

**PERAN GEOLOGI DAN MINERALOGI TANAH
UNTUK MENDUKUNG TEKNOLOGI TEPAT GUNA
DALAM PENGELOLAAN TANAH TROPIKA**

**Bambang Hendro Sunarminto
Makruf Nurudin**

**Sulakhudin
Cahyo Wulandari**

GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I SUSUNAN BUMI	1
1.1. Empat Lapisan Bumi.....	1
1.2. Magma dan Komposisi.....	6
1.3. Hubungan Sifat Lapisan Magma dengan Bentuk Gunung.....	7
1.4. Unsur Penyusun Kerak Bumi.....	7
BAB II DINAMIKA KERAK BUMI	15
2.1. Lempeng Tektonik.....	15
2.2. Bukti Adanya Daratan Tunggal (Pangaea).....	17
2.3. Lantai Laut Bergeser.....	19
2.4. Tumbukan Lempeng Tektonik.....	20
BAB III MINERAL PRIMER SILIKAT	27
3.1. Penyusun Utama Mineral Silikat.....	28
3.2. Potensial Ionik Sebuah Unsur.....	39
3.3. Kenetralan Muatan Mineral Silikat.....	40
3.4. Ikatan Kimia di Alam.....	41
3.5. Sifat-Sifat Fisik Mineral.....	45
BAB IV LIMA FAMILI BATUAN BEKU	61
BAB V TIGA JENIS BATUAN SEDIMEN	77
5.1. Pengendapan Mekanik/Detritik/Klastik.....	79
5.2. Pengendapan Kimia.....	81
5.3. Pengendapan Hayati.....	84
5.4. Jenis Mineral Batuan Sedimen.....	86
BAB VI TIGA JENIS BATUAN METAMORF	97
6.1. Proses Pembentukan.....	97

6.2.	Batuan Metamorf Kontak (<i>Contact/Thermal Metamorphism</i> , T Tinggi)	101
6.3.	Batuan Metamorf Dinamik (<i>Dynamic Metamorphism</i>) ..	102
6.4.	Batuan Metamorf (<i>Dinamo Thermal or Regional Dinamo Thermal Metamorf</i> , P dan T Tinggi).....	102
BAB VII	PELAPUKAN BATUAN	111
7.1.	Pendahuluan.....	111
7.2.	Disintegrasi (Pelapukan Fisik).....	112
7.3.	Dekomposisi (Pelapukan secara Kimia).....	115
7.4.	Kestabilan Mineral.....	117
7.5.	Stabilitas Pelapukan (<i>Weathering Index</i>)	118
7.6.	Sifat H ₂ O yang Penting terhadap Pelapukan.....	118
7.7.	Reaksi (pH) Abrasi Mineral dan Kemudahan Melapuk	119
BAB VIII	MINERAL SEKUNDER	129
8.1.	Pendahuluan.....	129
8.2.	Klasifikasi Mineral Sekunder.....	129
8.3.	Genesis Mineral Lempung.....	138
8.4.	Lingkungan Pelapukan.....	138
8.5.	Kestabilan Unsur dan Mineral Sekunder	139
BAB IX	TEKNOLOGI TEPAT GUNA PEMANFAATAN MINERAL TANAH DALAM PEMUPUKAN TANAH TROPIKA	153
9.1.	Pendahuluan.....	153
9.2.	Pemanfaatan Zeolit dalam Pemupukan Tanaman Teh di Andisol	154
9.3.	Pemanfaatan Zeolit dalam Pemupukan Tanaman Bawang Merah di Lahan Pasir Pantai	165
BAB X	TEKNOLOGI TEPAT GUNA PEMANFAATAN MINERAL TANAH SEBAGAI BAHAN AMELIORAN DI LAHAN PASIR PANTAI	191
10.1.	Karakteristik Lahan Pasir Pantai.....	191
10.2.	Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Lemas Tanah pada Pagi dan Sore Hari dan pada Jeluk serta Jenis Tanaman yang Berbeda.....	195
10.3.	Pengaruh Perlakuan terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman	199

