

Dinamika Iklim Berdasarkan Rekam Data Sporomorf pada Sedimen Sungai Bengawan Kabupaten Cilacap

Rachmad Setijadi^{1*}, Sri Widodo Agung Suedy²

¹*Prodi Teknik Geologi Fakultas Sains dan Teknik Universitas Jenderal Soedirman

²Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

*Email : rsetijadi_ianov@yahoo.co.id

ABSTRACT

Sporomorphs data that recorded in the sediments can be used as an indicator in predicting of the dynamics climate during Holocene. By knowing the type of pollen and spores, so it will known the plant species that producing palynomorphs. By knowing sporomorphs fossils species that were found widely in sedimentary rocks is a right way to explore the climate change that occurred in the past. The purposes of this research is to develop a bio-prediction method using sporomorph fossils to determine changes in sea level caused by climate change. The research included field-works and laboratory studies . Field research for rock sampling and laboratory studies for sediments preparations include making microscopic slide, identification and classification of fossil, and palynology data analysis. The study found 46 type sporomorphs, that consists 16 types of arboreal pollen, 6 types of non-arboreal pollen and 24 types Pteridophyta. Four climate change events have been occurred: the Dry climate of first period; Second period turned into a wet climate; the third period became dry climate; and the fourth period that the climate were become wetter.

Keywords: arboreal pollen, non arboreal pollen, sporomorphs, climate

ABSTRAK

Data sporomorf yang mengendap dalam sedimen dapat digunakan sebagai indikator untuk prediksi perubahan iklim kala holosen. Identifikasi tipe polen dan spora digunakan untuk mengetahui spesies tanaman yang bersifat polinomorf. Identifikasi fosil sporomorf yang ditemukan dalam sedimentasi batu merupakan cara untuk mengetahui perubahan iklim yang terjadi di masa lampau. Tujuan dari penelitian ini untuk mengembangkan metode bioprediksi menggunakan fosil sporomorf dalam proses determinasi perubahan tinggi permukaan laut yang disebabkan oleh perubahan iklim. Penelitian ini meliputi sampling lapangan dan identifikasi di laboratorium, yang meliputi proses preparasi (pembuatan slide mikroskopik), identifikasi dan klasifikasi fosil, dan analisis data palinologi. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdapat 24 tipe sporomorf, terdiri dari 16 tipe polen arboreal, 6 tipe polen non-arboreal, dan 24 tipe Pteridophyta. Terjadi 4 periode perubahan iklim yaitu : periode pertama perubahan iklim kering, periode kedua berubah ke iklim basah, periode ketiga menjadi iklim kering, dan periode keempat iklim berubah menjadi lebih basah.

Kata kunci : polen arboreal, polen non-arboreal, sporomorf, iklim

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan suatu sistem yang berkesinambungan sejak keberadaan bumi ini dari masa lampau hingga sekarang. Perubahan iklim yang terjadi pada suatu waktu akan sangat mempengaruhi kehidupan yang ada pada waktu

itu, baik fauna maupun floranya, diantaranya adalah perubahan bentang alam vegetasi yang terjadi bersama dengan terjadinya perubahan iklim.

Penggunaan mikrofosil khususnya fosil polen dan spora sebagai kunci utama dalam

mengungkap informasi perubahan iklim masa lampau. Beberapa informasi yang dapat diinterpretasi dari studi mikrofosil khususnya polen dan spora adalah perubahan iklim masa lampau yang diketahui melalui dinamika bentang alam vegetasinya berdasarkan. Penelitian perubahan iklim masa lampau (paleoklimat) dengan memanfaatkan rekam fosil akan memberikan gambaran penting mengenai *climate system variability*, dan hubungannya dengan iklim di masa sekarang dan akan datang.

Polen dan spora berasal dari tumbuhan yang membentuk vegetasi pada suatu wilayah atau daerah sehingga dapat digunakan untuk merekonstruksi vegetasi yang berada disekelilingnya. Analisis polen dan spora yang terendapkan pada suatu sedimen juga dapat mengungkapkan latar belakang perubahan vegetasi dan bentang alam suatu daerah pada satu periode waktu tertentu (Moore & Webb, 1978; Faegri & Iversen, 1989; Morley, 1990).

