



**ANALISIS KETERKAITAN ECHINODERMATA DENGAN HABITAT
MELALUI VARIABEL LINGKUNGAN MENGGUNAKAN
*CANONICAL CORRESPONDENCE ANALYSIS***

SKRIPSI

Oleh
Siti Alfiyah
NIM 101810101019

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**ANALISIS KETERKAITAN ECHINODERMATA DENGAN HABITAT
MELALUI VARIABEL LINGKUNGAN MENGGUNAKAN
*CANONICAL CORRESPONDENCE ANALYSIS***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh
Siti Alfiyah
NIM 101810101019

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. ALLAH SWT, karena setiap goresan tinta ini adalah wujud dari keagungan dan kasih sayang yang diberikan ALLAH SWT kepada umatnya;
2. Ayahanda Moch. Muslich dan ibunda Siti Masroh tercinta, yang telah memberi doa, kasih sayang, serta segalanya kepada putri tercintanya;
3. kakakku tersayang Siti Maya Safitri, yang selalu memberi dukungan dan semangat dalam suka dan duka;
4. guru-guru sejak Taman Kanak-kanak sampai Perguruan Tinggi, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
5. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
6. sahabat dan teman sealmamater penulis, yang memberikan dorongan dan dukungan dalam penulisan skripsi ini.

MOTTO

Cobalah dulu, baru cerita. Pahami dulu, baru menjawab. Pikirlah dulu, baru berkata. Dengarlah dulu, baru beri penilaian. Bekerjalah dulu, baru berharap. *)

Jadilah seperti karang di lautan yang kuat dihantam ombak dan kerjakanlah hal yang bermanfaat untuk diri sendiri dan orang lain, karena hidup hanyalah sekali. Ingat hanya pada Allah apapun dimanapun kita berada kepada Dia-lah tempat meminta dan memohon. **)

Orang yang berilmu mengetahui orang yang bodoh karena dia pernah bodoh, sedangkan orang yang bodoh tidak mengetahui orang yang berilmu karena dia tidak pernah berilmu. ***)

*) Socrates. Kata Bijak Filsuf Yunani: Hytagoras, Plato, Thales, Socrates [on line]. <http://bijak.web.id/motivasi/kata-bijak-filsuf-yunani-hytagoras-plato-thales-socrates.html> [27 Mei 2014]

**) Motto Skripsi Terbaru 2014 [on line]. <http://lintascinta.com/2014/01/motto-skripsi-terbaru-2014.html> [27 Mei 2014]

***) Plato. Kata-Kata Bijak Plato [on line]. <http://katakatabijakmotivasiinspirasi.blogspot.com/2013/05/kata-kata-bijak-plato.html> [27 Mei 2014]

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Siti Alfiyah

NIM : 101810101019

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Analisis Keterkaitan *Echinodermata* dengan Habitat Melalui Variabel Lingkungan Menggunakan *Canonical Correspondence Analysis*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2014

Yang menyatakan,

Siti Alfiyah

NIM. 101810101019

SKRIPSI

**ANALISIS KETERKAITAN ECHINODERMATA DENGAN HABITAT
MELALUI VARIABEL LINGKUNGAN MENGGUNAKAN
*CANONICAL CORRESPONDENCE ANALYSIS***

Oleh

Siti Alfiyah

NIM 101810101019

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dian Anggraeni, S.Si, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Keterkaitan *Echinodermata* dengan Habitat Melalui Variabel Lingkungan Menggunakan *Canonical Correspondence Analysis*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris

Dian Anggraeni, S.Si, M.Si
NIP 19820216 200604 2 002

Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si, M.Si
NIP 19740719 200012 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Yuliani Setia Dewi, S.Si, M.Si.
NIP.19740716 200003 2 001

Bagus Juliyanto, S.Si
NIP 19800702 200312 1 001

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.

NIP 19610108 198602 1 001

RINGKASAN

Analisis Keterkaitan *Echinodermata* dengan Habitat Melalui Variabel Lingkungan Menggunakan *Canonical Correspondence Analysis*; Siti Alfiyah, 101810101019; 2014: 33 halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Echinodermata merupakan salah satu biota laut yang terdapat di zona intertidal pantai Bama, Taman Nasional Baluran, Situbondo yang dapat dijumpai pada ekosistem terumbu karang, lamun, dan batu. Keterkaitan antara habitat dengan jenis *Echinodermata* tersebut dapat dianalisis dengan menggunakan analisis korespondensi. Keterkaitan tersebut juga dipengaruhi oleh variabel lingkungan dari habitat tempat jenis *Echinodermata* hidup. Salah satu analisis yang dapat digunakan dalam menganalisis keterkaitan jenis *Echinodermata* pada habitat dengan pengaruh faktor lingkungan adalah analisis korespondensi kanonik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keterkaitan jenis *Echinodermata* pada habitatnya dengan pengaruh faktor lingkungannya.

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder dan terdapat beberapa langkah yang akan dilakukan. Langkah yang pertama adalah melakukan pengamatan untuk mengetahui persebaran *Echinodermata* pada karang, lamun, dan batu yang dipengaruhi oleh variabel lingkungan dari data sekunder, kemudian pengujian hubungan antara jenis *Echinodermata* dengan habitat dengan uji *Pearson's Chi-Square*. Setelah teruji terdapat hubungan, maka selanjutnya melakukan analisis terhadap jenis *Echinodermata* dengan habitat menggunakan analisis korespondensi. Langkah terakhir adalah melakukan analisis terhadap keterkaitan jenis *Echinodermata* pada habitatnya dengan faktor lingkungan menggunakan analisis korespondensi kanonik dan menentukan kesimpulannya.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan program R dengan paket ade4 menunjukkan bahwa komposisi sedimen pasir cenderung paling banyak ditemukan pada habitat karang, sedangkan sedimen lumpur cenderung paling banyak ditemukan pada habitat lamun dan pada habitat batu paling banyak ditemukannya sedimen batu. Pada zona intertidal pantai Bama, habitat karang cenderung dihuni oleh *Echonodermata* jenis *Echonodermata* jenis *Nardoa tuberculata*, *Culcita novaeguineae*, *Holothuria hilla*, *Bohadschia argus*, *Diadema setosum*, *Diadema savignyi*, *Echinometra mathaei*, *Ophiarthrum pictum*, *Amphioplus exsecratus*, *Ophiolepis cardioplax*, *Ophiocoma sp.*, *Ophiopteris sp.*, *Ophiomastix annulosa*, *Ophiocoma erinaceus*, *Ophionereis sp.*. Habitat lamun cenderung dihuni oleh *Echonodermata* jenis *Archaster typicus*, *Protoreaster nodosus*, *Linckia laevigata*, *Holothuria atra*, *Holothuria scabra*, *Bohadschia marmorata*, *Opheodesoma grisea*, *Synapta maculate*, *Laganum laganum*, *Echinotrix calamoris*, *Mespilia globulus*, dan *Tripneutes gratilla*. Pada habitat batu cenderung dihuni oleh satu jenis *Echonodermata* saja yaitu jenis *Cryptasterina pentagona*.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas pemodelan ini tepat pada waktunya. Tugas pemodelan yang berjudul “Analisis Keterkaitan Echinodermata dengan Habitat melalui Variabel Lingkungan Menggunakan *Canonical Correspondence Analysis*” ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan dorongan baik secara langsung maupun tak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Moch. Muslich dan Ibu Siti Masroh yang tercinta, yang telah sabar mendidik, membimbing, memberi doa, memotivasi dan memberi kasih sayang tanpa batas waktu;
2. Bapak Prof. Drs. Kusno, DEA, PhD. selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember;
3. Bapak Kosala Dwija Purnomo, S.Si, M.Si. selaku ketua Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember;
4. Bapak Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si, M.Si. dan Ibu Dian Anggraeni, S.Si, M.Si. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing selama penulisan;
5. Ibu Yuliani Setia Dewi, S.Si, M.Si, dan Bapak Bagus Juliyanto, S.Si selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran-saran dalam penulisan;
6. seluruh staf pengajar Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
7. teman-teman MATHGIC 2010 (Maya, Erin, Alfian, Holipah, Tutut, Hadi, Surur, Kikin dll) terima kasih atas semangatnya, kakak dan adik angkatan Jurusan Matematika;