DAFTAR PUSTAKA	205
GLOSARIUM	213
INDEKS	221
BIODATA PENULIS	225

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Kandungan unsur kimia dalam kerak bumi	8
Tabel 1.2.	Rerata komposisi kimia, persen volume dari batuan basalt, batuan beku, dan batuan granit	9
Tabel 3.1.	Konfigurasi O, bentuk hedral, dan jenis serta ukuran kation yang masuk dalam rongga antar-O	29
Tabel 3.2.	Seri mineral <i>albit-anorthit</i> di alam	38
Tabel 3.3.	Kelompok mineral mafik/gelap dan mineral felsik/cerah	38
Tabel 3.4.	Urutan nilai potensial ionik atom penyusun mineral	39
Tabel 3.5.	Muatan negatif yang terdapat dalam setiap atom O	40
Tabel 3.6.	Perbandingan valensi unsur bersifat kation dan anion	42
Tabel 3.7.	Tingkat kekerasan Skala Mohs, berbagai jenis mineral	49
Tabel 3.8.	Perbandingan tingkat kekerasan beberapa metode uji kekerasan mineral	50
Tabel 3.9.	Hubungan tingkat kekerasan dengan jari-jari atom	50
Tabel 3.10.	Hubungan jarak dengan kekerasan mineral	51
Tabel 4.1.	Sebaran sembilan mineral utama dalam lima famili batuan plutonik dan vulkanik	64
Tabel 7.1.	Hubungan kecepatan aliran air dengan bahan yang terangkut	113
Tabel 7.2.	Hubungan antara tempat pembentukan dengan kemudahan lapuk beberapa mineral primer dan sekunder	117
Tabel 7.3.	Perbandingan tingkat kemudahan lapuk antara mineral kasar dan halus	118
Tabel 7.4.	Nilai pH abrasi dari mineral primer batuan dan mineral sekunder tanah	119
Tabel 9.1.	Pengaruh aplikasi pupuk terhadap pH H ₂ O tanah 2 dan 6 minggu setelah perlakuan (msp)	159
Tabel 9.2.	Pengaruh aplikasi pupuk terhadap P tersedia dan P total tanah 2 minggu setelah perlakuan (msp)	160
Tabel 9.3.	Pengaruh aplikasi pupuk terhadap berat produksi pucuk teh 2, 4, dan 6 minggu setelah perlakuan (msp)	162
Tabel 9.4.	Pengaruh aplikasi pupuk terhadap berat pucuk halus 2, 4, dan 6 minggu setelah perlakuan (msp)	162
Tabel 9.5.	Pengaruh aplikasi pupuk terhadap berat pucuk kasar 2, 4, dan 6 minggu setelah perlakuan (msp)	163

