

## DAFTAR ISI

|   |        |
|---|--------|
| HALAMAN JUDUL.....  | i      |
| LEMBAR PENGESAHAN.....  | ii     |
| LEMBAR PERNYATAAN .....                                       | iii    |
| KATA PENGANTAR .....  | iv     |
| SARI .....  | v      |
| ABSTRACT .....  | vi     |
| DAFTAR ISI .....  | vii    |
| DAFTAR GAMBAR.....  | x      |
| DAFTAR TABEL.....   | xiv    |
| <br>BAB I. PENDAHULUAN .....                                  | <br>1  |
| I.1. Latar Belakang.....                                      | 1      |
| I.2. Tujuan Penelitian .....                                  | 3      |
| I.3. Rumusan Masalah.....                                     | 4      |
| I.4. Batasan Masalah .....                                    | 4      |
| I.5. Lokasi Penelitian.....                                   | 4      |
| I.6. Manfaat Penelitian .....                                 | 5      |
| I.7. Penelitian Terdahulu .....                               | 6      |
| <br>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....                            | <br>8  |
| II.1. Kajian Geologi Regional.....                            | 8      |
| II.1.1. Kerangka Tektonik dan Pola Struktur Pulau Jawa .....  | 8      |
| II.1.2. Vulkanisme di Pulau Jawa .....                        | 13     |
| II.1.3. Fisiografi Regional Daerah Penelitian.....            | 14     |
| II.2. Dasar Teori .....                                       | 16     |
| II.2.1. Petrogenesis Gunung Api pada Zona Subduksi .....      | 16     |
| II.2.2. Geomorfologi Vulkanik .....                           | 20     |
| II.2.3. Gunung Api Komposit.....                              | 21     |
| II.2.4. Analisis Geokimia dalam Petrogenesis Batuan Beku..... | 28     |
| II.2.5. Digital Elevation Model (DEM).....                    | 31     |
| II.3. Hipotesis Penelitian .....                              | 33     |
| <br>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....                       | <br>34 |

|  |    |
|--|----|
| III.1. Bahan dan Alat Penelitian .....   | 34 |
| III.2. Tahapan Penelitian .....  | 35 |
| III.3. Diagram Alir Penelitian .....   | 37 |
| III.4. Metode Penelitian .....   | 38 |
| III.4.1. Analisis DEM ( <i>Digital Elevation Model</i> ) .....                                       | 38 |
| III.4.2. Analisis Petrografi .....   | 40 |
| III.4.3. Analisis XRF ( <i>X-Ray Fluorescence</i> ) .....  | 40 |
| BAB IV. DATA DAN ANALISIS .....  | 42 |
| IV.1. Analisis <i>Digital Elevation Model</i> (DEM) .....  | 42 |
| IV.1.1. Pemrosesan Citra DEM .....   | 42 |
| IV.1.2. Analisis Batas Satuan Vulkanik .....   | 46 |
| IV.1.3. Analisis Kelurusan .....   | 46 |
| IV.2. Studi Lapangan dan Pengambilan Sampel .....  | 50 |
| IV.3. Data Kekar di Lapangan .....   | 52 |
| IV.4. Analisis Petrografi Batuan di Daerah Penelitian .....  | 54 |
| IV.5. Analisis Geokimia Batuan di Daerah Penelitian .....  | 57 |
| BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....   | 61 |
| V.1. Geologi Daerah Penelitian.....  | 61 |
| V.1.1. Geomorfologi .....  | 61 |
| V.1.2. Litologi.....   | 70 |
| V.1.3. Pola Kelurusan dan Struktur Geologi .....   | 83 |
| V.2. Mineralogi Batuan Vulkanik di Daerah Penelitian .....   | 84 |
| V.3. Geokimia Batuan Vulkanik di Daerah Penelitian .....   | 87 |
| V.3.1. Jenis Batuan berdasarkan Diagram TAS .....  | 87 |
| V.3.2. Seri Magma .....  | 88 |
| V.3.3. Karakteristik Kimia Magma.....  | 89 |
| V.3.4. Tatanan Tektonik dan Asal Magma.....  | 92 |
| V.4. Pembahasan .....  | 93 |
| V.4.1. Perkembangan Gunung Ungaran.....  | 93 |
| V.4.2. Keterkaitan Struktur Geologi dan Pola Kelurusan<br>terhadap Perkembangan Gunung Ungaran ..... | 97 |

|  |     |
|--|-----|
| BAB VII. KESIMPULAN .....                                | 100 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                     | 102 |
| LAMPIRAN .....   | 105 |
| Lampiran 1. Perhitungan Geomorfologi dan Kelurusan ..... | 106 |
| Lampiran 2. Data Kekar di Lapangan .....                 | 110 |
| Lampiran 2. Data Analisis Geokimia .....                 | 112 |
| Lampiran 4. Hasil Deskripsi Petrografi .....             | 117 |

