

**PEMANFAATAN NATRIUM KARBONAT (Na_2CO_3) SEBAGAI
ALTERNATIF *ALKALI AKTIVATOR* UNTUK PEMBUATAN SEMEN
GEOPOLIMER BERBASIS TANAH NAPA**



Oleh :

ANNISYA OKTA CHANIA

17036004/2017

PROGRAM STUDI KIMIA

DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2024

**PEMANFAATAN NATRIUM KARBONAT (Na_2CO_3) SEBAGAI
ALTERNATIF *ALKALI AKTIVATOR* UNTUK PEMBUATAN SEMEN
GEOPOLIMER BERBASIS TANAH NAPA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Persyaratan guna Memperoleh Gelar Sains



Oleh :

ANNISYA OKTA CHANIA

17036004/2017

PROGRAM STUDI KIMIA

DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2024

PERSETUJUAN SKRIPSI

**PEMANFAATAN NATRIUM KARBONAT (Na_2CO_3) SEBAGAI
ALTERNATIF ALKALI AKTIVATOR UNTUK PEMBUATAN SEMEN
GEOPOLIMER BERBASIS TANAH NAPA**

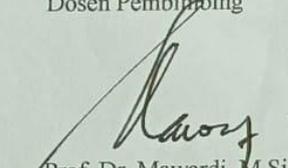
Nama : Annisya Okta Chania
NIM : 17036004
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 07 Juni 2024

Mengetahui :
Kepala Departemen Kimia


Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing


Prof. Dr. Mawardi, M.Si
NIP.196111231989031002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

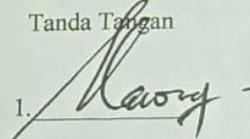
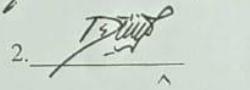
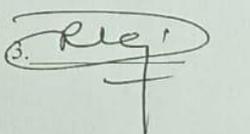
Nama : Annisya Okta Chania
TM/NIM : 2017/17036004
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**PEMANFAATAN NATRIUM KARBONAT (Na_2CO_3) SEBAGAI
ALTERNATIF ALKALI AKTIVATOR UNTUK PEMBUATAN SEMEN
GEOPOLIMER BERBASIS TANAH NAPA**

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 07 Juni 2024

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Prof. Dr. Mawardi, M.Si	1. 
2	Anggota	Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si	2. 
3	Anggota	Dr. Riga, S.Pd., M.Si	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Annisya Okta Chania

NIM : 17036004

Tempat/Tanggal Lahir : Balai Tengah / 23 Oktober 1999

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : PEMANFAATAN NATRIUM KARBONAT (Na_2CO_3)
SEBAGAI ALTERNATIF ALKALI AKTIVATOR
UNTUK PEMBUATAN SEMEN GEOPOLIMER
BERBASIS TANAH NAPA

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 07 Juni 2024
Yang Menyatakan



Annisya Okta Chania
NIM. 17036004

**Pemanfaatan Natrium Karbonat (Na_2CO_3) Sebagai Alternatif Alkali
Aktivator Untuk Pembuatan Semen Geopolimer Berbasis Tanah Napa**

Annisya Okta Chania

ABSTRAK

Semen Portland banyak digunakan dalam konstruksi, memiliki dampak lingkungan besar karena emisi CO_2 . Sebagai alternatif, semen geopolimer ramah lingkungan dikembangkan karena tidak memerlukan suhu tinggi. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui karakteristik semen geopolimer berbasis tanah napa berdasarkan variasi konsentrasi Na_2CO_3 terhadap karakteristik semen dan menggunakan Na_2CO_3 dan Na_2SiO_3 sebagai alternatif alkali aktivator. Pada penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi natrium karbonat 3M, 4M, 5M dan 6M. Hasil karakterisasi FTIR pada semen geopolimer berbasis tanah napa menunjukkan bahwa silika yang diperoleh memiliki sisi aktif berupa gugus fungsi silanol dan gugus fungsi siloksan serta karakterisasi alumina menyatakan bahwa terdapat gugus Al-O, Al-OH, dan -OH dari molekul air. Kondisi optimum untuk uji kehalusan dan optimum pada konsentrasi 5M sebanyak $880 \text{ m}^2/\text{kg}$ dan 6%. Namun kondisi optimum untuk uji ayakan $45 \mu\text{m}$ pada konsentrasi 4M sebanyak 13,21%. Pada karakterisasi XRF, optimum pada konsentrasi 4M yang memiliki kadar unsur silika 46,31% dan alumina 11,91%

