

Daftar Pustaka

Kata Pengantar	iv
-----------------------------	-----------

Daftar isi	ix
-------------------------	-----------

Daftar Tabel	xvi
---------------------------	------------

BAB I

PENDAHULUAN	1
--------------------------	----------

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Lokasi Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Lingkup dan Batasan Penelitian	6
1.7. Penelitian Sebelumnya	6
1.8. Keaslian Penelitian	10

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA	12
-------------------------------	-----------

2.1. Geologi Regional Cekungan Jawa Timur Utara.....	12
2.2. Biostratigrafi Zona Rembang	18
2.3. Paleoklimat global pada kala Miosen - Pliosen.....	20
2.4. Paleoklimat di bagian Timur Jawa pada Kala Miosen	22

BAB III

DASAR TEORI	26
--------------------------	-----------

3.1. Foraminifera	26
3.2. Biostratigrafi.....	29
3.3. Paleoklimat	38
3.4. Paleoklimat dan hubungannya terhadap Paleoseanografi	52
3.5. Hipotesis	55

BAB IV

METODE PENELITIAN	56
--------------------------------	-----------

4.1. Bahan dan Alat	56
4.2. Tahap Penelitian	58
4.3. Pre - Pengambilan Data	59
4.3.1. Studi Literatur	59
4.3.2. Menentukan Lokasi Penelitian.....	59
4.3.3. Mempersiapkan Alat Untuk Pengambilan Data	60
4.4. Pengambilan Data.....	60
4.4.1. Peta Geologi Daerah Penelitian	60
4.4.2. Stratigrafi terukur.....	60
4.4.3. Pengambilan Sampel.....	60
4.5. Pengolahan Data.....	61
4.5.1. Preparasi Sampel Batuan	61
4.5.2. Analisis Sampel Batuan	62
4.5.2.1. Biostratigrafi	62
4.5.2.2. Paleoklimat	64

BAB V

PEMAPARAN DATA 69

5.1. Stratigrafi Daerah Penelitian	69
5.2. Biostratigrafi Daerah Penelitian	82
5.2.1. Distribusi foraminifera plangton.....	82
5.2.2. Biodatum Pada Daerah Penelitian	84
5.2.3. Biozonasi Pada Daerah Penelitian	92
5.2.4. Kesebandingan Umur Formasi Pada Daerah Penelitian	103
5.3. Paleoklimat Pada Daerah Penelitian.....	105
5.3.1. Paleoklimat Berdasarkan Arah Putaran Cangkang <i>Globorotalia</i>	105
5.3.2. Paleoklimat Berdasarkan Mean Diameter Cangkang <i>Orbulina</i>	111

5.3.3. Paleoklimat Berdasarkan Kelimpahan Foraminifera	
Penciri Temperatur	116
5.3.4. Kompilasi Zona Implikasi Paleoklimat	122

BAB VI

PEMBAHASAN 129

6.1. Dinamika Sedimentasi	129
6.1.1. Laju Sedimentasi Pada Daerah Penelitian	129
6.2. Korelasi Paleoklimat.....	133
6.3. Pola Paleoklimat pada Miosen Tengah – Pliosen.....	141
6.4. Kondisi Paleoklimat hubungannya dengan stratigrafi dan estuatik.....	147

BAB VII

KESIMPULAN..... 151

7.1. Kesimpulan.....	151
----------------------	-----

Daftar Pustaka 155

Daftar Lampiran

Lampiran I. Lembar List Fosil	1
Lampiran II. Sistematika Paleontologi	27
Lampiran III. Plate Fosil	39
Lampiran IV. Pengukuran cangkang <i>Orbulina</i>	43

Daftar Gambar

Gambar 1.1. Peta Lintasan dan daerah penelitian.....	5
Gambar 2.1. Peta Geologi daerah penelitian dan sekitarnya (Kadar dan Soedjoprajitno, 1993).....	13
Gambar 2.2. Stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara (Pringgoprawiro, 1983).....	14
Gambar 2.3. Biodatum dan zonasi foraminifera plangton sumur Tobo,Cepu (Pringgoprawiro, 1983).....	19
Gambar 2.4. Kurva perubahan iklim purba (Zachos, 2001)....	22
Gambar 2.5. Perbandingan isotope oksigen dengan karbon yang menunjukkan adanya tren <i>Middle Miosen</i> <i>Climatic Optimal</i> (Akmaluddin et al, 2010).....	24
Gambar 2.6. Perbandingan isotop oksigen dengan karbon yang menunjukkan adanya tren <i>Global cooling</i> pada Miosen akhir (Akmaluddin et al, 2010).....	24
Gambar 2.7. Variasi foraminifera plangton dan interpretasi fluktuasi paleoklimat menggunakan arah putaran <i>Globorotalia menardii</i> dan <i>Neogloboquadrina</i> <i>pachyderma</i> , diameter <i>Orbulina</i> (Van Gorsel dan Troelstra, 1981).....	25

