

Keanekaragaman Flora Hutan Mangrove di Pantai Kaliuntu-Rembang Berdasarkan Bukti Palinologinya

Floral Diversity Of Mangrove Forest In The Kaliuntu Bay- Rembang Based On Palynological Evidences

SRI WIDODO AGUNG SUEDY^{1, *}, TRI RETNANINGSIH SOEPROBOWATI¹, A. TJIPTO RAHARDJO², KHOIRIL ANWAR MARYUNANI², RACHMAD SETIJADI³

¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Diponegoro (UNDIP), Jl. Prof. Soedarto SH Tembalang Semarang

²Jurusan Geologi FIKTM ITB, Jl. Ganesha 10 Bandung

³Jurusan Geologi Program Sarjana Teknik UNSOED, Purwokerto

Diterima: 26 Juli 2006. Disetujui: 29 September 2006.

ABSTRACT

Palynological evidences (polen and spores) have been used to study mangrove diversity of coastal zone sites at Kaliuntu bay (Rembang), province of Central Java. Data was collected in April 2nd to April 17th 2005, following transect method. In this research for sediments sampling used surface-subsurface sampling method (depth in 10cm). The result showed that mangrove forest in the coastal zone of Kaliuntu bay (Rembang) was dominated by Rhizophoraceae polen type (included Rhizophora genera)

© 2006 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: palynological evidences; diversity; polen type

PENDAHULUAN

Palinologi adalah ilmu yang mempelajari polen (serbuk sari) tumbuhan tinggi dan spora tumbuhan rendah. Dalam palinologi juga dipelajari mengenai struktur, bentuk maupun preservasinya dibawah kondisi tertentu (Moore & Webb, 1978; Morley, 1990). Polen merupakan gametofit jantan pada tumbuhan Gymnospermae dan Angiospermae, sedang spora biasanya dihasilkan tumbuhan non vaskuler seperti alga, jamur, lumut serta tumbuhan vaskuler tingkat rendah yaitu paku-pakuan. Melalui pembelahan meiosis, sel induk mikrospora membelah menjadi empat sel haploid yang disebut mikrospora atau sering disebut sebagai butir polen (serbuk sari) dan spora (Kapp, 1969).

Bukti-bukti palinologi berupa polen (serbuk sari bunga) dan spora tumbuhan, baik yang ada sekarang maupun yang telah mati dan terendapkan dalam sedimen (berupa fosil) dapat digunakan sebagai sumber data dan bahan untuk merekonstruksi vegetasi suatu daerah. 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).

Penerapan bukti palinologi dapat dijadikan standar nilai dalam menginterpretasikan masalah yang berkaitan dengan stratigrafi, migrasi, paleoekologi maupun arkeologi (Morley, 1990). Sejarah flora dan vegetasi di suatu daerah dapat diungkap melalui pendekatan palinologi. Analisis polen dan atau spora yang terendapkan pada suatu sedimen dapat mengungkapkan latar belakang perubahan flora dan vegetasi pada periode tertentu. Analisis polen dan spora secara vertikal terhadap urutan lapisan sedimen merupakan cara untuk menelusuri sejarah flora dan vegetasi serta perubahan yang terjadi selama proses sedimentasi berlangsung (Faegri & Iversen, 1989; Moore & Webb, 1978).

Polen dan spora merupakan sumber data palinologi yang dapat diterapkan, 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, 1980; Morley, 1990).

Serbuk sari bunga (polen) dan atau spora dari tumbuhan mangrove yang tumbuh di kawasan tersebut baik pada masa sekarang maupun masa lampau dan telah terendapkan dalam sedimen berupa fosil, merupakan bukti palinologi yang sangat penting. Bukti palinologi ini merupakan representasi dari tumbuhan mangrove sehingga

▼ Alamat Korespondensi:

Jurusan Biologi FMIPA UNDIP
Jl. Prof. Soedarto SH Tembalang Semarang
Email: sw-msi@yahoo.com
Telp. : 081325314399

dapat menggambarkan bagaimana kondisi lingkungan mangrove beserta vegetasinya. Bukti palinologi telah digunakan untuk merekonstruksi lingkungan, iklim dan sejarah flora suatu daerah (Rahardjo *et al.*, 1998; Setijadi, 2001; Maloney, 2002; Graham, 2002) namun sejauh ini penggunaan tersebut masih terbatas pada lingkungan geologi. Penggunaan bukti-bukti palinologi untuk mengetahui vegetasi suatu kawasan mangrove belum pernah dilakukan.