**The Use Of Sodium Carbonate (Na₂CO₃) As An Alternative Alkaline
Activator For The Manufacture Of Napa**

Annisya Okta Chania

ABSTRACT

Ground-based Geopolymer Cement Portland Cement is widely used in construction, has a major environmental impact due to CO₂ emissions. As an alternative, environmentally friendly geopolymeral cement is developed because it does not require high temperatures. The purpose of this research is to determine the characteristics of a geopolymers based on the ground of a nappa based on the variation of concentration of Na₂CO₃ against the characteristic of the semen and using Na₂CO₃ and Na₂SiO₃ as alkaline alternatives to activators. The results of the FTIR characterization on napa soil-based geopolymers cement showed that the silica obtained had the active side of silanol function groups and siloxane function groups as well as alumina characterization stated that there were Al-O, Al-OH, and -OH groups of water molecules. Optimum conditions for the smoothness test and optimum at 5M concentration of 880 m²/kg and 6%. However, the optimum condition for the 45 μm pattern test at 4M concentrations of 13.21%. On XRF characterization, optimal at concentration 4M which has a silica element content of 46.31% and aluminum content of 11.91%

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pemanfaatan Natrium Karbonat (Na_2CO_3) Sebagai Alternatif Alkali Aktivator Untuk Pembuatan Semen Geopolimer Berbasis Tanah Napa**”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.. Kelancaran penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, petunjuk, masukan, arahan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Mawardi, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik sekaligus pembimbing tugas akhir..
2. Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si dan Bapak Dr. Riga, S.Pd., M.Si selaku dosen pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D., selaku Ketua Departemen Kimia Universitas Negeri Padang.
4. Bapak dan Ibu dosen pengajar serta seluruh staff akademik dan non akademik
5. Kedua orang tua penulis serta adik-adik, keluarga besar yang telah memberikan semangat kepada penulis.

Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk kesempurnaan karya tulis selanjutnya. Atas kritik dan saran yang diberikan, penulis mengucapkan terimakasih.

Padang, Mei 2024

Annisya Okta Chania

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Semen Portland	6
B. Geopolimer	8
C. Tanah Napa	11
D. Alkali Aktivator	13
E. Karakteristik Semen	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
A. Tempat dan Waktu Penelitian	19
B. Objek Penelitian	19
C. Variabel Penelitian	19
D. Alat dan Bahan	19
E. Prosedur Penelitian	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
A. Produk Geopolimer	24

B. Analisis XRF	25
C. Analisis FTIR	28
D. Analisis Kehalusan Butiran Semen (<i>Blaine</i>)	32
E. Analisis Hilang Pijar	34
F. Analisis Ayakan 45 μ m (<i>Sieving</i>)	37
G. Analisis Kuat Tekan	39
BAB V PENUTUP	43
A. Kesimpulan	43
B. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Struktur Geopolimer (Davidovits 1994).	9
Gambar 2 Struktur Dasar Geopolimer (Davidovits 1994).	10
Gambar 3 Tanah Napa Kab. Pesisir Selatan	12
Gambar 4 Mekanisme pembentukan material geopolimer (Davidovits 1994).	14
Gambar 5 X-Ray Fluorescence	17
Gambar 6 Perbandingan Komposisi Kimia Semen Geopolimer Berbasis Tanah Napa dengan Variasi Na_2CO_3	26
Gambar 7 Karakterisasi FTIR Terhadap Semen Geopolimer	29
Gambar 8 Perbandingan Hasil Uji Blaine	34
Gambar 9 Perbandingan Hasil nilai hilang pijar	36
Gambar 10 Perbandingan Hasil uji sieving	38
Gambar 11 Perbandingan Uji kuat tekan	41