Gambar 3.1. Fase reproduksi foraminifera (Stearn, 1988)..	28
Gambar 3.2. Tipe Bagan jenis –jenis zona biostratigrafi dengan kisaran takson fosil (Anonim, 1996).....	33
Gambar 3.3. Diagram crossplot kedalaman vs umur (Sato, 1993)..	37
Gambar 3.4. Zonasi biostratigrafi foraminifera kecil pada Kala Miosen (Bolli,1965; Blow,1969; Kennett dan Srinivasan,1983; Wade,2011).....	39
Gambar 3.5. $\delta^{18}\text{O}$ foraminifera plantik dan bentik dan perkiraan suhu permukaan dan perairan dasar selama Kenozoik (Wright, 2009).....	42
Gambar 3.6. Tren perubahan Paleoklimat berdasarkan persentase kelimpahan, isotop foraminifera O^{18} (Nathan dan Leckie, 2009).....	44
Gambar 3.7. Tren perubahan Paleoklimat berdasarkan isotop O^{18} pada batuan karbonat (Rousselle et al, 2013).	45
Gambar 3.8. SST (temperature permukaan) berdasarkan adalah sumur ODP1143, ODP769, ODP1208, ODP806, IODP U1338, ODP850, ODP847, ODP846 dengan kisaran 0 - 12 jtl (Zhang, 2014).....	46
Gambar 3.9. Persentase spesimen 4 kamar (ventral) dari <i>Globorotalia pachyderma</i> (Ehrenberg) di setiap sampel. Garis putus - putus mewakili perkiraan batas antara tiga kelompok <i>G.pachyderma</i> (Kennett, 1968)..	47

Gambar 3.10. Kenampakan perubahan <i>Globorotalia pachyderma</i> yang menunjukkan perubahan arah putaran berdasarkan perubahan lintang dan iklim (Kennett, 1968).	48
Gambar 3.11. Variasi dalam ukuran rata - rata <i>Orbulina universa</i> kaitannya dengan kurva paleoklimat berdasarkan analisis kurva oksigen - isotop untuk core K 129 dari Teluk Meksiko (Malmgren dan Healy - Williams, 1978).....	50
Gambar 3.12. Variasi fluks <i>Globigerina bulloides</i> pada batuan sedimen dari Laut Arab. Kelimpahan yang tinggi dan fluks tinggi antara 5 dan 12 ribu tahun menunjukkan pemanasan dan intensifikasi monsun Barat - Daya (Naidu, 2007)... ..	51
Gambar 3.13. Pergerakan lempeng selama Miosen Tengah (gambar atas) dan Miosen Akhir (gambar bawah), berdasarkan perkembangan batuan karbonat oleh Wilson (2008).	54
Gambar 4.1. Alat dan bahan pada preparasi batuan, A.) H ₂ O ₂ (Peroksida), B.) Timbangan, C.) Mesh 50/80/100, D.) Mangkuk sampel.. ..	57
Gambar 4.2. Alat dan bahan pada Analisis.....	57
Gambar 4.3. Penentuan <i>First Occurance Datum</i> dan <i>Last Occurance Datum</i> (Saraswati dan Srinivasan, 2015).. ..	63

Gambar 4.4. Perbandingan Arah Putaran <i>Globorotalia scitula</i> Dextral (A) dan Sinistral (B) (Sumber: http://www.mikrotax.org).....	65
Gambar 4.5. Perbandingan Ukuran foraminifera plangton <i>Orbulina universa</i>	66
Gambar 4.6. Diagram alir metode penelitian.....	68
Gambar 5.1. Persebaran litologi dan titik pengambilan sampel pada lintasan Ngiono	70
Gambar 5.2. Kolom stratigrafi Sungai Ngiono.....	71
Gambar 5.3. Satuan Batupasir Bioturbasi Ngrayong, (A)Foto singkapan batulanau (B)Foto batulanau dengan struktur sedimen horizontal lamination; (C)Foto batupasir karbonatan dengan kenampakan bioturbasi.....	73
Gambar 5.4. Satuan Perselingan Kalkarenit dengan Batupasir Karbonatan Bulu, (A)Foto singkapan batulanau (B)Foto batulanau dengan struktur sedimen <i>horizontal lamination</i> ; (C)Foto napal.. ..	74
Gambar 5.5. Satuan Perulangan Napal dengan Kalkarenit Wonocolo, (A)Foto singkapan batulanau; (B)Foto batulanau dengan struktur sedimen <i>horizontal lamination</i>	75
Gambar 5.6. Satuan Batupasir Karbonatan dengan Sisipan Napal Ledok. (A)Foto singkapan napal dengan perselingan batupasir karbonatan (B)Foto napal.....	77