Pantai Kaliuntu merupakan suatu kawasan yang vegetasi hutan mangrovenya sudah mengalami *replanting*. Tumbuhan mangrove yang ditanam disana terutama dari genus *Rhizophora* yang meliputi *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora stylosa*.

Analisis polen dan spora berdasarkan urutan lapisan sedimen merupakan satu cara penelusuran vegetasi. Pengambilan dan analisis sedimen dari daerah pantai Kaliuntu diharapkan dapat diketahui fenomena vegetasi hutan mangrove di kawasan ini. Tujuan penelitian ini mengetahui dan mengidentifikasi jenis – jenis tumbuhan mangrove di daerah pantai Kaliuntu berdasarkan bukti-bukti polennya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian palinologi ini dilakukan di pantai Kaliuntu Rembang . Penelitian ini terdiri dari 2 tahap, yaitu:

Penelitian Lapangan

Penelitian lapangan dilakukan dengan cara penjelajahan di sepanjang garis pantai untuk mengambil sampel sedimen pengendapan polen tumbuhan mangrove. Sampel sedimen diambil dengan pengeboran menggunakan bor tangan yang berdiameter 4 cm (modifikasi Metode Willard & Holmes, 1999). Pengeboran dilakukan saat pasang terendah air laut dengan titik pengeboran yang ditentukan dengan metode transek (English *et al.*, 1994). Pengeboran dimulai dari tepi laut yang ada hutan mangrovenya dan diusahakan yang tidak/jarang ada aktifitas manusia didaerah tersebut, dengan interval jarak 100 meter sebanyak tiga titik. Sampel sedimen yang sudah diperoleh kemudian dikeringkan dan ditutup dengan plastik untuk mengurangi kontaminasi polen, selanjutnya dianalisis di laboratorium. Data-data sedimen dan lingkungan sekitar pengendapan juga diamati, seperti jenis/tipe tanah atau lapisan sedimen. Vegetasi dan zonasi mangrove yang masih ada juga dicatat dan digunakan sebagai data kompilasi serta pembandingan.

Penelitian Laboratorium

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Palinologi FIKTM ITB, meliputi preparasi sampel sedimen, analisis deskriptif dan penyusunan data. Sampel sedimen dipreparasi dengan metode Asetolisis untuk palinologi, yaitu : 50 g sampel sedimen kering direndam dalam HCl 50% selama 2 jam untuk menghilangkan karbonat, kemudian dinetralkan dengan akuades. Untuk memaksimalkan hasil dilakukan asetolisis dengan asam sulfat kemudian dinetralkan kembali. Sampel yang sudah netral tadi direndam lagi dengan HF 40% selama 24 jam untuk menghilangkan silikat, kemudian dinetralkan; setelah itu direndam kembali dalam HCl 50% selama 30 menit dan dinetralkan. Fraksi organik yang terapung diambil dengan pipet, kemudian dinetralkan, setelah itu dioksidasi dengan HNO₃ selama 2 menit dan dinetralkan kembali. Untuk

menghilangkan asam humat (*humic acid*) sampel yang sudah diproses tadi direndam dalam KOH 5% panas selama 5 menit dan dinetralkan kembali. Hasilnya disaring dengan saringan nilon yang berukuran 5µm, setelah itu dibuat slide dalam media enthelan yang merupakan sediaan mikroskop.