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Komposisi Kimia Semen Portland	7
Tabel 2 Rentang komposisi yang lazim dari semen geopolimer dan portland	8
Tabel 3 Komposisi Tanah Napa dengan XRF.....	12
Tabel 4 Standar Karakterisasi Semen Menurut SNI 7064:2014	16
Tabel 5 Variasi semen geopolimer.....	21
Tabel 6 Hasil analisis senyawa kimia dengan variasi Na_2CO_3	25
Tabel 7 Hasil Uji Blaine	32
Tabel 8 Hasil hilang pijar	33
Tabel 9 Hasil Uji Sieving	35
Tabel 10 Hasil Pengujian Kuat Tekan	37

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Semen umumnya digunakan sebagai zat perekat. Namun, semen juga bisa diartikan sebagai bahan pengikat yang diperlukan dalam konstruksi bangunan . Semen berbentuk bubuk halus yang akan mengeras jika ditambahkan dengan air. Kekerasan yang dihasilkan itu disebabkan karena hidrasi. Hidrasi merupakan pembentukan kristal submikroskopik seperti gel akibat reaksi kimia dari campuran air dan senyawa semen. Salah satu jenis semen, yakni semen portland (Mason & Lea,2022).

Semen Portland adalah semen hidrolisis dari campuran *lime stone* dan *clay* yang dikalsinasi pada suhu tinggi mencapai 1500°C pada kiln. Semen Portland memiliki keuntungan yakni dalam biaya produksi yang tidak terlalu mahal namun juga memiliki kekurangan yakni dapat mengakibatkan *global warming* karena pelepasan gas karbon dioksida (CO₂) ke atmosfer (Singh 2018).

Menurut Luukkonen dkk. (2018), semen portland berkontribusi 8% dari total gas CO₂ yang lepas ke atmosfer akibat aktivitas manusia. Proses pengapuran semen adalah penyebab utama polusi ini. Menurut Mikuli dkk. (2012), pada proses kalsinasi akan terjadi perubahan kalsium karbonat (CaCO₃) menjadi kalsium oksida (CaO) dan karbon dioksida (CO₂) yang menghasilkan abu terbang (*fly ash*), sebagai produk samping pembakaran dari batu bara ini. *Fly ash* ini dapat digunakan untuk membuat beton geopolimer dimana beton ini tidak

membutuhkan semen. Menurut Shah dkk. (2020), *fly ash* mengandung silika dan alumina, bahan ini dapat berfungsi sebagai pengganti semen potland.

Geopolimer merupakan polimer anorganik yang diproduksi dari mineral aluminasilika dengan larutan alkali aktivator pada suhu kamar atau yang lebih tinggi. Polimer ini dapat digunakan sebagai pengganti atau pelengkap semen portland dalam konstruksi sipil. Pada pembuatan geopolimer tidak membutuhkan suhu tinggi sehingga resiko terbentuknya bahan CO₂ rendah dari pada semen portland. Semen geopolimer disintesis dengan mereaksikan mineral alumina silika dengan larutan alkali sebagai komponen aktif dan menghasilkan material pasta geopolimer dengan intensitas mengikat seperti *slurry*.