Polen dan spora merupakan sumber data palinologi yang dapat diterapkan secara luas, karena

1. Terdapat melimpah dan dapat terawetkan dalam sedimen serta jumlahnya dapat dihitung sehingga menghasilkan suatu spektrum
2. Resisten terhadap kerusakan baik oleh asam, kadar garam, temperatur dan tekanan lain sehingga dapat tereservasi pada berbagai keadaan
3. Dapat diidentifikasi dengan mikroskop sehingga secara taksonomi dapat diketahui

4. Berukuran kecil dan melimpah sehingga hanya diperlukan sedikit sedimen sebagai sampel yang memadai
5. Berasal dari tumbuhan yang membentuk vegetasi suatu area sehingga polen dan spora dapat digunakan untuk merekonstruksi vegetasi baik lokal maupun regional yang berada disekeliling lingkungan pengendapannya (Moore & Webb, 1978; Birk & Birks, 2005; Morley, 1990).

Data palinologi telah digunakan oleh beberapa peneliti, seperti Ricklefs (1990) untuk menggambarkan iklim di Jawa selama Pliosen yang lebih sejuk dan kering dengan savana yang tersebar serta hutan bakau banyak terdapat di bagian tengah. Demikian pula Semah (1984) menunjukkan daerah tengah Pulau Jawa dipengaruhi oleh aktivitas gunung berapi dan terjadi rekolonisasi tanah yang berkaitan dengan hutan basah tropis dataran rendah. Analisis fosil polen yang terdapat pada sedimen daerah Sangiran, mengindikasikan pada awal Pliosen pernah terdapat hutan bakau/mangrove di daerah ini (van Zeist *et al.*, 1979). Fosil polen juga digunakan untuk mengetahui sejarah flora dan vegetasi daerah Bumiayu kala Plistosen (Setijadi, dkk. 2005); perubahan lingkungan masa Holocene daerah Rawa Danau-Jawa Barat (Yulianto, *et al.* 2005); keanekaragaman flora hutan mangrove pantai utara Jawa Tengah (Suedy, dkk. 2006a; Suedy, dkk. 2006b; Suedy, dkk. 2006c; Suedy, dkk. 2007); untuk meramalkan perubahan iklim di bagian selatan Eropa (Finsinger, *et al.* 2007); merekonstruksi dinamika vegetasi dan biodiversitas dibagian selatan Brazilia pada kala Kuartir Akhir (Behling & Pillar 2007); serta

prediksi dinamika vegetasi, perubahan muka air laut serta perubahan iklim pada daerah pesisir (Ellison, 2008). Sementara itu, penelitian ini menggunakan fosil polen dan spora untuk memprediksi (bioprediksi) perubahan iklim yang terjadi di daerah Cilacap selama kala Holosen.

Didaerah subtropis perubahan suhu kurang dari 10°C dapat berdampak terhadap vegetasi tumbuhan Gunung Kinabalu di Sabah (Tjia, 1983). Sebaliknya di daerah tropis penurunan suhu bumi justru disebabkan oleh dampak tidak langsung dari perubahan suhu bumi seperti akibat naik-turunnya muka air laut. Turunnya muka air laut mampu menggeser jalur tumbuhan pantai juga mengakibatkan kekeringan daratan akibat perluasan daratan (Yulianto dan Sukapti, 1998). Periode Holosen variasi tumbuhan bias dikatakan menyerupai dengan tumbuhan saat ini, oleh karena itu penelitian dinamika iklim berdasarkan rekam data palinologi sangat penting.