8. teman-teman penghuni Kos Muslimah 94 (Pipit, Rara, Lintang, Mey, Nissa, Rizki) terimakasih atas keceriaan dan canda tawa yang telah diberikan;
9. serta pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Zona Lingkungan Laut	5
2.2 Echinodermata	6
2.3 Habitat	6
2.4 Variabel Lingkungan	8
2.5 Ordinasi	9
2.6 Uji Dependensi	10

2.7 Analisis Korespondensi	10
2.7.1 Tabel Kontingensi	11
2.7.2 Matriks Korespondensi	12
2.7.3 Profil Baris dan Profil Kolom	12
2.7.4 Penguraian Nilai Singular	13
2.7.5 Penentuan Jarak Profil	15
2.8 Analisi Korespondensi Kanonik	15
BAB 3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Data	18
3.2 Metode Pengolahan dan Analisis Data	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Komposisi Jenis Echinodermata pada Karang, Lamun dan Batu	21
4.2 Komposisi Variabel Lingkungan	22
4.3 Analisis Keterkaitan Jenis Echinodermata dengan Habitat Menggunakan Analisis Korespondensi	23
4.4 Analisis Jenis Echinodermata pada Habitat dengan Variabel Lingkungan Menggunakan Analisis Korespondensi Kanonik	27
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Bentuk umum tabel kontingensi	11
Tabel 2.2 Proporsi tabel kontingensi.....	13
Tabel 4.1 Data persebaran Echinodermata pada habitat karang, lamun, dan batu	22
Tabel 4.2 Hasil pengamatan variabel lingkungan	23
Tabel 4.3 Data persebaran Echinodermata pada karang, lamun dan batu	24
Tabel 4.4 Data kecenderungan jenis-jenis Echinodermata pada karang, lamun, dan batu	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram metode penelitian	19
Gambar 4.1 <i>Plotting</i> analisis korespondensi untuk persebaran jenis Echinodermata pada karang, lamun dan batu	27
Gambar 4.2 <i>Plotting</i> hasil <i>cca</i> jenis Echinodermata dengan habitat melalui variabel lingkungan	28
Gambar 4.3 Pengaruh faktor lingkungan dalam plot <i>cca</i> jenis Echinodermata dan habitat	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Persebaran jenis Echinodermata pada karang, lamun, dan batu.....	34
Lampiran B. Uji <i>Pearson's Chi-Square</i>	36
Lampiran C. Tabel kontingensi persebaran jenis Echinodermata pada karang, lamun, dan batu	37
Lampiran D. <i>Output ca</i> untuk jenis Echinodermata dengan habitat	38
Lampiran E. Data persebaran jenis Echinodermata, habitat, dan sedimen	40
Lampiran F. <i>Output cca</i> untuk jenis Echinodermata dengan habitat melalui variabel lingkungan	41

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lingkungan laut merupakan lingkungan *marine waters* yang paling besar, paling kompleks, dan yang paling dinamis. Terdapat berbagai macam interaksi antara faktor-faktor penyusun komponen lingkungan laut yang berlangsung sangat cepat dan terus menerus sehingga sangat menentukan kondisi ekosistem yang ada di lingkungan perairan tersebut. Kehidupan di lingkungan laut sangat bervariasi. Terdapat tumbuhan dan hewan dalam berbagai ukuran, bentuk, warna, dan cara hidup. Berbagai kelompok hewan dan tumbuhan tersebut jumlahnya beranekaragam, baik dalam hal jumlah jenis atau spesiesnya, jumlah individu, maupun luas areal penyebarannya.

Zonasi dalam lingkungan laut dibedakan berdasarkan karakteristik biota dan sedimen yang berbeda-beda. Salah satunya adalah zona Eulitoral atau intertidal merupakan salah satu zona yang secara reguler terkena pasang surut air laut yang hampir terendam oleh air dan jarang terkena langsung oleh sinar matahari. Didalam wilayah intertidal terbentuk banyak tebing-tebing, cerukan, dan gua, yang merupakan habitat yang sangat mengakomodasi organisme sedimenter. Morfologi di zona intertidal ini mencakup tebing berbatu, pantai pasir, dan tanah basah (*wetlands*). Organisme yang terdapat pada zona intertidal ini telah beradaptasi terhadap lingkungan yang ekstrim. Zona intertidal memiliki kekayaan nutrien yang tinggi dari laut yang dibawa oleh ombak. Pada subzona ini dapat ditemukan berbagai jenis biota, seperti *Echinodermata*, *abalon*, *anemon*, rumput laut coklat, teritip, *chiton*, kepiting, alga hijau, *hidroid*, *isopoda*, *mussel*, *sculpin*, palem laut, udang, siput laut, *spon*, cacing tuba, dan sebagainya.

Echinodermata merupakan salah satu komponen biota laut yang dapat dijumpai pada ekosistem terumbu karang, padang lamun dan batu. Menurut Romimohtarto dan Juwana (2007), terumbu karang merupakan ekosistem yang subur dan kaya akan

makanan. Terumbu karang memiliki peranan yang cukup penting dan menonjol di dalam rantai makanan (Birkeland, 1989, 1997; Yusron, 2006). Padang lamun pun juga berperan sebagai produsen utama dalam rantai makanan (Susetiono, 2004). Padang lamun juga menjadi tempat naungan, mencari makan, dan berkembangbiak berbagai jenis biota. Selain terumbu karang dan padang lamun, batu juga dijadikan tempat hidup dari beberapa biota laut. Di Indonesia, simbiosis Echinodermata dan habitatnya dapat diamati di Pantai Bama, Taman Nasional Baluran, Situbondo. Pantai Bama dengan zona intertidal hanya dapat ditemukan 4 jenis Echinodermata, yaitu jenis *Asteroidea* (bintang laut), *Holothuroidea* (teripang laut), *Echinoidea* (bulu babi) dan *Ophiuroidea* (bintang mengular). Penyebaran *Echinodermata* pada habitatnya pun juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu suhu, pH, salinitas, dan substrat. Adanya kecenderungan *Echinodermata* pada terumbu karang, padang lamun dan batu dapat dianalisis penyebarannya dengan analisis korespondensi.

Analisis korespondensi merupakan salah satu analisis yang dapat digunakan untuk menunjukkan keterkaitan/kedekatan antar organisme. Menurut Greenacre (1984) analisis korespondensi merupakan bagian analisis multivariat yang mempelajari hubungan antara dua atau lebih variabel dengan memperagakan baris dan kolom secara serempak dari tabel kotingensi dua arah dalam ruang vektor berdimensi rendah (dua). Analisis korespondensi digunakan untuk mereduksi dimensi variabel dan menggambarkan profil vektor baris dan kolom suatu matrik data dari tabel kontingensi. Sedangkan analisis korespondensi kanonik merupakan analisis multivariat yang mempelajari tentang hubungan timbal balik antara beberapa pasang variabel dependen dan beberapa variabel independen.