Tabel 9.6.	Pengaruh aplikasi pupuk terhadap persentase pucuk halus 2, 4, dan 6 minggu setelah perlakuan (msp)	164
Tabel 9.7.	Pengaruh aplikasi pupuk terhadap persentase pucuk kasar 2, 4, dan 6 minggu setelah perlakuan (msp)	164
Tabel 9.8.	Daya absorpsi air beberapa macam pupuk zeo-hukalsi	169
Tabel 9.9.	Tinggi tanaman bawang merah pada berbagai perlakuan pemberian pupuk	173
Tabel 9.10.	Bobot basah (BB) dan bobot kering (BK) trubus tanaman bawang merah pada berbagai perlakuan pemberian pupuk..	175
Tabel 9.11.	Bobot basah (BB) dan bobot kering (BK) umbi tanaman bawang merah pada berbagai perlakuan pemberian pupuk..	176
Tabel 9.12.	Konsentrasi N total tanah setelah masa inkubasi dan setelah panen pada berbagai perlakuan pemberian pupuk	177
Tabel 9.13.	Konsentrasi amonium (NH_4^+) tanah pada berbagai perlakuan pemberian pupuk	179
Tabel 9.14.	Konsentrasi nitrat (NO_3^-) tanah pada berbagai perlakuan pemberian pupuk	180
Tabel 9.15.	Konsentrasi N total dalam trubus dan akar tanaman bawang merah pada berbagai perlakuan pemberian pupuk setelah panen	182
Tabel 9.16.	Serapan N dalam trubus dan akar tanaman bawang merah pada berbagai perlakuan pemberian pupuk	183
Tabel 9.17.	Efisiensi serapan N dengan berbagai perlakuan pemupukan pada tanaman bawang merah	184
Tabel 10.1.	Karakteristik tanah pasir Pantai Bugel, Panjatan, Kulon Progo	193
Tabel 10.2.	Hasil pengamatan kadar lengas tanah pada waktu dan jeluk yang berbeda, di bawah tanaman bawang merah	196
Tabel 10.3.	Hasil pengamatan kadar lengas tanah pada waktu dan jeluk yang berbeda, di bawah tanaman sawi bakso (caisim)	197
Tabel 10.4.	Suhu tanah pada pagi, siang, dan sore hari, pada jeluk yang berbeda pula, pada bagian tengah bedengan, di bawah tanaman bawang merah umur 2 dan 4 minggu setelah tanam	198
Tabel 10.5.	Hasil pengamatan kinerja tanaman bawang merah sesuai dengan perlakuan yang diberikan	200
Tabel 10.6.	Tanaman sawi bakso (caisim) sesuai dengan perlakuan yang diberikan	200
Tabel 10.7.	Kinerja tanaman selada keriting sesuai dengan perlakuan yang diberikan	201

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Skema susunan lapisan bumi (Huddart and Stott, 2010) .	1
Gambar 1.2.	Skema jalur rambat gelombang P (garis merah) dan S (garis hitam) yang ditimbulkan oleh peristiwa gempa bumi (Huddart and Stott, 2010).....	2
Gambar 1.3.	Skema susunan bumi (West, 2009)	3
Gambar 1.4.	Siklus yang terjadi pada masing-masing lapisan bumi (West, 2009)	5
Gambar 2.1.	Pemisahan pangaea menjadi lima benua (Khan, 2012) ..	15
Gambar 2.2.	Penenggelaman lantai laut di bawah daratan (Lutgens <i>et al.</i> , 2012)	16
Gambar 2.3.	Pembentukan punggung dorsal oleh <i>ocean floor spreading</i> (Lutgens <i>et al.</i> , 2012)	17
Gambar 2.4.	Sebaran reptil dan paku-pakuan identik dari beberapa tempat (Tomecek, 2009).....	18
Gambar 2.5.	Kemiripan formasi geologi di Brazil dan Afrika Barat (Lutgens <i>et al.</i> , 2012).	18
Gambar 2.6.	Sirkum Mediteran dan Pasifik membentuk deretan gunung vulkanik (Beattie, 2013).....	19
Gambar 2.7.	Lempeng tektonik berat di bawah lempeng tektonik ringan (Pidwirny, 2006).....	21
Gambar 2.8.	Lempeng tektonik rapuh di bawah lempeng tektonik kuat (Pidwirny, 2006).....	21
Gambar 2.9.	Tumbukan lempeng tektonik yang sama kuat akan membentuk gunung (Lutgens <i>et al.</i> , 2012).	21
Gambar 3.1.	Diameter dan valensi beberapa unsur kimia (Lutgens <i>et al.</i> , 2012)	28
Gambar 3.2.	Beberapa contoh konfigurasi O dan bentuk hedralnya (Hefferan and O'Brien, 2010).....	29
Gambar 3.3.	Bentuk ikatan tetrahedral Si dalam neso/orthosilikat (Montgomery, 2011; Woods, 2009).....	30
Gambar 3.4.	Skema susunan mineral inosilikat tunggal (Montgomery, 2011; Woods, 2009).....	32
Gambar 3.5.	Skema susunan inosilikat ganda (Montgomery, 2011; Woods, 2009)	33