## DAFTAR GAMBAR

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Gambar 1.1.  | Lokasi penelitian daerah Gunung Ungaran di sebelah selatan Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah mencakup sebagian wilayah Kabupaten Semarang, Kota Semarang, dan Kabupaten Kendal .....  | 5  |
| Gambar 2.1.  | Batas antarlempeng yang aktif saat ini. Daerah diarsir ungu: zona deformasi luas yang meliputi beberapa lempeng yang lebih kecil; titik merah: hotspot; anak panah: arah pergerakan lempeng. Indonesia berada pada batas penunjaman lempeng Indo Australia dan Pasifik terhadap Eurasia (Simkin dkk., 2006) .....   | 8  |
| Gambar 2.2.  | Medan gaya regional masakini di Lempeng Sunda, berorientasi NE – SW di Sumatra dan NNW – SSE di Jawa (Tingay dkk., 2010) .....  | 9  |
| Gambar 2.3.  | Kelurusan Muria – Progo yang berada pada batas Jawa bagian tengah dan timur (Clements dkk., 2009), konsisten dengan letak pusat gempa bermekanisme <i>strike slip</i> (Heidbach dkk., 2008) di Yogyakarta tahun 2006. Kelurusan Merapi – Ungaran terdapat dalam arah berlawanan dengan kelurusan Muria – Progo (Clements dkk., 2009 dengan modifikasi)..... | 11 |
| Gambar 2.4.  | Rantai gunung api di Indonesia masakini yang dibedakan dalam empat busur vulkanik utama: Sunda, Banda, Halmahera, dan Sangihe (Hall dan Smyth, 2008) .....  | 13 |
| Gambar 2.5.  | Fisiografi regional Gunung Ungaran dan sekitarnya, merupakan gunung api Kuartar di atas Zona Kendeng yang tersusun dari batuan sedimen laut dalam (modifikasi Van Bemmelen, 1949).....  | 15 |
| Gambar 2.6.  | Model petrogenesis zona subduksi <i>continental margin</i> menunjukkan interaksi kompleks antara dehidrasi lempeng menunjam, pelelehan mantel, zona MASH ( <i>melting, assimilation, storage, homogenization</i> ) (Winter, 2001) .....   | 18 |
| Gambar 2.7.  | Model magmatisme zona subduksi yang menjelaskan kemunculan rantai ganda pada busur vulkanik (Tatsumi dan Eggins, 1995).....   | 19 |
| Gambar 2.8.  | Ilustrasi asosiasi litofasies pada kerucut gunung api komposit menunjukkan tipe dan distribusi endapan (Davidson dan De Silva, 2000) .....  | 25 |
| Gambar 2.9.  | Diagram total alkali vs. silika batuan <i>alkaline</i> dan <i>subalkaline</i> di Hawaii, dari MacDonald (1968) (Winter, 2001).....  | 30 |
| Gambar 2.10. | Diagram AFM untuk membedakan seri magma <i>calc-alkaline</i> dan <i>tholeiitic</i> (Wilson, 1989) .....   | 30 |
| Gambar 3.1.  | Diagram alir penelitian .....   | 37 |