Pada penelitian Siddiq (2014), Haris (2014), Anggorowati (2014), dan Wardani (2014) membahas tentang keanekaragaman jenis *Echinodermata* di zona intertidal pantai Bama Taman Nasional Baluran. Dalam penelitian tersebut dihasilkan jenis-jenis *Echinodermata* yang terdapat di zona intertidal pantai Bama Taman Nasional Baluran berdasarkan spesiesnya. Pada tahun 2010, Kurniawan melakukan penelitian tentang kecenderungan Meiofauna pada lamun yang dipengaruhi variabel lingkungan dengan

menggunakan analisis korespondensi kanonik. Data yang diperoleh dari penelitian Kurniawan (2010) berupa persebaran Meiofauna beserta data variabel lingkungan pada tiap-tiap lamun. Berdasarkan penelitian sebelumnya, keterkaitan jenis *Echinodermata* pada habitat dengan adanya pengaruh gradien lingkungan dapat dianalisis hubungannya. Gradien lingkungan tersebut merupakan keterkaitan antara habitat dan faktor lingkungannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Siddiq (2014), Haris (2014), Anggorowati (2014) dan Wardani (2014) tentang keanekaragaman jenis *Echinodermata*, penulis ingin mengembangkan penelitian tersebut secara statistika. Penelitian ini akan menganalisis keterkaitan jenis *Echinodermata* dengan habitat melalui faktor lingkungannya dan analisis yang tepat digunakan yaitu menggunakan analisis korespondensi kanonik. Dalam menganalisis keterkaitan tersebut perlu menggunakan data dependen (persebaran *Echinodermata* pada habitatnya) dan data independen (gradien lingkungan), sehingga permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini yaitu bagaimana keterkaitan jenis *Echinodermata* dengan habitatnya jika dipengaruhi oleh faktor lingkungannya dengan menggunakan analisis korespondensi kanonik.

1.3 Batasan Masalah

Echinodermata yang diamati adalah jenis *Echinodermata* yang terletak di zona intertidal. Habitat yang dipilih adalah terumbu karang, padang lamun, dan batu. Variabel lingkungan yang diamati adalah suhu, pH, salinitas, dan substrat.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini yaitu untuk mengetahui keterkaitan jenis *Echinodermata* pada habitatnya dengan pengaruh faktor lingkungannya menggunakan analisis korespondensi kanonik.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penyusunan skripsi ini selain untuk mengetahui keterkaitan persebaran *Echinodermata* pada terumbu karang, padang lamun dan batu yang dipengaruhi oleh variabel lingkungan dengan analisis korespondensi kanonik, juga bermanfaat untuk penelitian selanjutnya dalam pelestarian terumbu karang, padang lamun, dan batu yang berdampak pada kehidupan ekosistem. Selain itu, penelitian ini juga bermanfaat untuk lebih memahami penerapan metode statistika dibidang ekologi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Zona Lingkungan Laut

Lingkungan laut merupakan lingkungan *marine waters* yang menyimpan berjuta kekayaan ekosistem dan biodiversitas. Lingkungan Laut (*Marine Environment*) mencakup dari bagian pantai (*coastal*) dan daerah muara (*estuarine*) hingga ke tengah samudra, dimulai dari bagian permukaan air hingga dasar perairan yang bermacam-macam tipe kedalamannya dan bentuk morfologisnya. Dalam lingkungan laut terdapat dua zona, yaitu zona pelagik yang merupakan bagian perairan dimana terdapat massa air dan zona bentik yang merupakan dasar dari perairan itu sendiri.

Pembagian lingkungan laut juga dipengaruhi oleh keadaan lingkungan dasar perairan atau bentiknya. Pada zona bentik, biota yang hidup merupakan benthos atau biota yang hidup di dasar perairan seperti jenis-jenis bivalvia, arthropoda, echinodermata, hewan-hewan karang, coelenterata, dan spon. Dominasi biota penghuninya adalah *filter feeder*, yang berarti biota mendapatkan makanan dengan cara menyaring air atau sedimen melalui organ makannya. Karena sifat dan karakteristiknya yang merupakan *filter feeder*, maka biota yang hidup di lingkungan bentik atau benthos sangat bergantung pada sedimen yang terdapat di dasar laut. Di zona lingkungan bentik masih terbagi menjadi beberapa zona yaitu zona littoral, zona bathyal, zona abyssal, dan zona hadal.

Zona intertidal merupakan salah satu zona yang terdapat dalam zona littoral yang merupakan bagian dari perairan laut yang paling dekat dengan pantai. Zona Intertidal adalah daerah terkecil dari semua daerah di samudra yang merupakan daerah sempit yang terletak diantara air pasang dan air surut. Zona intertidal sangat dipengaruhi oleh faktor pasang surut. Pada zona intertidal memiliki kekayaan dan keanekaragaman organisme yang tinggi. Zona intertidal memiliki substrat batu dan

pasir. Hewan yang mendiami zona intertidal antara lain adalah spons, anemone laut, bintang laut, teripang, bulu babi, dan bintang mengular.

2.2 Echinodermata

Echinodermata adalah sekelompok hewan triopoblastik selomata yang memiliki ciri khas adanya rangka (endoskeleton) berduri yang menembus kulit. *Echinodermata* adalah invertebrata berkulit duri yang mencakup bintang laut (*Asteroidea*), teripang (*Holothuroidea*), bulu babi (*Echinoidea*), bintang mengular (*Ophiuroidea*), dan lili laut (*Crinoidea*). *Echinodermata* merupakan salah satu hewan yang sangat penting dalam ekosistem laut dan berperan dalam rantai makanan, pemakan sampah organik.

Echinodermata adalah filum hewan terbesar yang tidak memiliki anggota yang hidup di air tawar atau darat. Hewan-hewan ini juga mudah dikenali dari bentuk tubuhnya yang kebanyakan memiliki simetri radial, khususnya simetri radial pentameris (terbagi lima). Banyak di antara anggotanya yang berperan besar dalam ekosistem laut, terutama ekosistem litoral pantai berbatu, terumbu karang, perairan dangkal, dan palung laut. *Echinodermata* mempunyai kemampuan untuk melakukan autotomi dan regenerasi bagian tubuhnya yang hilang, putus atau rusak.

2.3 Habitat

Terumbu karang merupakan salah satu jenis ekosistem yang terdapat di dalam lautan. Terumbu karang adalah struktur bawah air yang tersusun dari endapan kalsium karbonat (CaCO_3), yang dihasilkan oleh fauna karang yang pada umumnya dijumpai di perairan tropis (Razak dan Simatupang, 2005). Terumbu karang pada umumnya hidup di pinggir pantai atau daerah yang masih terkena cahaya matahari kurang lebih 50 m di bawah permukaan laut

Organisme yang bisa dijumpai di dalam ekosistem terumbu karang ini adalah binatang kerang dengan kerangka kapur serta alga yang juga secara umum

mengandung kapur. Sebagai sebuah ekosistem, terumbu karang seperti halnya rumah . Terumbu karang merupakan tempat hidup berbagai macam organisme laut.

Ekosistem terumbu karang ini merupakan bagian kecil dari ekosistem laut. Terumbu karang merupakan sumber kehidupan ribuan biota laut. Sedikitnya terdapat lebih dari 300 jenis karang yang tergabung dalam ekosistem ini. Dan karang tersebut dihuni oleh lebih dari 200 jenis ikan dan juga puluhan jenis molusca, spones, lamun, crustacean dan masih banyak lagi lainnya. Ekosistem terumbu karang ini dapat disebut hutan tropis di dalam lautan.

Selain terumbu karang, padang lamun juga merupakan ekosistem lainnya yang ada di dalam lautan. Padang lamun merupakan hamparan tumbuhan seperti rumput atau alang-alang yang terbenam di dalam laut yang dangkal, tenang, berpasir atau berlumpur. Lamun memiliki bunga dan buah yang kemudian berkembang menjadi benih. Padang lamun merupakan ekosistem yang tinggi produktifitas organiknya, dengan keanekaragaman biota yang cukup tinggi. Pada ekosistem ini hidup beraneka ragam biota laut seperti ikan, krustasea, moluska (*Pinna sp*, *Lambis sp*, *Strombus sp*), *Echinodermata* (*Holothuria sp*, *Synapta sp*, *Diadema sp*, *Arbaster sp*, *Linckia sp*) dan cacing (*Polichaeta*) (Bengen, 2001).

