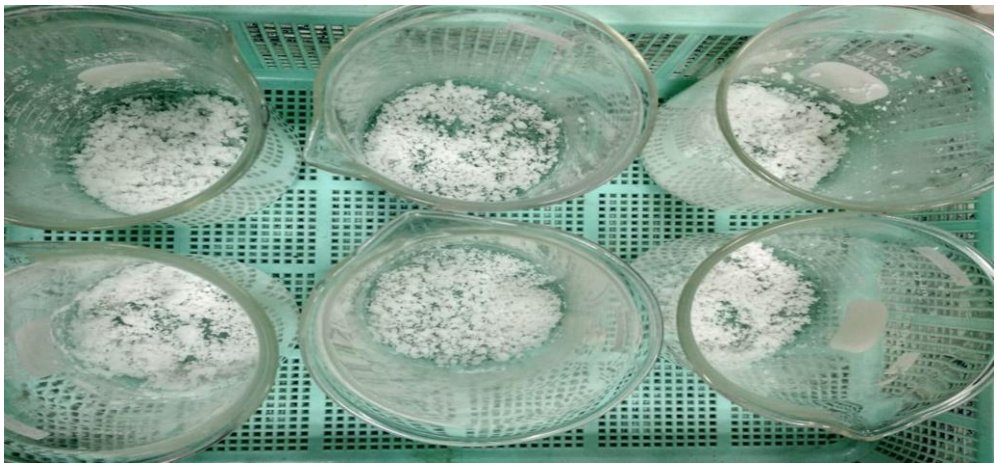


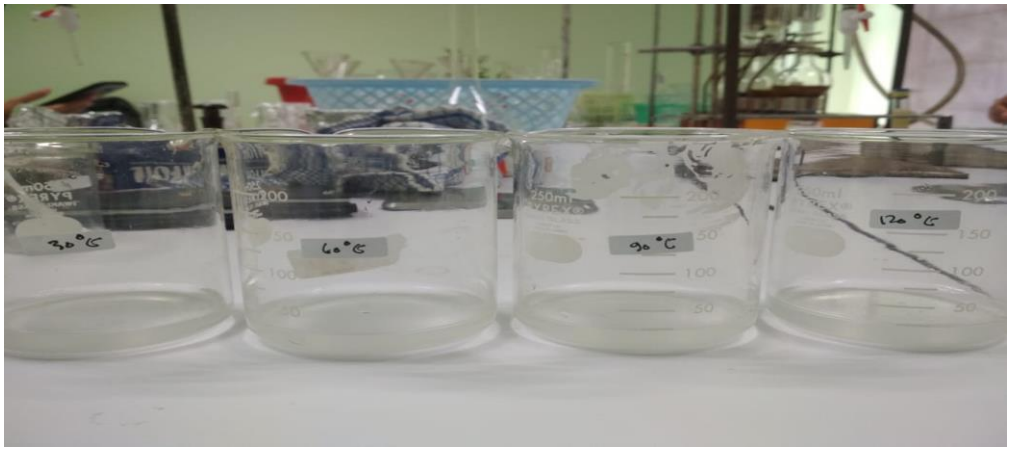
BLANGKO ANALISA

NOMOR SERI : Garam
TANGGAL KERJA : 12-9-2020
PENETAPAN : Ca, Mg
PENGEKSTRAK :
BOBOT CONTOH :

Nomor Urut	ppm Ca			
1	8545	→	variasi Suhu	
2	8755			
3	8853			
4				
5	5365	→	variasi reagen	
6	5564			
7	5531			
8				
9				
10				
11	ppm Mg.			
12	27570	→	variasi suhu	
13	27580			
14	27180			
15				
16	2807	→	variasi reagen	
17	2791			
18	2817			
19				
20				
21				
22				
23				

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian




30 °C
60 °C
90 °C
120 °C

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Jalan Prof. Dr. Ing. B.J. Habibie, Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, 96119
Telepon (0435) 821125 Faximile (0435) 821752
Laman: http://www.ung.ac.id

K E P U T U S A N

DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
NOMOR : 302/UN47.B4/PG/2020