Parameter penelitian yang diamati adalah sifat dan ciri polen dalam hal ukuran, bentuk, ornamentasi serta aperture. Ukuran sampel yang diteliti harus sama dan homogenitas selalu dipertahankan sehingga jumlah kuantitatif setiap jenis atau taksa tumbuhan dapat dibandingkan antara masing-masing sampel. Kisaran kuantitatif jumlah jenis atau taksa adalah 100-300.

Analisis diskriptif yaitu identifikasi polen dengan menggunakan mikroskop binokuler perbesaran 250X, 400X dan 1000X. Acuan yang digunakan dalam identifikasi antara lain: Erdtman (1952), Kapp (1969), Huang (1972), Nakamura (1980), Faegri & Iversen (1989), Graham (2002). Data yang diperoleh kemudian di analisis dengan program Palaeontological Statistics (PAST ver 0.99).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Hutan Mangrove Saat Ini

Hutan mangrove di kawasan ini didominasi oleh famili Rhizophoraceae terutama *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata* dan *R. stylosa*. Beberapa spesies *Sonneratia alba* serta *S. caseolaris* juga ada dengan ukuran pohon yang cukup besar 3-4 m tingginya, dan terletak sekitar 300 m dari perumahan penduduk. Hutan mangrove ini sudah merupakan hutan campuran antara spesies yang tumbuh alami dan spesies hasil rehabilitasi/*replanting* oleh masyarakat sekitar, sehingga zonasinya sudah tidak bisa dibedakan. Luasnya sekitar 13 ha dengan ketebalan hutan kurang lebih 100 m; substratnya terutama terdiri dari pasir dan lanau; suhu perairannya 25 °C dengan kadar DO 4-5mg/l dan salinitas 3,5g/100ml. Di sekitar kawasan mangrove ini, masyarakat mengusahakan tambak ikan, udang dan garam.

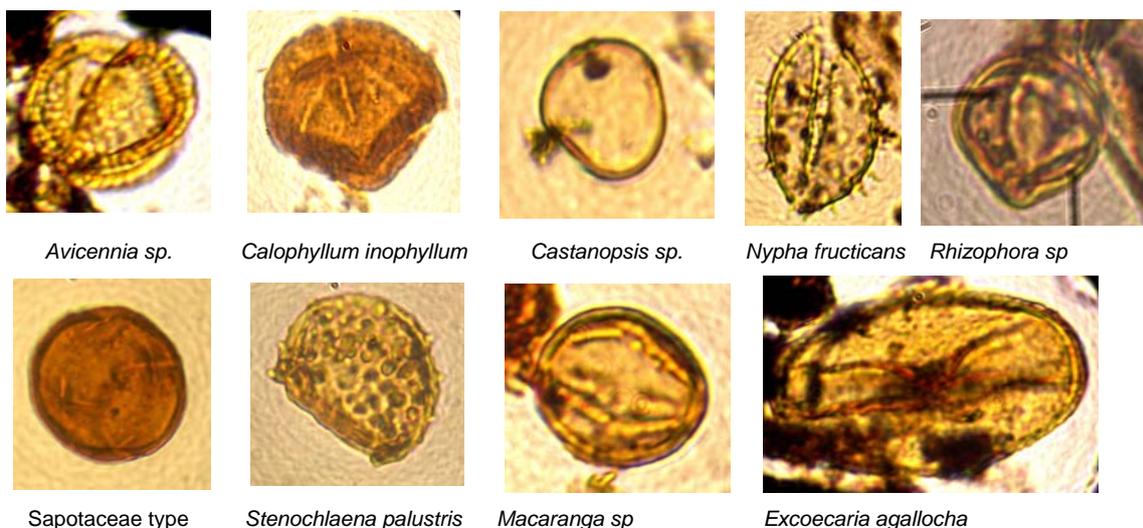
Bukti Polen Dan Spora Yang Ditemukan Dalam Sedimen Sampai Kedalaman 10 cm