Secara ekologis padang lamun memiliki peranan penting bagi ekosistem. Lamun merupakan sumber pakan bagi invertebrata, tempat tinggal bagi biota perairan dan melindungi mereka dari serangan predator. Lamun juga menyokong rantai makanan dan penting dalam proses siklus nutrisi serta sebagai pelindung pantai dari ancaman erosi ataupun abrasi (Romimohtarto dan Juwana, 1999).

Lamun tumbuh subur terutama pada daerah terbuka pasang surut dan perairan pantai yang dasarnya berupa lumpur, pasir, kerikil dan patahan karang mati dengan kedalaman 4 meter. Padang lamun terbentuk di dasar laut yang masih ditembusi cahaya matahari yang cukup untuk pertumbuhannya. Pada perairan yang sangat jernih, beberapa jenis lamun ditemukan tumbuh dalam kedalaman 8 – 15 meter. Lamun biasanya terdapat dalam jumlah yang melimpah dan sering membentuk padang yang lebat dan luas di perairan tropis. Hampir semua substrat dapat ditumbuhi lamun, mulai

substrat berlumpur sampai berbatu. Selain menjadi salah satu substrat di lamun dan karang, batu juga merupakan tempat hidup untuk sebagian biota laut seperti *Cryptasterina*.

2.4 Variabel Lingkungan

Variabel lingkungan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberadaan *Echinodermata* pada zona intertidal. Zona intertidal yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut dengan luas area yang sempit antara daerah pasang tertinggi dan daerah surut terendah. Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi keberadaan *Echinodermata* yang dijumpai di zona intertidal antara lain.

a. Suhu

Zona intertidal sangat dipengaruhi oleh suhu. Pasang surut yang terjadi ketika suhu udara minimum atau maksimum akan mengakibatkan organisme di zona ini mengalami kematian (Nybakken, 1988). *Echinodermata* mampu hidup di daerah tropis dengan kisaran suhu $15 - 35^{\circ}C$. Perubahan suhu terutama di zona intertidal dapat menyebabkan perubahan dan akan berpengaruh terhadap waktu generasi *Echinodermata*.

b. pH (Derajat Keasaman)

Pada zona intertidal memiliki pH sebesar 7-8,5 yang cenderung normal hingga mendekati basa. Faktor pH tidak begitu memiliki pengaruh yang cukup besar karena pH air laut cukup tinggi sehingga dapat berperan sebagai penyangga (*buffer*) yang dapat mencegah terjadinya perubahan pH yang terlalu besar.

c. Salinitas

Kondisi di zona intertidal memiliki salinitas sebesar $31-34^{0}/_{00}$ yang cenderung normal. Ada karakteristik berupa berbatu karang pada zona ini dapat mengurangi penguapan, sehingga apabila penguapannya semakin tinggi maka kadar garamnya pun juga tinggi.

d. Substrat

Substrat adalah permukaan tempat organisme hidup, terutama untuk menetap atau bergerak atau benda-benda padat tempat organisme menjalankan seluruh atau sebagian hidupnya. Substrat perairan mempunyai dua fungsi yaitu sebagai tempat hidup atau tempat melekat bagi organisme yang hidup pada perairan tersebut dan merupakan sumber nutrisi bagi organisme di tempat tersebut. Sehingga kondisi substrat ini mempengaruhi pertumbuhan *Echinodermata*.

2.5 Ordinasi

Ordinasi adalah suatu penyusunan tegakan (*stand*) ke dalam suatu susunan unidimensional atau multidimensional (Master, 2012). Dengan demikian, ordinasi merupakan suatu usaha untuk mengungkapkan data contoh (*sampling*) menjadi lebih sederhana, menghemat dan mudah dibaca. Setiap titik mewakili derajat similaritas dan disimilaritas (Barbour *et al.*, 1987). Ordinasi sering kali digunakan untuk menghubungkan pola sebaran jenis-jenis dengan perubahan faktor lingkungan (Master, 2012). Persamaan dan perbedaan suatu spesies dalam merespon habitat dapat dilihat dengan memperlihatkan penyebaran dan kelimpahan suatu spesies dalam merespon sepanjang gradien lingkungan. Gradien lingkungan ini merupakan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi komunitas-komunitas di dalam habitatnya.

Melalui metode ordinasi memungkinkan dapat menunjukkan tegakan vegetasi dalam bentuk geometrik sedemikian rupa sehingga tegakan komunitas yang paling serupa berdasarkan komposisi jenis beserta kelimpahannya akan mempunyai posisi yang saling berdekatan, sedangkan tegakan-tegakan lainnya yang berbeda akan muncul saling berjauhan. Teer-Braak (1986) memperkenalkan ordinasi dengan pendekatan analisis korespondensi kanonik yang mampu memperagakan spesies-spesies, habitat, dan peubah-peubah lingkungan secara serempak dalam ruang berdimensi.

2.6 Uji Dependensi

Hubungan antara 2 variabel misalnya A dan B dapat diketahui hubungannya dengan menggunakan uji independensi. Adapun hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada hubungan antara variabel A dan variabel B

H_1 : Ada hubungan antara variabel A dan variabel B

Atau dapat dinyatakan sabagai berikut:

$H_0 : p_{ij} = p_{i+} \cdot p_{+j}$

$H_1 : p_{ij} \neq p_{i+} \cdot p_{+j}$

Untuk menguji independensi digunakan statistik uji *Pearson's Chi-Square* (Legendre & Legendre, 2003) dengan menggunakan persamaan 2.1.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(n_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}, \quad e_{ij} = \frac{n_{i+} n_{+j}}{n_{++}} \quad (2.1)$$

dengan : n_{ij} = frekuensi pada sel baris ke- i dan kolom ke- j

e_{ij} = nilai harapan pada sel baris ke- i dan kolom ke- j

$n_{i+} = \sum_{j=1}^c n_{ij}$;

$n_{+j} = \sum_{i=1}^r n_{ij}$;

$n_{++} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c n_{ij}$

Daerah penolakan adalah jika $\chi^2 > \chi_{(k,\alpha)}^2$, derajat bebas $k = (r-1)(c-1)$. Sedangkan daerah penerimaan adalah jika $\chi^2 < \chi_{(k,\alpha)}^2$.

2.7 Analisis Korespondensi

Analisis korespondensi merupakan salah satu teknik multivariat secara grafik yang digunakan untuk eksplorasi data. Analisis korespondensi merupakan analisis yang memperagakan baris dan kolom secara serempak dari table kontingensi dua arah dalam ruang vektor berdimensi rendah. Analisis korespondensi adalah teknik yang lebih populer untuk mereduksi dimensi dan cenderung relatif bebas dari asumsi (Hair,*et.al*, 1998). Analisis ini dapat digunakan untuk melihat ada tidaknya hubungan

antar variabel, sekaligus untuk melihat keterkaitan (kedekatan) suatu kategori pada satu peubah terhadap kategori peubah lainnya.

2.7.1 Tabel Kontingensi

Tabel kontingensi adalah tabel yang digunakan untuk mengukur hubungan antara 2 variabel ordinal atau kategorikal yang berisi frekuensi-frekuensi respon dari observasi pada setiap kategori. Tabel kontingensi ini digunakan untuk menguji independensi antara dua variabel. Apabila sebuah data dikumpulkan dalam bentuk $r \times c$ tabel kontingensi, analisis korespondensi mencari 2 vektor jarak dimana satu untuk baris dan satu untuk kolom tabel kontingensi. Jika variabel 1 dan variabel 2 merupakan dua peubah yang masing-masing mempunyai sebanyak a dan b kategori, maka dapat dibentuk suatu matriks data pengamatan \mathbf{P} yang berukuran $a \times b$ dengan $p_{ij} \geq 0$ menyatakan frekuensi dari sel (i,j) (Ansori dan Sumertajaya, 2011).