Indonesia disebut negara dengan mineral dan batuan yang berlimpah karena banyaknya dataran tinggi dan perbukitan. Batuan yang kaya mineral ini jarang dipakai dalam kehidupan sehari-hari atau sebagai bahan bangunan komersial. Salah satunya yakni tanah napa. Tanah napa merupakan tanah yang terbentuk dari hasil batuan feldpatik yang lapuk akibat gaya eksogen kerak sehingga bergeser dari batu induknya.. Untuk mengidentifikasinya dari bentuk tanah lainnya, tanah napa memiliki karakteristik berwarna abu-abu kecoklatan dan terdiri dari banyak lapisan.

Tanah napa banyak ditemukan di berbagai daerah di Sumatera Barat. Tanah napa merupakan kelompok mineral alumina silika dengan tatanan utama kaolin dan kauarsa. Di Sumatera Barat, pemanfaatan tanah napa tergolong rendah bahkan tidak memiliki nilai ekonomis. Diantara sekian banyak kegunaan tanah napa, sebagian besarnya di manfaatkan sebagai obat sakit perut dan diare. Jadi, perlu

dilakukan penelitian tentang geopolimer yang berasal dari tanah napa untuk membuat tanah napa diminati dan menguntungkan. Tanah napa termasuk kelompok mineral alumina silika dengan perbandingan $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ berkisar antara 1.25-3.43. Tanah napa mempunyai kandungan rata-rata SiO_2 ; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 ; TiO_2 ; K_2O ; TiO_2 ; dan CaO dengan persentase berturut-turut sebesar 70,43%; 20,52%; 3,67%; 0,40%; 1,26%; dan 2,70% (Mawardi et al., 2018).

Konsentrasi Na_2CO_3 sebagai *alkali activator* mempengaruhi kualitas beton geopolimer yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh banyaknya larutan natrium silikat yang dapat menghasilkan lebih banyak gel silika. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengkaji variasi konsentrasi Na_2CO_3 untuk menentukan karakteristik optimal dari produk geopolimer berbasis tanah napa. Parameter kualitas semen geopolimer yang akan diuji mencakup luas permukaan semen, sisa diayakan 45 , hilang pijar, dan kuat tekan semen. Sementara tanah napa yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah napa yang berasal dari Pesisir Selatan dengan penentuan komposisi tanah napa menggunakan *X-Ray Fluorence* (XRF) dan *Fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR).

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh variasi konsentrasi Na_2CO_3 terhadap karakteristik semen meliputi kuat tekan dan visual observation dari semen geopolimer yang dihasilkan.
2. Efektivitas Na_2CO_3 dan Na_2SiO_3 sebagai alternatif alkali aktivator.

3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah, maka batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Tanah napa yang dimanfaatkan dalam penelitian ini berasal dari Kabupaten Pesisir Selatan dan akan berperan sebagai sumber aluminasilikat.
2. Variabel pada penelitian ini adalah variasi konsentrasi Na_2CO_3 terhadap karakteristik semen yang meliputi luas permukaan semen, shieving $45\ \mu\text{m}$, hilang pijar (LOI), dan kuat tekan semen.
3. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah XRF dan FTIR.

4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi Na_2CO_3 terhadap karakteristik semen meliputi kuat tekan dan visual observation dari semen geopolimer yang dihasilkan?
2. Apakah Na_2CO_3 dan Na_2SiO_3 dapat digunakan sebagai alternatif alkali aktivator ?

5. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik semen geopolimer berbasis tanah napa berdasarkan variasi konsentrasi Na_2CO_3 terhadap karakteristik semen yang meliputi kuat tekan dan visual observation dari semen geopolimer yang dihasilkan.

2. Menggunakan Na_2CO_3 dan Na_2SiO_3 sebagai alternatif alkali aktivator.

6. Manfaat Penelitian

1. Mampu menghasilkan beton geopolimer aplikatif dan dapat bersaing dengan beton yang berbahan dasar semen Portland.
2. Mampu menghasilkan material yang ramah lingkungan tanpa menghasilkan gas CO_2 .
3. Mampu menjadi referensi berikutnya dalam pengembangan geopolimer, terutama geopolimer dengan tanah napa.