METODE PENELITIAN

Dua tahap penelitian yang dilakukan yaitu penelitian lapangan dan penelitian laboratorium. Penelitian lapangan dilakukan untuk pengambilan sampel bor didaerah Binangun dengan koordinat : S7 40 45.1 E109 15 38.1 menggunakan bor tangan sampai kedalaman 5 meter, sedangkan penelitian laboratorium meliputi preparasi batuan untuk pembuatan preparat mikroskopis, identifikasi dan klasifikasi fosil polen serta analisis data. Preparasi batuan untuk sediaan mikroskop menggunakan metode Moore, *et al.* (1991) yang dimodifikasi oleh Suedy dan Setijadi (2009). Sampel yang di analisis sejumlah 95 *slide* preparat. Parameter yang diamati adalah sifat dan ciri fosil polen serta

spora. Analisis data palinologi menggunakan program PAST-*Palaeontological Statistics*, *ver.0.99*. Sedangkan untuk penyajian diagram fosil polen menggunakan program *SigmaPlot* ver 11.0. Pentarikan umur absolut didasarkan pada dating radiokarbon ¹⁴C dari sampel sedimen yang dilakukan di Pusat Pengembangan Geologi dan Kelautan (PPGL) Bandung.

Interpretasi dinamika iklim didasarkan pada fluktuasi dari persentase jumlah *takson – takson arboreal pollen (AP)* dan *non arboreal pollen (NAP)* serta spora yang terekam dalam sedimen. AP tersusun oleh polen tumbuhan berkayu penyusun vegetasi hutan, sedangkan NAP tersusun oleh polen tumbuhan non berkayu yang terdiri dari semak dan herba. Asumsi yang digunakan didalam interpretasi iklim di daerah transisi, didasarkan pada perubahan komunitas tumbuhan pantai menjadi komunitas dari kelompok familia Gramineae disebabkan adanya penurunan muka laut yang mengakibatkan adanya perluasan daratan. Akibat perluasan daratan menyebabkan kekeringan sehingga dominansi tumbuhan berkayu menjadi berkurang digantikan oleh tumbuhan tidak berkayu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dari 40 sampel yang diamati, berhasil diidentifikasi sejumlah 2056 polen dan spora. Hasil ini menunjukkan bahwa setiap 200 µl ditemukan rerata 51 polen dan spora. Berdasarkan dari kenampakan habitusnya, tipe polen dan spora yang ditemukan berjumlah 46 tipe, yang terbagi dalam tipe berhabitus pohon (*arboreal pollen/AP*) dijumpai 16 tipe, 6 tipe berhabitus bukan pohon (*non arboreal pollen/NAP*), dan 24 tipe

merupakan tumbuhan paku (*pteridophyta*). Flora berhabitus pohon (AP) diantaranya *Avicenia type*, *Sonneratia caseolaris*, *Nypa fruticans*, *Podocarpus imbricatus*, *Rhizophora* sp. Flora berhabitus non pohon (NAP) antara lain Gramineae, *Croton type*, dan taksa tumbuhan paku (*Pteridophyta*) adalah *Acrostichum aureum*, *Polypodium*, *Stenochlaena palustris*.

Hasil interpretasi diagram polen dari data kelompok habitus untuk melihat perubahan dinamika iklim terbagi menjadi 4 *event* perubahan iklim selama periode pengendapan (Gambar 1) yaitu:

Zona I (SB 1 – SB 6)

Awal periode ini rerata tinggi dari taksa *non arboreal pollen* (NAP) dengan nilai rerata 63,46 % dan diikuti oleh rendahnya rerata dari taksa dari *arboreal pollen* (AP) yang mempunyai nilai rerata 36,54%. Kehadirannya, taksa NAP diwakili oleh dominansi dari Familia Gramineae . Meluasnya daratan menyebabkan perluasan habitat dari tumbuhan tak berkayu atau *non arboreal pollen* (NAP) dari Familia Gramineae. Kejadian ini mengindikasikan iklim menjadi kering akibat adanya penurunan muka laut.