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1b} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2b} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{a1} & p_{a2} & \dots & p_{ab} \end{bmatrix}$$

Matriks \mathbf{P} di atas juga dapat disajikan dalam bentuk Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Bentuk umum tabel kontingensi

		Kolom (Variabel 2)				Jumlah
		1	2	..	c	
Baris (Variabel 1)	1	n_{11}	n_{12}	..	n_{1c}	$n_{1.}$
	2	n_{21}	n_{22}	..	n_{2c}	$n_{2.}$
	·	·	·	..	·	·
	·	·	·	..	·	·
	r	n_{r1}	n_{r2}	..	n_{rc}	$n_{r.}$
Jumlah		$n_{.1}$	$n_{.2}$..	$n_{.c}$	$n_{..} = N$

dimana:

Jumlah seluruh baris pada kolom ke- j : $n_{.j} = \sum_{i=1}^r n_{ij}$

Jumlah seluruh kolom pada baris ke- i : $n_{i.} = \sum_{j=1}^c n_{ij}$

Jumlah seluruh sampel : $n_{..} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c n_{ij}$

Frekuensi pengamatan baris ke- i pada kolom ke- j : n_{ij}

2.7.2 Matriks Korespondensi

Jika \mathbf{N} adalah matriks data yang unsur-unsurnya merupakan bilangan positif berukuran $i \times j$ dimana i menunjukkan baris dan j menunjukkan kolom, maka \mathbf{P} merupakan matriks korespondensi didefinisikan sebagai matriks yang unsur-unsurnya adalah unsur matriks \mathbf{N} yang telah dibagi dengan jumlah total unsur matriks \mathbf{N} .

$$\mathbf{P} = (1/n_{..}) \mathbf{N}$$

dimana $n_{..}$ merupakan jumlah total

Vektor baris dan vektor kolom dari matriks \mathbf{P} masing-masing dinotasikan dengan $\mathbf{r} = \mathbf{P}\mathbf{1}$ dan $\mathbf{c} = \mathbf{P}^T\mathbf{1}$. Matriks diagonal dengan elemen-elemen vektor baris \mathbf{r} adalah matriks \mathbf{D}_r dengan ukuran $(i \times i)$ sedangkan \mathbf{D}_c adalah matriks diagonal dengan ukuran $(j \times j)$ dari elemen-elemen vektor kolom \mathbf{c} .

Maka bentuk matriks dari diagonal jumlahan baris dari matriks korespondensi adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{D}_r = \begin{bmatrix} p_{1.} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & p_{2.} & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & p_{i.} \end{bmatrix}; \text{dimana } p_{i.} = \sum_{j=1}^c p_{ij}$$

Sedangkan bentuk matriks dari diagonal jumlahan kolom dari matriks korespondensi adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{D}_c = \begin{bmatrix} p_{.1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & p_{.2} & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & p_{.j} \end{bmatrix}; \text{dimana } p_{.j} = \sum_{i=1}^r p_{ij}$$

2.7.3 Profil Baris dan Profil Kolom

Profil adalah proporsi dari setiap baris atau kolom matriks korespondensi yaitu setiap frekuensi pengamatan baris ke- i dan kolom ke- j dibagi dengan jumlah setiap total baris dan kolomnya masing-masing. Misalkan matriks diagonal kolom dan baris

masing-masing berukuran $j \times j$ dan $i \times i$. Kemudian dapat dibentuk matriks \mathbf{R} yang berukuran $i \times j$ sebagai berikut:

$$\mathbf{R} = \mathbf{D}_r^{-1}\mathbf{P} = \begin{bmatrix} \frac{p_{11}}{p_{1.}} & \frac{p_{12}}{p_{1.}} & \dots & \frac{p_{1j}}{p_{1.}} \\ \frac{p_{21}}{p_{2.}} & \frac{p_{22}}{p_{2.}} & \dots & \frac{p_{2j}}{p_{2.}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{p_{i1}}{p_{i.}} & \frac{p_{i2}}{p_{i.}} & \dots & \frac{p_{ij}}{p_{i.}} \\ \frac{p_{.1}}{p_{.j}} & \frac{p_{.2}}{p_{.j}} & \dots & \frac{p_{.j}}{p_{.j}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_1^T \\ \vdots \\ \tilde{r}_i^T \end{bmatrix}$$

Sedangkan matriks \mathbf{C} yang berukuran $j \times i$ sebagai berikut:

$$\mathbf{C} = \mathbf{D}_c^{-1}\mathbf{P}^T = \begin{bmatrix} \frac{p_{11}}{p_{.1}} & \frac{p_{12}}{p_{.1}} & \dots & \frac{p_{1i}}{p_{.1}} \\ \frac{p_{21}}{p_{.2}} & \frac{p_{22}}{p_{.2}} & \dots & \frac{p_{2i}}{p_{.2}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{p_{j1}}{p_{.j}} & \frac{p_{j2}}{p_{.j}} & \dots & \frac{p_{ji}}{p_{.j}} \\ \frac{p_{.1}}{p_{.j}} & \frac{p_{.2}}{p_{.j}} & \dots & \frac{p_{.j}}{p_{.j}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{c}_1^T \\ \vdots \\ \tilde{c}_j^T \end{bmatrix}$$

Sebanyak r profil baris anggota dari ruang berdimensi j ditulis dalam baris-baris \mathbf{R} , sedangkan sebanyak c profil kolom anggota dari ruang berdimensi i ditulis dalam kolom-kolom \mathbf{C} , seperti dituliskan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Proporsi tabel kontingensi

Variabel 1	Variabel 2				\mathbf{c}	Massa Baris
	1	2	3	..		
1	p_{11}	p_{12}	p_{13}	..	p_{1c}	$p_{1.}$
2	p_{21}	p_{22}	p_{23}	..	p_{2c}	$p_{2.}$
3	p_{31}	p_{32}	p_{33}	..	p_{3c}	$p_{3.}$
..
\mathbf{r}	p_{r1}	p_{r2}	p_{r3}	..	p_{rc}	$p_{r.}$
Massa Kolom	$p_{.1}$	$p_{.2}$	$p_{.3}$..	$p_{.c}$	1

2.7.4 Penguraian Nilai Singular

Untuk mereduksi dimensi data berdasarkan keragaman data (nilai eigen/inersia) terbesar dengan mempertahankan informasi yang optimum, diperlukan penguraian nilai singular. Penguraian nilai singular atau *singular value decomposition* (SVD) merupakan salah satu konsep aljabar matriks dan konsep eigen *decomposition* yang

terdiri dari nilai eigen λ dan vektor eigen. Nilai singular digunakan untuk memperoleh koordinat baris dan kolom sehingga hasil analisis korespondensi dengan mudah diketahui hubungan (assosiasinya) jika divisualisasikan dalam bentuk grafik (Greenacre,1984). Nilai *singular value decomposition* (SVD) dari \mathbf{P}^* adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{P}_{(i \times j)}^* = \mathbf{U}_{i \times (j-1)} \mathbf{\Lambda}_{(j-1) \times (j-1)} \mathbf{V}_{(j-1) \times j} \quad (2.2)$$

dimana:

$$\mathbf{U} = \text{matriks dari } \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} \mathbf{V} \mathbf{P}$$