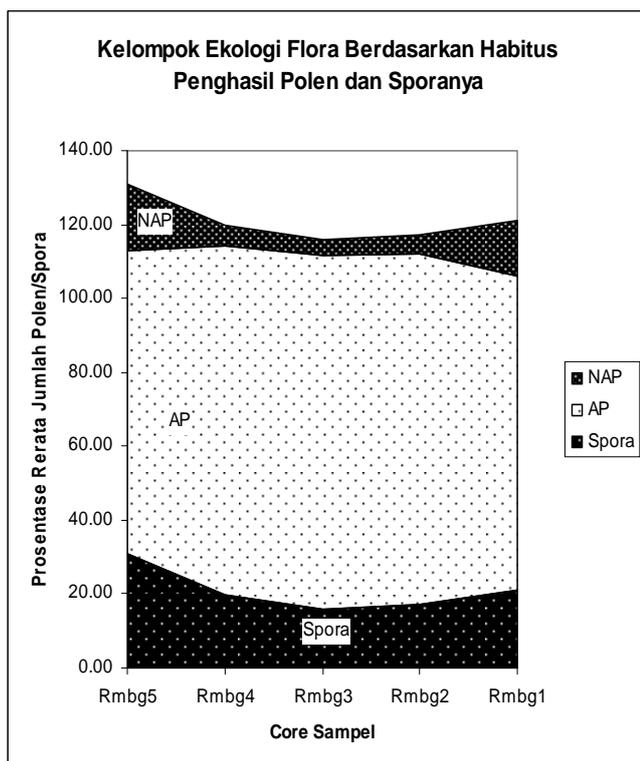
Berdasarkan bukti-bukti palinologi yang diperoleh menunjukkan bahwa flora hutan mangrove di Kaliuntu Rembang didominasi oleh polen tipe Rhizophoraceae. Tipe polen ini dimiliki oleh anggota famili Rhizophoraceae terutama *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata* dan *R. stylosa* dan mempunyai ciri bentuk polen yang sama yaitu tricolporate, subprolate, circular pada pandangan polar dengan eksine reticulate halus.

Tumbuhan mangrove dari famili Rhizophoraceae terutama *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata* dan *R. stylosa* serta *Bruguiera ghimnorhiza* memang mendominasi di pantai-pantai di utara Jawa Tengah termasuk yang dijadikan lokasi penelitian ini, karena sifat tumbuhan dari famili ini memang kosmopolit dan mudah hidup serta tumbuh pada substrat berlumpur. Adanya akar tunjang serta sifat perkecambahannya yang vivipari juga lebih memudahkan tumbuhan ini untuk membentuk komunitas baru pada daerah yang berlumpur. Anggota famili Rhizophoraceae juga termasuk jenis mangrove pioner yang memiliki daya adaptasi yang cukup tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan pesisir yang sangat ekstrim (Noor, dkk., 1999).

Tabel 1. Jenis/tipe polen dan spora yang ditemukan dalam sedimen pantai Kaliuntu Rembang sampai kedalaman 10cm.