Zona II (SB 6 – SB 20)

Periode ini terjadi kenaikan dari taksa *arboreal pollen* (AP) dengan nilai rerata 52,15% dan diikuti oleh penurunan taksa dari *non arboreal pollen* (NAP) yang mempunyai rerata 40,70%. Kehadirannya, taksa AP diwakili oleh dominansi dari *Sonneratia caseolaris* dan *Callophyllum* sp. Kehadiran taksa *Sonneratia caseolaris* tersebut yang merupakan tumbuhan

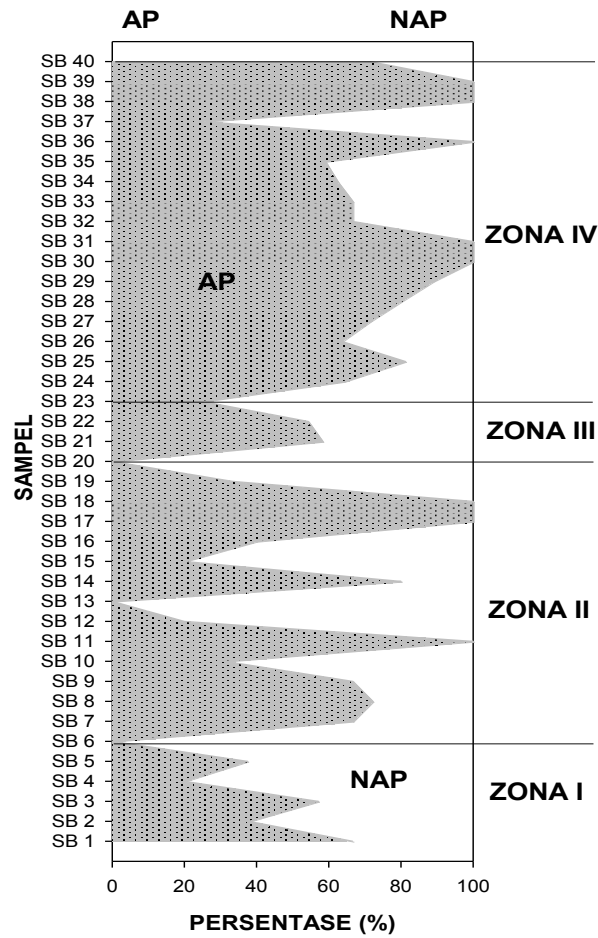
pionir, tidak toleran terhadap air tawar dalam periode lama dan hidup pada tanah berlumpur pada *Sonneratia alba* (Noor dkk, 1999), Periode mencirikan adanya genangan air akibat naiknya muka laut, hal ini menunjukkan iklim basah.

Zona III (SB 20 – SB 23)

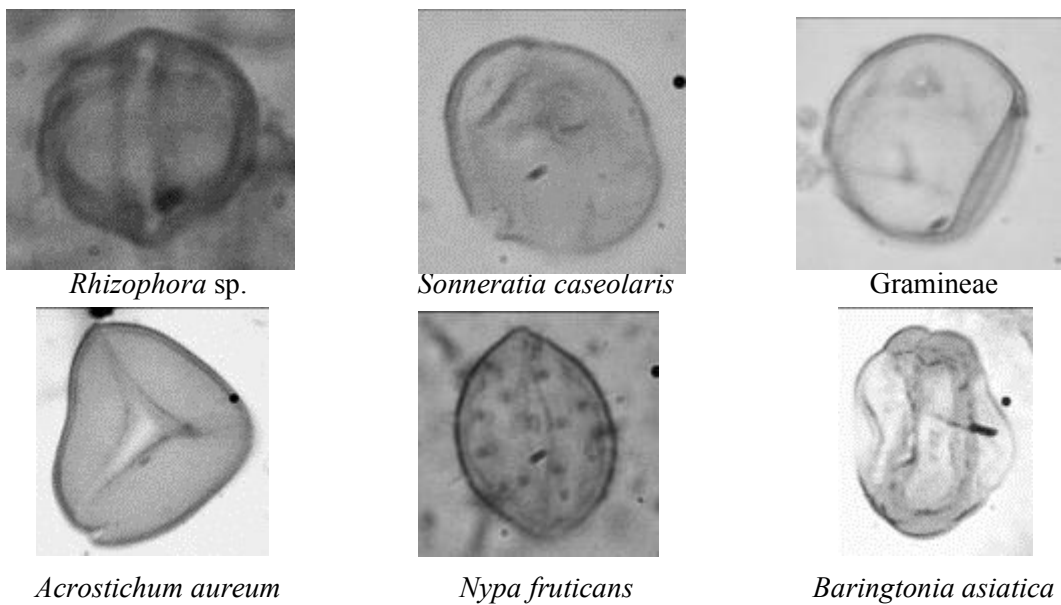
Periode ke tiga ditandai oleh kecenderungan kenaikan yang tinggi dari taksa *arboreal pollen* (NAP) dengan rerata 54,11% dan diikuti oleh kecenderungan penurunan taksa dari *arboreal pollen* (AP) dengan rerata 45,89% yang terjadi pada zona ini. Kehadirannya, taksa NAP diwakili oleh dominansi dari Familia Gramineae. Kehadiran taksa tersebut yang merupakan tumbuhan pionir, hal ini mencirikan adanya perluasan daratan akibat turunnya muka laut yang menunjukkan iklim kering.