Gambar 3.6.	Skema susunan mineral filosilikat (Montgomery, 2011; Woods, 2009)	35
Gambar 3.7.	Skema susunan tektosilikat (Montgomery, 2011; Woods, 2009)	36
Gambar 3.8.	Skema ikatan ionik antara unsur Na dengan Cl (Hefferan and O'Brien, 2010).....	43
Gambar 3.9.	Ikatan kovalen dari O ₂ , H ₂ O, dan CH ₄ (Jespersen <i>et al.</i> , 2012)	44
Gambar 3.10.	Ikatan jembatan hidrogen (<i>H bonding</i>) (Jespersen <i>et al.</i> , 2012)	44
Gambar 3.11.	Bentuk kutub CH ₃ -Cl dan H ₂ O (Jespersen <i>et al.</i> , 2012)...	45
Gambar 3.12.	Sumbu kristal reguler/isometrik/ <i>cubik</i> (Hefferan and O'Brien, 2010)	46
Gambar 3.13.	Sumbu kristal tetragonal (Hefferan and O'Brien, 2010)..	46
Gambar 3.14.	Sumbu kristal heksagonal (Hefferan and O'Brien, 2010)	47
Gambar 3.15.	Sumbu kristal rombohedral (Hefferan and O'Brien, 2010)	47
Gambar 3.16.	Sumbu kristal rombis/prismatik/ortorombik (Hefferan and O'Brien, 2010)	47
Gambar 3.17.	Sumbu kristal monoklin/ <i>oblique</i> (Hefferan and O'Brien, 2010)	48
Gambar 3.18.	Sumbu kristal triklin/sumbu anortit (Hefferan and O'Brien, 2010)	48
Gambar 6.1.	Macam batuan metamorf dan lokasi terbentuknya	100
Gambar 8.1.	Struktur mineral lempung 1:1	129
Gambar 8.2.	Struktur mineral lempung 2:1	130
Gambar 8.3.	Struktur mineral Illit.....	131
Gambar 8.4.	Struktur mineral smektit.....	131
Gambar 8.5.	Struktur mineral klorit.....	131
Gambar 8.6.	Struktur mineral alofan	140
Gambar 9.1.	Struktur mineral zeolit.....	156
Gambar 9.2.	Beberapa tipe penyerapan kation oleh zeolit	158
Gambar 9.3.	Teknologi tepat guna pelapisan ganda pupuk SP-36 untuk tanaman teh di Kebun Pagilaran pada andisol	158
Gambar 9.4.	Beberapa macam pupuk zeo-hukalsi.....	168
Gambar 9.5.	Pelepasan hara N (A), P (B) dan K (C) dari beberapa pupuk zeo-hukalsi	171
Gambar 9.6.	Retensi air oleh beberapa macam pupuk zeo-hukalsi	172
Gambar 9.7.	Tinggi tanaman terhadap umur tanaman bawang merah pada masing-masing perlakuan	174

Gambar 10.1.	Kondisi lahan pasir pantai di sebelah selatan D.I. Yogyakarta.....	192
Gambar 10.2	Teknologi tepat guna pemanfaatan mineral lempung sebagai bahan amelioran di lahan pasir pantai a) penyiapan lahan, b) pembuatan lapisan semipermeabel dari bentonit, c) petak tanaman dengan lapisan lempung, d) penambahan bahan organik sebagai ameoliran organik.....	195
Gambar 10.3.	Tanaman caisim, selada keriting, dan bawang merah yang tumbuh pada petak dengan ameoliran lempung, bentonit, dan pupuk kandang	198