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Gambar 4.1.  | (a) Data kontur elevasi digital diproses menjadi (b) DEM beresolusi 15x15 m, kemudian diturunkan menjadi (c) hillshade dan (d) slope .....   | 43 |
| Gambar 4.2.  | Hillshade dengan arah penyorotan tunggal (A:baratlaut, B:timurlaut) dibandingkan dengan hillshade gabungan (C) yang menunjukkan kenampakan lebih jelas .....   | 44 |
| Gambar 4.3.  | Histogram kemiringan lereng yang direklasifikasi menurut van Zuidam (1985). ....   | 44 |
| Gambar 4.4.  | Reklasifikasi peta kemiringan lereng menjadi 5 kelas sehingga lebih mudah mengelompokkan unit morfologi.....   | 45 |
| Gambar 4.5.  | Peta Batas Satuan Vulkanik .....   | 48 |
| Gambar 4.6.  | Peta Kelurusan.....  | 49 |
| Gambar 4.7.  | Peta Lokasi Pengambilan Sampel .....   | 51 |
| Gambar 4.8.  | Kegiatan observasi lapangan dan pengambilan sampel petrografi di (a) Medono (03), (b) Lendoh (36), (c) Kemawi (02), dan (d) Leban (34).....  | 52 |
| Gambar 4.9.  | Data pengukuran kekar di lapangan (a-g = tiap lokasi, h = semua data kekar), menunjukkan terdapat tiga arah utama, N-S, NE-SW, NW-SE.....  | 53 |
| Gambar 4.10. | Sayatan petrografi sampel 7, menunjukkan dominasi fenokris plagioklas yang berciri zoning serta kembaran Carlsbad – albit dan albit. Massa dasar mikrolit plagioklas dan piroksen. ....  | 56 |
| Gambar 4.11. | Sayatan petrografi fragmen breksi sampel 32, menunjukkan fenokris hornblenda yang melimpah (warna coklat tua) dengan massa dasar gelas vulkanik. ....  | 56 |
| Gambar 4.12. | Sayatan petrografi sampel 25, menunjukkan adanya alterasi yang menghasilkan mineral epidot di antara fenokris plagioklas dan piroksen.....   | 57 |
| Gambar 5.1.  | Peta Geomorfologi.....   | 62 |
| Gambar 5.2.  | Profil Geomorfologi.....   | 63 |
| Gambar 5.3.  | Morfologi Gunung Ungaran dilihat dari lereng sebelah timur, menunjukkan permukaan yang kasar dari gunung api strato dengan toreh yang dalam.....   | 64 |
| Gambar 5.4.  | Kenampakan morfologi di kaki baratdaya Gunung Ungaran (Desa Losari, Kec. Sumowono) .....   | 67 |
| Gambar 5.5.  | (a) Litologi breksi andesit dengan sisipan lava (lokasi Desa Lendoh), (b) Breksi andesit bergradasi menghalus ke atas (lokasi Desa Pasigitan, Kec. Boja), Sayatan tipis lava andesit (no.34) pengamatan nikol sejajar (c) dan bersilang (d).....                 | 71 |
| Gambar 5.6.  | (a) Lava andesit piroksen hornblenda pada satuan ini dengan (b) struktur terkekarkan (lokasi Desa Medono, Kec. Boja). Sayatan tipis sampel 31 menunjukkan komposisi fenokris pada massa dasar dominan gelas vulkanik (c: nikol sejajar, d: nikol bersilang)..... | 72 |
| Gambar 5.7.  | (a) Morfologi perbukitan terkepras yang menyingkap litologi breksi andesit (b) hasil aliran lahar Pra-Ungaran  |    |