Zona IV (SB 24 – SB 40)

Periode terakhir komunitas taksa dari *arboreal pollen* (AP) yang mempunyai nilai rerata 76,52% berkembang kembali, hal ini akibat terjadi kenaikan muka laut ditandai oleh meningkatnya taksa AP. Taksa AP yang mendominasi adalah *Rhizophora* sp. dan *Sonneratia alba*. Peningkatan taksa AP diikuti kecenderungan penurunan tajam dari taksa NAP, taksa *non arboreal pollen* diwakili oleh Gramineae gan nilai rerata 23,48%. Periode ini terjadi ekspansi daratan oleh air akibat naiknya muka laut menjadikan iklim basah.



Gambar 1. Diagram analisis kuantitatif dinamika vegetasi berdasar kelompok habitus (*arboreal* dan *non arboreal*) di daerah Binangun dengan kode sampel BN1



Gambar 2. Beberapa tipe sporomorf yang ditemukan

SIMPULAN

Dari interpretasi diagram polen berdasarkan rekam data palinologi dapat disimpulkan 2 hal penting yang berkaitan dengan lokasi penelitian, yaitu:

1. Secara umum daerah penelitian ditemukan 46 tipe polen dan spora yang terdiri sporomorf terdiri dari 16 tipe polen (*arboreal pollen/AP*), 6 tipe polen (*non arboreal pollen/NAP*), dan 24 tipe Pteridophyta.
2. Telah terjadi 4 *event* dinamika iklim yaitu:
 - a. Periode pertama (Zona SB1 – SB6) beriklim kering.
 - b. Periode kedua (Zona SB6 – SB20) beriklim basah.
 - c. Periode ketiga (Zona SB20 – SB23) beriklim kering.
 - d. Periode keempat (Zona SB23 – SB40) beriklim kering.