Gambar 5.7. Satuan Batupasir Karbonatan dengan Sisipan Kalsilutit Ledok, (A)Foto batupasir karbonatan dengan kenampakan cangkang moluska (B)Foto kalsilutit.....	79
Gambar 5.8. Satuan Batupasir Moluska Ledok, (A)Foto singkapan batupasir karbonatan; (B)Foto parameter batupasir karbonatan dengan kenampakan cangkang moluska..	80
Gambar 5.9. Satuan Napal dengan Sisipan Batupasir Karbonatan Mundu, dan peta pengambilan sampel. (A)Foto singkapan napal; (B)Foto napal; (C)Foto kontak napal dengan sisipan batupasir karbonatan.....	82
Gambar 5.10. Perbandingan Biodatum dengan peneliti terdahulu.	86
Gambar 5.11. Biostratigrafi lintasan Sungai Ngiono.....	93
Gambar 5.12. Arah putaran <i>Globorotalia</i>	106
Gambar 5.13. Arah Putaran Cangkang <i>Globorotalia</i> pada daerah penelitian.	109
Gambar 5.14. Diameter <i>Orbulina universa</i>	111
Gambar 5.15. Mean Diameter Cangkang <i>Orbulina</i> pada daerah penelitian.	114
Gambar 5.16. Kelimpahan Foraminifera Penciri Temperatur pada daerah penelitian.	120
Gambar 5.17. Penentuan iklim purba pada daerah penelitian.....	128

Gambar 6.1. <i>Crossplot</i> umur vs litologi dan nomer sampel.	132
Gambar 6.2. Perbandingan kurva perubahan iklim purba daerah penelitian dengan data Global (Zachos, 2001)..	134
Gambar 6.3. Perbandingan kurva perubahan iklim purba daerah penelitian dengan formasi di Pegunungan Selatan (Akmaluddin, 2010).	137
Gambar 6.4. Perbandingan kurva perubahan iklim purba daerah penelitian dengan formasi di Zona Kendeng (Van Gorsel dan Treolstra, 1981)..	138
Gambar 6.5. Lokasi penelitian dibandingkan dengan peneliti sebelumnya di Pulau Jawa (Sumber: Google maps).	139
Gambar 6.6. Lokasi penelitian dibandingkan dengan data core di Laut Pasifik (Sumber: <i>Google maps</i>).	141
Gambar 6.7. Perbandingan kurva perubahan iklim purba daerah penelitian dengan data <i>core</i> di Laut Pasifik (Nathan dan Leckie, 2009).	144
Gambar 6.8. Perbandingan kurva perubahan iklim purba daerah penelitian dengan data pengeboran IODP Site U1338 di Samudera Pasifik (Rousselle et al 2013).	145
Gambar 6.9. Kurva perubahan iklim purba pada daerah penelitian dengan peristiwa iklim yang terjadi.	146
Gambar 6.10. Sirkulasi permukaan yang terjadi pada Indonesia seaway selama Miosen Tengah (gambar	

atas) dan Miosen Akhir (gambar bawah)	
modifikasi Wilson (2008).	147
Gambar 6.11. Kurva perubahan iklim purba pada daerah	
penelitian dengan tren estuatik oleh Haq, 1987	150
Daftar Tabel	
Tabel 1.1. Peneliti sebelumnya	11
Tabel 3.1. Foraminifera penciri oleh Bicchi (2003).	52
Tabel 3.2. Persebaran <i>Seaway</i> beserta waktu pembentukan	
dan pengaruhnya terhadap sirkulasi lautan	
(Saraswati dan Srinivasan, 2015)	52
Tabel 4.1. Foraminifera penciri pada iklim hangat dan	
dingin oleh Bicchi (2003).	67
Tabel 5.1. Distribusi foraminifera plankton	83
Tabel 5.2. Distribusi foraminifera plankton beserta datum.	85
Tabel 5.3. Kesebandingan umur dari sejumlah peneliti pada	
Formasi Ngrayong, Bulu, Wonocolo, Ledok, dan	
Mundu	106
Tabel 5.4. Arah Putaran Cangkang <i>Globorotalia</i>	110
Tabel 5.5. Mean Diameter Cangkang <i>Orbulina</i>	115
Tabel 5.6. Kelimpahan Foraminifera Penciri Temperatur	121
Tabel 5.7. Persentase dan jumlah spesimen indikator	
paleoklimat	127