No	Tipe polen/spora	Rerata Jumlah dan Prosentase Jumlah Polen dan Spora						
		Rmbg1	Rmbg2	Rmbg3	Rmbg4	Rmbg5	Jumlah	%
1	Rhizophoraceae	92.00	43.00	101.00	91.00	94.00	421.00	45.27
2	<i>Sonneratia caseolaris</i>	18.00	54.00	21.00	21.00	6.00	120.00	12.90
3	<i>Sonneratia alba</i>	0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	6.00	0.65
4	<i>Avicennia sp</i>	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	3.00	0.32
5	<i>Pinus sp</i>	5.00	0.00	7.00	0.00	3.00	15.00	1.61
6	Malvaceae	3.00	0.00	1.00	0.00	0.00	4.00	0.43
7	<i>Macaranga sp</i>	6.00	0.00	1.00	0.00	0.00	7.00	0.75
8	<i>Castanopsis sp</i>	7.00	4.00	24.00	2.00	10.00	47.00	5.05
9	Sapotaceae	1.00	0.00	3.00	0.00	2.00	6.00	0.65
10	<i>Calophyllum inophyllum</i>	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	2.00	0.22
11	<i>Nypha fruticans</i>	3.00	0.00	2.00	0.00	8.00	13.00	1.40
12	<i>Pandanus sp</i>	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.22
13	<i>Excoecaria agallocha</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.11
14	<i>Casuarina equisetifolia</i>	0.00	0.00	1.00	2.00	1.00	4.00	0.43
15	Myrtaceae	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	3.00	0.32
16	<i>Podocarpus imbricatus</i>	0.00	3.00	0.00	1.00	0.00	4.00	0.43
17	Gramineae	21.00	6.00	4.00	7.00	20.00	58.00	6.24
18	Cyperaceae	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00	3.00	0.32
19	<i>Croton sp</i>	1.00	0.00	1.00	0.00	2.00	4.00	0.43
20	Chenopodiaceae	1.00	0.00	2.00	0.00	1.00	4.00	0.43
21	<i>Polygonum sp</i>	0.00	0.00	1.00	0.00	2.00	3.00	0.32
22	<i>Acrostichum aureum</i>	3.00	0.00	0.00	6.00	5.00	14.00	1.51
23	<i>Polypodium sp</i>	8.00	9.00	13.00	7.00	23.00	60.00	6.45
24	<i>Pteris sp</i>	0.00	1.00	3.00	0.00	1.00	5.00	0.54
25	<i>Psilotum sp</i>	28.00	12.00	14.00	13.00	35.00	102.00	10.97
26	<i>Cyathea sp</i>	2.00	0.00	1.00	0.00	1.00	4.00	0.43
27	<i>Stenochlaena palustris</i>	2.00	2.00	2.00	6.00	3.00	15.00	1.61
		204.00	138.00	205.00	162.00	221.00	930.00	100.00

**Gambar 1.** jenis/tipe polen dan spora yang ditemukan dalam sedimen pantai Kaliuntu Rembang sampai kedalaman 10cm



Gambar 2. Kelompok ekologi flora berdasarkan habitus penghasil polen dan spora

Secara umum hasil preparasi dan analisis dari sedimen sampai kedalaman 10 cm yang ditunjukkan oleh Rmbg 1 (kedalaman 2cm), sampai Rmbg 5 (kedalaman 10cm), berhasil didapatkan 27 tipe/jenis polen dan spora dari sedimen pantai Kaliuntu Rembang. Dengan mengidentifikasi polen dan spora akan diketahui takson penghasilnya sampai tingkat taksa tertentu bahkan sampai ke tingkat spesies (Birks & Birks, 1980), yang berarti pada penelitian ini didapatkan 27 taksa tumbuhan penghasil polen dan spora. Polen tumbuhan mangrove (seperti Rhizophoraceae, *Sonneratia* sp, *Avicennia* sp) ditemukan berasosiasi dengan polen tumbuhan darat/terrestrial (misalnya Gramineae, *Psilotum* sp, *Pinus* sp, *Castanopsis* sp dan *Polypodium* sp), dimana jenis/tipe dari famili Rhizophoraceae mendominasi sebesar 45,27%. Keberadaan Rhizophoraceae merupakan tumbuhan karakteristik hutan mangrove (Whitten *et al.*,1984), dan termasuk mangrove sejati (Noor, dkk.,1999). Golongan Gramineae (rumput-rumputan), *Psilotum* sp dan *Polypodium* sp (pteridofita) juga menunjukkan dominasinya sebesar 6,24%, 10,97% dan 6,30%.

Terdapatnya polen dari Gramineae yang berasosiasi dengan polen tumbuhan mangrove mengindikasikan adanya pengaruh yang cukup signifikan dari iklim atau kondisi terrestrial/darat pada pantai ini karena Gramineae termasuk tumbuhan pioner yang menjadi penanda kondisi terrestrial/darat. Keberadaan *Psilotum* sp (10,62%) dan *Polypodium* sp (6,30%) mempertegas pengaruh iklim terrestrial/darat terhadap pantai Kaliuntu, karena keduanya termasuk tumbuhan paku (pteridofita) yang bersifat kosmopolit terrestrial dan mampu tumbuh dari daerah perunggunan, dataran rendah sampai pesisir.