$$\mathbf{\Lambda} = \text{matriks diagonal}$$

$$\mathbf{V} = \text{matriks dari vektor eigen}$$

dengan $\text{rank}(\mathbf{P}^*) = \text{rank } \bar{\mathbf{P}} \leq j - 1$

$$\mathbf{U}^T \mathbf{U} = \mathbf{V}^T \mathbf{V} = \mathbf{I}$$

dan $\mathbf{\Lambda} =$ matriks diagonal $(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{j-1})$ berisi nilai singular dari yang terbesar hingga terkecil pada diagonalnya (Johnson dan Winchern,2002). Maka SVD dari $\tilde{\mathbf{P}}$ adalah sebagai berikut:

$$\tilde{\mathbf{P}} = \mathbf{P} - \mathbf{r} \mathbf{c}^T = \mathbf{U} \mathbf{\Lambda} \mathbf{\Lambda}^T = \sum_{j=1}^{c-1} \lambda_j \bar{\mathbf{u}}_j \bar{\mathbf{v}}_j^T \quad (2.3)$$

dimana:

$$\tilde{\mathbf{P}} = \text{matriks } \mathbf{P} \text{ yang sudah terkoreksi}$$

$$\mathbf{U} = \text{matriks dari } \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} \mathbf{V} \mathbf{P}$$

$$\mathbf{\Lambda} = \text{matriks diagonal}$$

dengan:

$$\bar{\mathbf{u}} = \mathbf{D}_r^{1/2} \mathbf{U} \text{ dan } \bar{\mathbf{v}} = \mathbf{D}_c^{1/2} \mathbf{U},$$

dimana $\bar{\mathbf{u}}_j$ merupakan vektor kolom ke- j dari \mathbf{U} dan $\bar{\mathbf{v}}_j$ merupakan vektor kolom ke- j dari \mathbf{V} .

Kolom dari \mathbf{U} mendefinisikan sumbu koordinat untuk menunjukkan profil kolom dari matriks \mathbf{P} , sedangkan kolom dari \mathbf{V} mendefinisikan sumbu koordinat untuk

menunjukkan titik dari profil baris matriks **P**. Koordinat dari profil baris adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{X}_{(i \times (j-1))} = \mathbf{D}_r^{-1} \mathbf{V}_{(i \times i)} \mathbf{V}_{(i \times (j-1))} \mathbf{A}_{((j-1) \times (j-1))} \quad (2.4)$$

Sedangkan koordinat dari profil kolom adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{Y}_{(j \times (j-1))} = \mathbf{D}_c^{-1} \mathbf{V}_{(j \times j)} \mathbf{V}_{(j \times (j-1))} \mathbf{A}_{((j-1) \times (j-1))} \quad (2.5)$$

2.7.5 Penentuan Jarak Profil

Untuk menghitung jarak profil baris/kolom dalam kategori yang sama, digunakan jarak *chi-square*, yang didefinisikan:

Jarak antara dua baris ke-*i* dan ke-*i'* adalah sebagai berikut:

$$d^2(i, i') = \sum_{j=1}^c \frac{1}{P_{.j}} \left(\frac{P_{ij}}{P_{i.}} - \frac{P_{i'j}}{P_{i'.}} \right) \quad (2.6)$$

Jarak antara dua kolom ke-*j* dan ke-*j'* adalah sebagai berikut:

$$d^2(j, j') = \sum_{i=1}^r \frac{1}{P_{i.}} \left(\frac{P_{ij}}{P_{.j}} - \frac{P_{ij'}}{P_{.j'}} \right) \quad (2.7)$$

dengan:

$$P = \frac{n_{ij}}{n}; \quad \left(\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c p_{ij} = 1 \right)$$

dimana :

i = titik-titik baris (*i* = 1,2,...,r)

j = titik-titik kolom (*j* = 1,2,...,c)

P_{i.} = massa baris dari jumlahan baris ke-*i* dari matriks P

P_{.j} = massa kolom dari jumlahan kolom ke-*j* dari matriks P (Lebart, *et.al*, 1984)

2.8 Analisis Korespondensi Kanonik

Teer-Braak pada tahun 1986 memperkenalkan ordinasasi dengan pendekatan analisis korespondensi kanonik yang mampu memperagakan spesies-spesies, habitat dan peubah-peubah lingkungan secara serempak dalam ruang berdimensi. Analisis korespondensi kanonik (*Canonical Correspondence Analysis*) adalah metode

multivariat untuk menjelaskan hubungan antara kumpulan spesies biologi dan lingkungannya (Teer-Braak, 1986). Analisis korespondensi kanonik merupakan pengembangan dari analisis korespondensi. Analisis ini digunakan untuk mengetahui hubungan antar variabel yang dipengaruhi oleh variabel lingkungan.

Sebuah data tabel dalam analisis korespondensi merupakan bentuk respon matriks \mathbf{N} dari matriks \mathbf{W} pada analisis korespondensi kanonik. Matriks \mathbf{W} distandarkan menggunakan pembobot mean dan *standard deviation* untuk tiap kolom. Matriks \mathbf{W} standar diberi simbol $\bar{\mathbf{W}}$. Pembobot diberikan oleh matriks diagonal $\mathbf{D}_c^{1/2}$, ini diterapkan untuk matriks \mathbf{W} dimanapun itu terjadi dalam persamaan regresi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\tilde{\mathbf{P}} &= \bar{\mathbf{W}}' \mathbf{B} \\ \tilde{\mathbf{P}} &= \left[\bar{\mathbf{W}}' \mathbf{D}_c^{1/2} \right]' \mathbf{B} \\ [\bar{\mathbf{W}}' \mathbf{D}_c \bar{\mathbf{W}}] \mathbf{B} &= \bar{\mathbf{W}}' \mathbf{D}_c^{1/2} \tilde{\mathbf{P}} \\ \mathbf{B} &= [\bar{\mathbf{W}}' \mathbf{D}_c \bar{\mathbf{W}}]^{-1} \bar{\mathbf{W}}' \mathbf{D}_c^{1/2} \tilde{\mathbf{P}}\end{aligned}\quad (2.8)$$

dan

$$\hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{D}_c^{1/2} \bar{\mathbf{W}} \mathbf{B} \quad (2.9)$$

Maka dari persamaan 2.8 dan 2.9 didapatkan persamaan 2.10 sebagai berikut:

$$\hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{D}_c^{1/2} \bar{\mathbf{W}} [\bar{\mathbf{W}}' \mathbf{D}_c \bar{\mathbf{W}}]^{-1} \bar{\mathbf{W}}' \mathbf{D}_c^{1/2} \tilde{\mathbf{P}} \quad (2.10)$$

dimana:

$\hat{\mathbf{Y}}$ = persamaan regresi

\mathbf{B} = parameter dalam persamaan regresi

$\bar{\mathbf{W}}$ = matriks yang berisi nilai variabel lingkungan yang telah distandarkan

\mathbf{D}_c = matriks diagonal \mathbf{c}

$\tilde{\mathbf{P}}$ = matriks P yang sudah terkoreksi

Koordinat variabel lingkungan dalam analisis korespondensi kanonik adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{D}_r^{1/2} \hat{\mathbf{Y}} \mathbf{u} \quad (2.11)$$

dimana:

\mathbf{Z} = koordinat variabel lingkungan

\mathbf{D}_r = matriks diagonal r

$\hat{\mathbf{Y}}$ = persamaan regresi

\mathbf{u} = vektor eigen

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data tersebut antara lain: data persebaran echinodermata pada ekosistemnya di pantai Bama Baluran, suhu, pH, salinitas, dan substrat *Echinodermata* yang diambil dari data penelitian tugas akhir mahasiswa S1 Biologi UNEJ, Siddiq (2014), Haris (2014), Anggorowati (2014), Wardani (2014). Pengambilan data penelitian dilakukan pada tanggal 21-25 Juni 2013 di zona intertidal pantai Bama Taman Nasional Baluran Kabupaten Situbondo. Jenis-jenis *Echinodermata* yang diamati adalah jenis *Echinodermata* yang terdapat di zona intertidal yaitu jenis *Asteroidea* (bintang laut), *Holothuroidea* (teripang laut), *Echinoidea* (bulu babi), dan *Ophiuroidea* (bintang mengular). Habitat yang digunakan dalam penelitian yaitu terumbu karang, lamun, dan batu, karena habitat tersebut terdapat di zona intertidal yang dihuni oleh berbagai jenis *Echinodermata*. Sedangkan pengukuran variabel lingkungannya berdasarkan yang paling mempengaruhi dalam berlangsungnya kehidupan *Echinodermata* pada habitatnya. Variabel lingkungan yang diukur adalah:

a. Suhu

Suhu diukur dengan menggunakan termometer.

b. pH

pH diukur dengan menggunakan pH *stick*.

c. Salinitas

Salinitas diukur dengan menggunakan refraktometer.

d. Tipe substrat

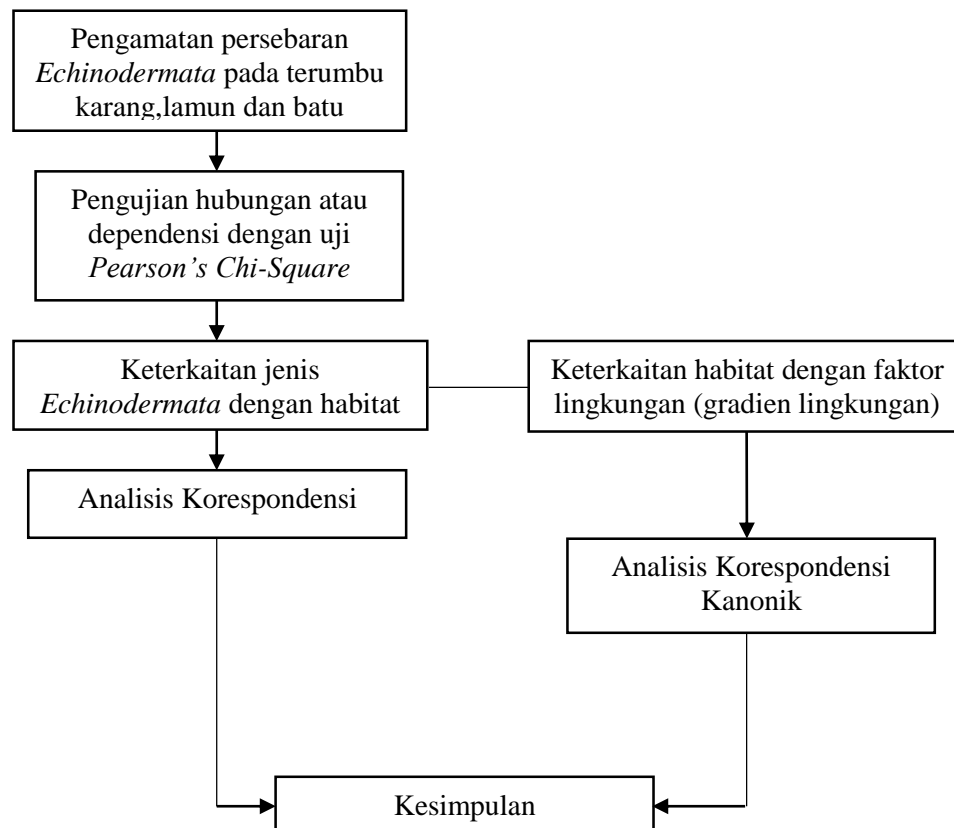
Substrat yang terdapat dalam zona intertidal pantai Bama Taman Nasional Baluran Kabupaten Situbondo menempati substrat lumpur, pasir, dan batu. Tipe substrat di zona intertidal dilakukan pengamatan secara langsung.

Pada kasus ini variabel-variabel yang digunakan adalah sebagai berikut.

- a. Variabel dependen adalah persebaran *Echinodermata* pada terumbu karang, lamun dan batu.
- b. Variabel independen adalah variabel lingkungan (suhu, pH, salinitas, dan substrat) pada terumbu karang, lamun, dan batu.

3.2 Metode Pengolahan dan Analisis Data

Secara skematik, langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian tentang Analisis Keterkaitan *Echinodermata* dengan Habitat melalui Variabel Lingkungan menggunakan *Canonical Correspondence Analysis* diberikan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Metode Penelitian

Untuk mendapatkan suatu model dari data yang telah didapatkan dengan variabel-variabel yang mempengaruhinya, diperlukan suatu langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Melakukan pengamatan untuk mengetahui persebaran *Echinodermata* pada habitatnya yang dipengaruhi oleh variabel lingkungan dari data sekunder.
- b. Melakukan pengujian hubungan atau dependensi dengan uji *Pearson's Chi-Square* untuk mengetahui hubungan antar variabel.
- c. Melakukan pengujian keterkaitan jenis *Echinodermata* dengan habitatnya.
- d. Melakukan analisis keterkaitan jenis *Echinodermata* dengan habitatnya menggunakan analisis korespondensi.
- e. Melakukan pengujian keterkaitan habitat dengan faktor lingkungannya.
- f. Melakukan analisis terhadap keterkaitan jenis *Echinodermata* dengan habitatnya dan faktor lain yaitu keterkaitan habitat dengan faktor lingkungan (gradien lingkungan) menggunakan analisis korespondensi kanonik.
- g. Menentukan kesimpulan keterkaitan jenis *Echinodermata* dengan habitatnya yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan program R untuk menganalisis korespondensi kanonik. Program statistik R (paket R) merupakan paket *open source* yang dapat diperoleh secara gratis dari situs <http://www.r-project.org/>. Analisis keterkaitan *Echinodermata* dengan habitat melalui variabel lingkungan menggunakan *Canonical Correspondence Analysis* dalam program R telah mempunyai paket tersendiri yaitu *ade4* dengan fungsi R nya sebagai berikut:

```
cca(sitspe, sitenv, scannf=TRUE, nf=2)
```

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada zona intertidal pantai Bama, habitat karang cenderung dihuni oleh *Echinodermata* jenis *Echinodermata* jenis *Nardoa tuberculata*, *Culcita novaeguineae*, *Holothuria hilla*, *Bohadschia argus*, *Diadema setosum*, *Diadema savignyi*, *Echinometra mathaei*, *Ophiarthrum pictum*, *Amphioplus exsecratus*, *Ophiolepis cardioplax*, *Ophiocoma* sp., *Ophiopteris* sp., *Ophiomastix annulosa*, *Ophiocoma erinaceus*, *Ophionereis* sp.. Habitat lamun cenderung dihuni oleh *Echinodermata* jenis *Archaster typicus*, *Protoreaster nodosus*, *Linckia laevigata*, *Holothuria atra*, *Holothuria scabra*, *Bohadschia marmorata*, *Opheodesoma grisea*, *Synapta maculate*, *Laganum laganum*, *Echinotrix calamoris*, *Mespilia globulus*, dan *Tripneutes gratilla*. Pada habitat batu cenderung dihuni oleh satu jenis *Echinodermata* saja yaitu jenis *Cryptasterina pentagona*.

Persebaran jenis *Echinodermata* pada habitat karang, lamun, dan batu di zona intertidal pantai Bama dipengaruhi oleh sedimen. Pantai dengan komposisi sedimen pasir cenderung paling banyak ditemukan pada habitat karang. Komposisi sedimen lumpur cenderung paling banyak ditemukan pada habitat lamun, sedangkan pada habitat batu paling banyak ditemukannya sedimen batu.