T E N T A N G

PENETAPAN DOSEN PENELITI DAN JUDUL PENELITIAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO TAHUN 2020

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Menimbang :

a. Bahwa untuk menunjang Tri Dharma Perguruan Tinggi sekaligus berperan aktif meningkatkan mutu ketenagaan di lingkungan Universitas Negeri Gorontalo maka perlu digalakkan usaha-usaha penelitian;
b. Bahwa mereka yang nama-namanya tercantum dalam lampiran surat keputusan ini dianggap mampu dan memenuhi syarat sebagaimana dimaksud pada butir a;
c. Bahwa sehubungan dengan butir a dan b di atas perlu diterbitkan surat keputusan Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Mengingat :

1. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-Undang RI Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen
3. Undang-Undang RI Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2009 tentang Dosen;
5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Pendidikan Tinggi;
6. Keputusan Presiden RI Nomor. 54 Tahun 2004 Tentang Perubahan IKIP Negeri Gorontalo menjadi Universitas Negeri Gorontalo;
7. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Nomor 11 Tahun 2015 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Negeri Gorontalo;
8. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Nomor 82 Tahun 2017 Tentang Statuta Universitas Negeri Gorontalo;
9. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 3 Tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi;
10. Keputusan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI Nomor 32029/M/KP/2019 Tanggal 24 September 2019 tentang Pengangkatan Dr. Eduart Wolok, S.T.,M .T sebagai Rektor Universitas Negeri Gorontalo Periode 2019-2023;

11. Peraturan Rektor Universitas Negeri Gorontalo Nomor 3/UN47/DT/2015 Tentang Peraturan Akademik Universitas Negeri Gorontalo;
12. Keputusan Rektor Universitas Negeri Gorontalo Nomor 372/H47.A2/KP/2010 Tentang pemberian kuasa kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana untuk atas nama Rektor menandatangi Surat Keputusan yang berkaitan dengan kegiatan Akademik di lingkungan Fakultas dan Program Pascasarjana;
13. Keputusan Rektor Universitas Negeri Gorontalo Nomor 744/UN47/KP/2019 Tentang Pengangkatan Prof. Dr. Astin Lukum, M.Si sebagai Dekan Fakultas Matematika dan IPA Universitas Negeri Gorontalo Periode 2019-2023;

Memperhatikan : Proposal Penelitian Dosen di lingkungan Fakultas Matematika dan IPA Universitas Negeri Gorontalo.

M E M U T U S K A N

Menetapkan :

Pertama : Dosen dan Judul Penelitian Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Gorontalo Tahun 2020 yang namanya sebagaimana tercantum dalam lampiran Surat Keputusan ini;

Kedua : Nama-nama yang tertera dalam Surat Keputusan ini bertugas melaksanakan penelitian sesuai dengan Buku Panduan Penelitian yang diterbitkan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Negeri Gorontalo Tahun 2020;

Ketiga : Dosen pelaksana Penelitian yang nama-namanya tercantum dalam lampiran Surat Keputusan ini wajib memasukkan laporan pelaksanaan penelitian secara tertulis kepada Dekan;

Keempat : Biaya yang timbul sehubungan dengan kegiatan penelitian ini sepenuhnya dibebankan pada anggaran yang tersedia untuk itu;

Kelima : Surat Keputusan ini berlaku sejak ditetapkan dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab dengan catatan akan ditinjau dan diperbaiki kembali bilamana terdapat kekeliruan di dalam penetapan ini;

Ditetapkan di : Gorontalo
Pada Tanggal : 29 April 2020

DEKAN,

Ir. ASTIN LUKUM
NIP. 196303271988032002

Tembusan:
1. Rektor Universitas Negeri Gorontalo
2. Wakil Rektor I Universitas Negeri Gorontalo
3. Wakil Rektor II Universitas Negeri Gorontalo
4. Wakil Dekan I Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo
5. Wakil Dekan II Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo
6. Ketua LPPM Universitas Negeri Gorontalo
7. Ketua Jurusan/Prodi di lingkungan Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo

Lampiran Surat Keputusan Dekan Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo
Nomor : 302/UN47.B4/PG/2020
Tanggal : 29 April 2020
Tentang : Penetapan Dosen Peneliti dan Judul Penelitian Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Gorontalo Tahun 2020

No.	Jurusan	Dosen	Judul Penelitian
1	Matematika	Ketua : Dr. Tedy Machmud, M.Pd Anggota : 1. Khardiyawan A. Y. Pauweni 2. Ahmad Pakaya 3. Andi Sry Wahyuni	Implementasi Model Problem-Centered Learning (Pcl) Berbantuan Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Selfefeicacy Matematis Siswa
		Ketua : Resmawan, S.Pd, M.Si Anggota : 1. Novainita Achmad, S.Si, M.Si	Model Matematika Penebaran Pengguna Narkoba dengan Factor Edukasi
		Ketua : Agusyarif Rezka Nuha, S.Pd, M.Si Anggota : 1. Resmawan, S.Pd, M.Si	Model Matematika Penyebaran Penyakit Kolera dengan Mempertimbangkan Masa Inkubasi
2	Biologi	Ketua : Dr. Dra. Novri Y. Kandowangko, M.P Anggota : 1. Febriyanti, S.Pd, M.Si	Karakteristik Morfologi Tumbuhan Sumber Pangan di Wilayah Pesisir Teluk Tomini dalam Mendukung Pembelajaran Sains di Sekolah
		Ketua : Dr. Frida Maryati Yusuf, M.Pd Anggota : 1. Dr. Masra Latjompoh, M.Pd 2. Herinda Mardin, S.Si, M.Pd	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Biologi Berbasis Inkuiri Terbimbing Bersumber Belajar pada Kawasan Pesisir Kecamatan Dumbo Raya Kota Gorontalo
		Ketua : Dr. Jusna Ahmad, M.Si Anggota : 1. Dr. Chairunnisa, J.L, Dra, M.Si 2. Wiraningsih D. Uno, S.Pd, M.Kes	Kajian tentang Kualitas Kompos dengan Bioaktivator EM4 dan MOL (Mikrorganisme Lokal) dari Keong Mas serta Buah Tomat Sebagai Bahan Literasi Sains Bagi Masyarakat di Kawasan Teluk Tomini
		Ketua : Ilyas H. Husain, S.Pd, M.Pd Anggota : 1. Dr. Dewi Wahyuni K. Baderan, S.Pd, M.Si 2. Dr. Marini Susanti Hamidun, S.Pd, M.Si	Studi Tutupan Lamun dan Kondisi Ekosistemnya di Kawasan Pesisir Kecamatan Dumbo Raya Kota Gorontalo
		Ketua : Mustamin Ibrahim Anggota : 1. Regina Valentina Aydalina 2. Tutin Pratimi Langaru	Biodiversitas Burung Migran di Danau Limboto
3	Kimia	Ketua : Drs. Mardjan Paputungan, M.Si Anggota : 1. Abdul Rasjid Usman Dilo,	Optimasi Pembuatan VCO (Virgin Coconut Oil) dengan Metode Pancingan dan Fermentsai