DAFTAR PUSTAKA

- Behling, H. And V. D. Pillar. 2007. Late Quaternary Vegetation, Biodiversity and Fire Dynamics on The Southern Brazilian Highland and Their Implication for Conservation and Management of Modern *Araucaria* Forest and Grassland Ecosystems. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 362: 243–251.
- Birks, H.J.B. and H.H. Birks. 2005. *Global Change in The Holocene*. Edward Arnold Publisher Ltd. London. Pp. 107-123.
- Ellison, J. C. 2008. Long-term Retrospection on Mangrove Development Using Sediment Cores and Pollen Analysis: A Review. *Aqua. Bot.* 89: 93-104.
- Faegri, K. and J. Iversen. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. Hafner Press, New York.
- Finsinger, W., O. Heiri, V. Valsecchi, W. Tinner, A. Lotter. 2007. Modern Pollen Assemblages as Climate Indicators in Southern Europe. *Global Ecol. Biogeo.* 16: 567-582.
- Mangerud, J, Anderson, ST, Berglund, BE, Donner, JJ. 1974. "*Quaternary stratigraphy of Norden) a proposal for terminology and classification*". *Boreas* 3: 109–128.
- Moore, P. D. and J. A. Webb. 1978. *An Illustrated Guide To Pollen Analysis*. The Ronald Press Company, New York.
- Morley, R.J. 1990. *Short Course Introduction To Palynology With Emphasis on Southeast Asia*. Fakultas Biologi UNSOED, Purwokerto.
- Noor, Y.R., M. Khasali dan IN. N. Suryadiputra. 1999. Panduan Pengenalan Mangrove Di Indonesia. Wetlands International-Indonesia Programme. Bogor. P. 48–187.
- Pearce, F. 2007. *With Speed and Violence*, p. 21. ISBN 978-0-8070-8576-9
- Rahardjo, A.T., 1993. Studi Kwartir : Keterpaduan Berbagai Bidang Ilmu. *Buletin Jurusan Geologi ITB*. Vol 23. Bandung. p. 58-61
- Ricklefs, R. 1990. *Ecology*, 3th Ed. New York: Chiron.
- Setijadi, R., S. W. A. Suedy dan A. T. Rahardjo. 2005. *Sejarah Flora Dan Vegetasi Formasi Kalibiuk Dan Kaliglagah Daerah Bumiayu Ditinjau Dari Bukti Palinologi*. Prosiding Seminar Nasional MIPA Universitas Negeri Semarang- ISBN 979-9579-80-5.
- Suedy, S.W.A., T.R. Soeprbowati, A.T. Rahardjo, K.A. Maryunani dan R. Setijadi. 2006a. *Rekonstruksi Lingkungan Hutan Mangrove di Pantai Utara Jawa Tengah Menggunakan Polen dan Diatom*. Laporan Hibah Pekerti UNDIP-ITB 2005-2006. Lembaga Penelitian UNDIP, Semarang.
- , T.R. Soeprbowati, A.T. Rahardjo dan K.A. Maryunani. 2006b. *Keanekaragaman Flora Penyusun Hutan Mangrove Pantai*

Randusanga Brebes Ditinjau Dari Bukti Palinologinya. Prosiding Seminar Nasional UNSOED: Konservasi Biodiversitas Sebagai Penunjang Pembangunan Berkelanjutan- ISBN 978-979-99995-2-8.

Record from a Tropical Lowland Swamp in Rawa Danau, West Java, Indonesia. *Tropics* Vol. 14 (2).

-----, T.R. Soeprbowati, A.T. Rahardjo, K.A. Maryunani dan R. Setijadi. 2006c. Keanekaragaman Flora Hutan Mangrove di Pantai Kaliuntu Rembang Berdasarkan Bukti Palinologinya. *Jurnal BIODIVERSITAS UNS* Vol. 7 No. 4.

----- dan R. Setijadi. 2007. Fluktuasi Vegetasi Hutan Mangrove di Pantai Gandhong-Sayung Demak Berdasarkan Bukti Palinologinya. *Jurnal BIOSFER UNSOED* Vol. 24, No. 3.

Semah, A.M. 1984. Remarks on The Pollen Section of The Sambungmacan Section (Central Java). *Mod. Quat. Res. SE Asia* 8: 29-34.\

Tjia, H.D. 1983. Aspek Geologi Kuartar Asia Tenggara. *Buletin Jurusan Geologi ITB*. Vol 9. Bandung. p. 1-10.

Van Zeist, W., N.A. Polhaupessy and I.M. Stuijts. 1979. Two Pollen Diagrams from West Java, A Preliminary Report. *Mod. Quat. Res. SE Asia* 5: 43-56.

Walker, M., Johnsen, S., Rasmussen, S. O., Popp, T., Steffensen, J.-P., Gibbard, P., Hoek, W., Lowe, J., Andrews, J., Björck, S., Cwynar, L. C., Hughen, K., Kershaw, P., Kromer, B., Litt, T., Lowe, D. J., Nakagawa, T., Newnham, R., and Schwander, J. 2009. *Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records*. *J. Quaternary Sci.*, Vol. 24 pp. 3–17. ISSN 0267-8179.

Yulianto, E. dan W.S. Sukapti. 1998. Perubahan Iklim Selama Rentang Plistosen Hingga Holosen di Indonesia Berdasarkan Rekaman Data Palinologi. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVII IAGI*. Yogyakarta

Yulianto, E., H. Tsuji, W. S. Sukapti, N. Tanaka. 2005. A Holocene Pollen and Charcoal