Berdasarkan bukti palinologi yang diperoleh, taksa tumbuhan penghasilnya kemudian dikelompokkan berdasarkan habitusnya. Hasil pengelompokan ekologi berdasarkan habitus tumbuhan penghasil polen dan spora disajikan dalam gambar 1. AP (Arboreal Pollen) menunjukkan bahwa polen berasal dari tumbuhan bentuk pohon, sedangkan NAP (Non Arboreal Pollen) menunjukkan bahwa polen berasal dari tumbuhan bentuk selain pohon yang berarti herba dan semak. Sedangkan spora berasal dari tumbuhan lumut (briofita) dan paku (pteridofita). Hasil di atas memberi gambaran bahwa hutan mangrove pantai Kaliuntu Rembang tersusun terutama oleh tumbuhan bentuk (berhabitus) pohon.

Apabila dibandingkan antara kondisi hutan mangrove saat ini (yang masih hidup) dengan yang ada dalam sedimen (berupa fosil, bukti palinologi) ternyata keanekaragaman berdasarkan fosil jauh lebih tinggi. Berdasarkan hal ini bisa diperkirakan bahwa keanekaragaman hutan mangrove di pantai Kaliuntu Rembang pada masa lampau/dahulu sangat tinggi. Seiring berjalannya waktu keanekaragaman ini menurun karena pengaruh kegiatan antropogenik yang sangat tinggi yaitu pembukaan areal perikanan dan pertambakan maupun industri yang dilakukan dengan menebangi hutan mangrove. Akibatnya bukan saja jumlahnya menurun tetapi keanekaragamannya pun juga berkurang.

Hasil analisis statistik terhadap polen dan spora yang ditemukan dapat diketahui bahwa pantai Kaliuntu Rembang mempunyai indeks keanekaragaman yang kecil (Indeks Shannon-Wiener, $H' < 2$), tetapi mempunyai pemerataan/ekuibilitas lebih dari 60% untuk taksa-taksa tumbuhannya.

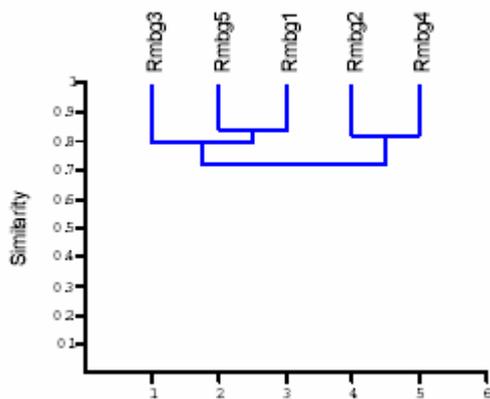
Nilai *association similarity* kedua pantai berdasarkan bukti polennya menunjukkan bahwa kesamaan/similaritas asosiasi tumbuhan mangrove antar kedalaman core mempunyai nilai minimal 0,6153 yang berarti asosiasi flora/vegetasi penyusun hutan mangrove antar lapisan pantai ini paling tidak mempunyai kesamaan sekitar 61,53 % (tabel 3). Hal ini lebih diperkuat dengan hasil analisis cluster berdasarkan Indeks Similaritas Simpson dalam gambar 3.