		S,Pd 2. Nadhia Nurul Atika Hudu	
		Ketua : Dr. Netty Ino Ischak, M.Si Anggota : 1. Deasy N. Botutihe, S.Pd, M.Si	Karakterisasi Kimia dan Sensoris Peneyedap Makanan Berbasis Daging Kerang Darah (*Andara Ananosa*)
		Ketua : Drs. Mangara Sihaloho, M.Pd 1. Julhim Tangio, M.Pd	Analisis Miskonsepsi Multi Level Represetasi Konsep Hidrolisis Garam pada Siswa SMA Negeri 1 Suwawa Kabupaten Bone Bolango
		Ketua : Nita Suleman, S.T, M.T Anggota : 1. Jafar La Kilo, S.Pd, M.Sc	Efektivitas Pembelajaran Kimia Menggunakan di WhatsApp dan Google Forms dalam Mendukung Merdeka Belajar di SMAN 1 Kabila
		Ketua : Erni Mohamad, S.Pd, M.Si Anggota : 1. Prof. Dr. Astin Lukum, M.Si 2. Aura Dwi Kurnianda Tangahu 3. Sri Yana Ohi	Pembuatan dan Optimasi Kualitas Garam Air Laut di Pesisir Pantai Teluk Tomini
4	Fisika	Ketua : Dr. Trisnawaty Junus Buhungo, S.Pd, M.Pd Anggota : 1. Ilham Eka Prasetya	Penerapan Instrumen Literasi Sains untuk Mengukur Keterampilan Literasi Sains Siswa di Wilayah Pesisir Teluk Tomini
		Ketua : Dr. Tirtawaty Abdul, S.Pd, M.Pd Anggota : 1. Sulastri Abdullah, S.Pd 2. Bahtiar	Pengaruh Penerapan Pembelajaran Berbasis Budaya Lokal Terhadap Literasi Sains Siswa SMP 1 Kabila Bone Desa Molotabu Kabupaten Bone Bolango
		Ketua : Supartin, S.Pd, M.Pd Anggota : 1. Darmansyah Ali Mustafa	Upaya Peningkatan Literasi Sains dengan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Peserta Didik di Wilayah Pesisir Teluk Tomini Pada Materi IPA SMP
		Ketua : Dewa Gede Eka Setiawan, S.Pd, M.Sc Anggota : 1. Citron S. Payu, S.Pd, M,Pd 2. Risky Prayatman	Rancang Bangun Alat Resistivitas Meter dengan Sistem Penyimpanan Data Hasil Pengukuran dalam Survei Geolistik
		Ketua : Abd. Wahidin Nuayi, S.Pd, M.Si Anggota : 1. Febrian Dwi Permana 2. Maulidina Aulia Botutihe 3. Asrawati Pantolay	Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Intelektual Peserta Didik di Kawasan Pesisir Teluk Tomini Pada Materi Fisika SMA
		Ketua : Drs. Asri Arbie, M.Si Anggota : 1. Reviani Dunda 2. Sutan Moh. Rahra	Implementasi Sistem Pembelajaran Daring Menggunakan Google Class Room untuk Meningkatkan Kemampuan Memecahkan Masalah Fisika Peserta Didik di Kawasan Pesisir Teluk Tomini
5	ITK	Ketua : Dr. Eng. Sri Maryati, S.Si Anggota : 1. Dr. Fitryane Lihawa, M.Si	Kajian Pengaruh KRP terhadap Kinerja Jasa Ekosistem Penyediaan Pangan dan Jasa Ekosistem Penyediaan Air di Kabupaten Gorontalo Utara

		Ketua : Moh. Kasim, S.T, M.T Anggota : 1. Noviar Akase, S.T, M.Sc 2. Ronal Hutagalung, S.T, M.T 3. M. Iqbal Liayong Pratama, S.Pd, S.Pd.I, M.Pd	Aspek Geomorfologi dalam Penentuan Potensi Gerakan Tanah di Desa Oluhuta Kecamatan Kabila Bone Kabupaten Bone Bolango
		Ketua : Wiwin Kobi, S.Pd, M.Pd Anggota : 1. Dr. Sunarty Eraku, M.Pd 2. Rusiah, S.Pd, M.Sc 3. Hendra, S.Si, S.Pd, M.Pd	Persepsi Mahasiswa Pendidikan Geografi terhadap Penggunaan Virtual Class "Google Classroom"
		Ketua : Ahmad Zainuri, S.Pd, M.Pd Anggota : 1. Intan Noviantari Manyoe, S.Si, M.T 2. Windayani Ika Yunita Sari, M.Pd 3. Dr. Sc. Yayu Indriati Arifin, M.Si	Studi Kajian Keragaman Geologi Daerah Olele dalam Aspek Geosite dan Geomorphosite sebagai Dasar Pengembangan Geowisata di Kawasan Teluk Tomoni
		Ketua : Daud Yusuf, S.Kom, M.Si Anggota : 1. Wiwin Kobi, S.Pd, M.Pd	Pengembangan Media Pembelajaran Animasi Simulasi Banjir ROB Menggunakan Aplikasi Swishmax

DEKAN,

ASTIN LUKUM

NIP. 196303271988032002