|              |   |    |
|--------------|---|----|
|              | dengan struktur perlapisan. Sayatan (no.09) fragmen breksi, (c) nikol sejajar dan (d) nikol bersilang menunjukkan litologi andesit piroksen. ....   | 74 |
| Gambar 5.8.  | (a) Singkapan andesit terkekarkan di G.Mergi, (b) Andesit teralterasi dan urat lempung pengisi kekar di G. Kendalisodo, (c) Xenolith batupasir pada andesit di G.Mergi.....   | 76 |
| Gambar 5.9.  | Sampel sayatan tipis (a: nikol sejajar, b: nikol bersilang) andesit piroksen hornblenda dari G. Kendalisodo menunjukkan tekstur porfiritik dengan massa dasar mikrolit dan gelas vulkanik.....  | 76 |
| Gambar 5.10. | (a) Singkapan lava andesit pada daerah dekat puncak, (b) Litologi lava andesit dengan sisipan breksi (Lokasi Kec. Sumowono). (c,d) Sayatan tipis nikol sejajar dan bersilang dari lava andesit piroksen dengan zonasi pada plagioklas pada massa dasar mikrolit dan gelas vulkanik (sampel no.02). .... | 77 |
| Gambar 5.11. | Perubahan tekstur dan ukuran butir breksi andesit Ungaran Muda pada lereng bagian tengah di Kec. Sumowono (a) ke bagian bawah di Kec. Ambarawa. (c, d) Sayatan tipis bongkah lava andesit hornblenda (sampel no.10) .....   | 79 |
| Gambar 5.12. | (a) Lava Andesit yang tersingkap pada tebing di Kec. Bandungan, (b) breksi vulkanik yang berasosiasi dengan manifestasi panasbumi di Gedongsongo. (c) Sayatan tipis sampel lava no.27 menunjukkan fenokris plagioklas yang berzonasi, piroksen, dan hornblenda pada massa dasar gelas vulkanik.....     | 80 |
| Gambar 5.13. | Peta Geologi .....  | 81 |
| Gambar 5.14. | Profil Geologi .....  | 82 |
| Gambar 5.15. | (a) Runtuhan samping pada kerucut G. Kendalisodo (kamera menghadap utara), (b) Gawir yang menyingkap lava andesit di Gedongsongo (kamera menghadap barat) ...   | 84 |
| Gambar 5.16. | Klasifikasi batuan dengan diagram TAS ( <i>total alkali silica</i> ) (Le Maitre dkk., 1989 dalam Rollinson, 2003). Kurva x-y (Miyashiro, 1978 dalam Gill, 2010) membatasi tipe alkali di atas kurva dengan subalkali di bawah kurva...  | 87 |
| Gambar 5.17. | Plot diagram AFM (Irvine dan Baragar, 1971 dalam Rollinson, 2003) menunjukkan afinitas magma calc-alkaline (kiri). Diagram alkalinitas batuan menunjukkan magma <i>high K calc-alkaline</i> (Peccerillo dan Taylor, 1976 dalam Rollinson, 2003) (kanan) .....   | 89 |
| Gambar 5.18. | Diagram variasi Harker SiO <sub>2</sub> vs. unsur oksida utama, menunjukkan kecenderungan magma lebih primitif pada sampel asal intrusi Pra-Ungaran, sedangkan sampel dari kerucut sentral lebih terevolusi.....  | 90 |
| Gambar 5.19. | <i>Spider diagram</i> unsur jejak LILE dan HFSE sampel batuan di daerah penelitian dengan normalisasi N-MORB menurut Saunders dan Tarney (1984) (Rollinson, 2003).....  | 91 |

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Gambar 5.20. | Diagram yang menunjukkan asal magma dan tatanan tektonik berdasarkan komposisi kimia batuan vulkanik di daerah penelitian, (a) Ti-Zr-Y (Pearce dan Cann, 1973), (b) Ti-Zr-Sr (Pearce dan Cann, 1973), (c) Zr-Nb-Y (Meschede, 1986), dan (d) Y-Cr (Pearce, 1982) (Rollinson, 2003)..... | 92 |
| Gambar 5.21. | Diagram perkembangan Gunung Ungaran dari Pleistosen Awal hingga Holosen.....   | 96 |

## DAFTAR TABEL

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabel 2.1. | Klasifikasi umum bentuk lahan vulkanik berdasarkan genesa terbentuknya (kompilasi dan modifikasi dari Cotton, 1944; Thouret, 1999)..... | 17 |
| Tabel 2.2. | Rangkuman tipe morfologi pada gunung api komposit (modifikasi Davidson dan De Silva (2000)).....  | 19 |
| Tabel 2.3. | Tingkat perkembangan erosi pada gunung api komposit (modifikasi Davidson dan De Silva, 2000).....                                       | 20 |
| Tabel 2.4. | Tipikal asosiasi litofasies pada gunung api komposit (Davidson dan De Silva, 2000) .....  | 22 |
| Tabel 2.5. | Berbagai sumber DEM dan karakteristiknya (modifikasi Grosse dkk., 2012).....  | 31 |
| Tabel 3.1. | Bahan yang digunakan dalam penelitian .....   | 34 |
| Tabel 3.2. | Alat yang digunakan dalam penelitian.....   | 35 |
| Tabel 3.3. | Tahapan Penelitian .....  | 36 |
| Tabel 4.1. | Sebaran luas dan persentase kemiringan lereng .....   | 45 |
| Tabel 4.2. | Data frekuensi dan panjang kelurusan yang teridentifikasi .   | 47 |
| Tabel 4.3. | Mineralogi batuan vulkanik Gunung Ungaran.....  | 54 |
| Tabel 4.4. | Data geokimia batuan dari kerucut sentral Gunung Ungaran (Kohno dkk., 2005).....  | 58 |
| Tabel 4.5. | Data geokimia batuan di kerucut parasit Gunung Ungaran .  | 59 |
| Tabel 5.1. | Mineralogi batuan vulkanik di daerah penelitian .....   | 85 |
| Tabel 5.2. | Keterkaitan perkembangan Gunung Ungaran dengan struktur dan pola kelurusan .....  | 99 |