Tabel 2. Hasil analisis statistik berdasarkan tipe/jenis polen yang ditemukan

	Rmbg1	Rmbg2	Rmbg3	Rmbg4	Rmbg5
Taxa	19	11	20	13	20
Individuals	204	138	205	162	221
Dominance	0.2458	0.266	0.2781	0.3461	0.2304
Shannon indx	1.951	1.659	1.87	1.606	1.986
Simpson indx	0.7542	0.734	0.7219	0.6539	0.7696
Equitability	0.6625	0.6919	0.6241	0.6263	0.6629

Tabel 3. Nilai *association similarity* berdasarkan Indeks Similaritas Simpson

	Rmbg1	Rmbg2	Rmbg3	Rmbg4	Rmbg5
Rmbg1	1	0	0	0	0
Rmbg2	0.7273	1	0	0	0
Rmbg3	0.7895	0.727273	1	0	0
Rmbg4	0.6923	0.818182	0.615385	1	0
Rmbg5	0.8421	0.818182	0.8	0.769231	1



Gambar 3. hasil analisis cluster berdasarkan Indeks Similaritas Simpson terhadap tipe/jenis polen yang ditemukan dalam berbagai lapisan sedimen pantai sampai kedalaman 10 cm.

Hal ini memberi gambaran bahwa berdasarkan tipe/jenis polen yang ditemukan dalam berbagai lapisan sedimen pantai sampai kedalaman 10cm menunjukkan bahwa pantai Kaliuntu Rembang merupakan satu zona atau kumpulan dengan nilai similaritas asosiasi hutan mangrovenya cukup tinggi. Hal ini juga mengindikasikan bahwa pantai ini mempunyai kondisi lingkungan yang relatif stabil.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan:

Berdasarkan tipe/jenis polen yang ditemukan ternyata pantai Kaliuntu Rembang mempunyai keanekaragaman flora mencapai 27 taksa tumbuhan.

Dominasi terbesar dimiliki tumbuhan mangrove *Rhizophora* sp (tipe polen Rhizophoraceae) sebesar 45,27%.

Kondisi lingkungan hutan mangrove berdasarkan polen yang ditemukan menunjukkan kecenderungan yang relatif stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Birks, H.J.B. and H.H. Birks. 1980. *Quaternary Palaeoecology*. Edward Arnold Publisher Ltd. London.
- English, P.D. , C. Wilkinson and V. Baker (Eds). 1994. *Survey Manual for tropical Marine Resources*. Asean-Australian Marine Project: Living Coastal Resources.
- Erdtman, G. 1952. *Morphology an Taxonomy Angiospermae: An Introduction to Palynology*. The Botanica Company Wather, Massachusetts, USA.
- Faegri, K. and J. Iversen. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. Hafner Press, New York.
- Graham, A. 2002. *Diversification of Gulf / Caribbean Mangrove Communities Through Cenozoic Time*. Dept. of Biological Sciences, Kent State University, Ohio, USA.
- Huang, T. C. 1972. *Polen of Taiwan*. National Taiwan University, Botany Departemen Press, Taipei, Taiwan.
- Kapp, R.O. 1969. *How To Know Pollen and Spores*. WMc. Brown Company Publisher, Dubuque, Iowa, USA.
- Maloney, B. 2002. *Environmental Reconstruction at Ayutthaya, Thailand*. The Queen's University Research Report, Belfast, Northern Ireland.
- Moore, P.D. and 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.
- Nakamura, J. 1980. *Diagnostic Characters of Pollen Grains of Japan*. Special Publications from Osaka Museum of Natural History. Vol. 13. Nagai Park, Osaka, Japan.
- Noor, Y.R., M. Khazali dan I.N.N. Suryadiputra. 1999. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Wetlands Intenational Indonesian Progamme, Bogor.
- Rahardjo, A.T., E. Yulianto dan R. Setijadi. 1998. *Palinologi Formasi Nampol dan Hubungan Stratigrafinya dengan Formasi Punung di Daerah Punung, Kabupaten Pacitan*. Buletin Geologi ITB, Vol. 29 No.2, Bandung.
- Setijadi, R. 2001. *Sejarah Flora dan Vegetasi Formasi Kalibiuk dan Kaliglagah Daerah Bumiayu Ditinjau Dari Bukti Palinologi*. Tesis S2 UGM, Yogyakarta.
- Willard, D.A. and C.W. Holmes. 1999. *Pollen and Geochronological Data from South Florida: Taylor Creek Site 2*. USGS Open-File Report 97-35.