5.2 Saran

Penelitian di pantai Bama selanjutnya diharapkan bisa menganalisis keterkaitan semua kelas *Echinodermata* yang ditemukan pada karang, lamun, dan batu dengan variabel lingkungan yang mempengaruhi habitatnya. Selain itu, juga diharapkan pada penelitian selanjutnya melakukan perbandingan analisis korespondensi kanonik dengan analisis multivariat lainnya khususnya dalam bidang ordinasasi, seperti *Detrended Canonical Correspondence Analysis* (DCCA).

DAFTAR PUSTAKA

- Anggorowati, R.D. 2014. “Keanekaragaman Jenis Asteroidea di Zona Intertidal Pantai Bama Taman Nasional Baluran”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: FMIPA Universitas Jember.
- Ansori, A., I.M Sumertajaya. 2011. *Sidik Peubah Ganda*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Barbour, M.G., J.A. Burk and W.D. Pitts. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. Inc. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company.
- Bengen. 2001. *Struktur Komunitas Karang dan Biota Asosiasi pada Kawasan Terumbu Karang di Perairan Desa Minanga Kecamatan Malalayang II dan Desa Mokupa Kecamatan Tombariri*. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jplt/article/download/2842/2393> [12 Februari 2014].
- Birkeland, C. 1989. *The Influence of Echinoderms on Coral Reef Communities*. Balkema: In M.Jangox and J.M Lawrence.
- Birkeland, C. 1997. *Why Some Spesies are Especially Influential on Coral Reef Communities and Other are not*. Galaxea.
- Greenacre, J. 1984. *Theory and Application of Correspondence Analysis*. London: Academic Press.
- Hair, et al. 1998. *Multivariate Data Analysis 7th Edition*. New Jersey: Prentice-Hall Internasional. Inc.
- Haris, B. 2014. “Keanekaragaman Jenis Echinoidea di Zona Intertidal Pantai Bama Taman Nasional Baluran”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: FMIPA Universitas Jember.
- Johnson, R.A. and D.W. Winchern. 1988. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Kurniawan, M.L. 2010. “Analisis Kecenderungan Persebaran Meiofauna pada Lamun yang Dipengaruhi Oleh Variabel Lingkungan”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

- Legendre, L., & Legendre, P. 2003. *Numerical Ecology 2nd English Edition*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publ.Co.
- Master, J. 2012. Ordinas. [online]. Available: <http://staff.unila.ac.id/janter/2012/04/26/ordinas/>.
- Nybakken, J.W. 1988. *Marine Biology: an Ecological Approach*. New York: Pearson Benjamin Cummings.
- Razak dan Simatupang. 2005. *Struktur Komunitas Karang dan Biota Asosiasi pada Kawasan Terumbu Karang di Perairan Desa Minanga Kecamatan Malalayang II dan Desa Mokupa Kecamatan Tombariri*. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jplt/article/download/2842/2393> [12 Februari 2014].
- Romimohtarto, K., S. Juwana. 2007. *Struktur Komunitas Karang dan Biota Asosiasi pada Kawasan Terumbu Karang di Perairan Desa Minanga Kecamatan Malalayang II dan Desa Mokupa Kecamatan Tombariri*. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jplt/article/download/2842/2393> [12 Februari 2014].
- Siddiq, A.M. 2014. "Keanekaragaman Jenis Holothuroidea di Zona Intertidal Pantai Bama Taman Nasional Baluran". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: FMIPA Universitas Jember.
- Susetiono. 2004. *Fauna Padang Lamun Tanjung Merah Selat Lembeh*. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI.
- Teer-Braak, C.I.F. 1986. *Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient*. Ecology.
- Wardani, I. 2014. "Keanekaragaman Jenis Ophiuroidea di Zona Intertidal Pantai Bama Taman Nasional Baluran". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: FMIPA Universitas Jember.
- Yusron, E. 2006. *Fauna Echinodermata Perairan Terumbu Karang Sekitar Bakauheni*. [http://www.oseanografi.lipi.go.id/sites/default/files/oldi_33\(2\)187-198.pdf](http://www.oseanografi.lipi.go.id/sites/default/files/oldi_33(2)187-198.pdf) [13 Februari 2014].

LAMPIRAN

Lampiran A. Persebaran Jenis *Echonodermata* pada Karang, Lamun, dan Batu

1. Kelas Asteroidea (bintang Laut)

Jenis	Habitat		
	Karang	Lamun	Batu
<i>Archaster typicus</i>	0	148	0
<i>Cryptasterina pentagona</i>	0	0	41
<i>Protoreaster nodosus</i>	0	11	0
<i>Nardoa tuberculata</i>	7	0	0
<i>Culcita novaeguineae</i>	2	1	0
<i>Linckia laevigata</i>	1	1	0

2. Kelas Holothuroidea (Teripang Laut)

Jenis	Habitat		
	Karang	Lamun	Batu
<i>Holothuria atra</i>	115	204	0
<i>Holothuria hilla</i>	2	0	0
<i>Holothuria scabra</i>	1	1	0
<i>Bohadschia argus</i>	2	0	0
<i>Bohadschia marmorata</i>	2	3	0
<i>Opheodesoma grisea</i>	0	16	0
<i>Synapta maculata</i>	0	23	0

3. Kelas Echinoidea (Bulu Babi)

Jenis	Habitat		
	Karang	Lamun	Batu
<i>Laganum laganum</i>	0	13	0
<i>Echinotrix calamoris</i>	0	19	0
<i>Mespilia globulus</i>	0	23	0
<i>Tripneutes gratilla</i>	0	17	0
<i>Diadema setosum</i>	48	45	0
<i>Diadema savignyi</i>	49	47	0
<i>Echinometra mathaei</i>	39	0	0

4. Kelas Ophiuroidea (Bintang Mengular)

Jenis	Habitat		
	Karang	Lamun	Batu
<i>Ophiarthrum pictum</i>	126	38	0
<i>Amphioplus exsecratus</i>	28	0	0
<i>Ophiolepis cardioplax</i>	25	0	0
<i>Ophiocoma sp.</i>	9	0	0
<i>Ophiopteris sp.</i>	80	7	0
<i>Ophiomastix annulosa</i>	55	4	0
<i>Ophiocoma erinaceus</i>	14	0	0
<i>Ophionereis sp.</i>	21	0	0

Lampiran B. Uji *Pearson's Chi-Square*

```
> tes<-chisq.test(echino)
Warning message:
In chisq.test(echino) : Chi-squared approximation may be incorrect
> tes

      Pearson's Chi-squared test

data:  echino
X-squared = 1902.614, df = 54, p-value < 2.2e-16

> |
```

Lampiran C. Tabel Kontingensi Persebaran Jenis *Echinodermata* pada Karang, Lamun, dan Batu

Habitat	Jenis																											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	z1	z2
Karang	0	0	0	7	2	1	115	2	1	2	2	0	0	0	0	0	48	49	39	126	28	25	9	80	55	14	21	
Lamun	148	0	11	0	1	1	204	0	1	0	3	16	23	13	19	23	17	45	47	0	38	0	0	0	7	4	0	0
Batu	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Keterangan:

- a : *Archaster typicus*
- b : *Cryptasterina pentagona*
- c : *Protoreaster nodosus*
- d : *Nardoa tuberculata*
- e : *Culcita novaeguineae*
- f : *Linckia laevigata*
- g : *Holothuria atra*
- h : *Holothuria hilla*
- i : *Holothuria scabra*
- j : *Bohadschia argus*
- k : *Bohadschia marmorata*
- l : *Opheodesoma grisea*
- m : *Synapta maculata*
- n : *Laganum laganum*
- o : *Echinotrix calamoris*
- p : *Mespilia globulus*

- r : *Diadema setosum*
- s : *Diadema savignyi*
- t : *Echinometra mathaei*
- u : *Ophiarthrum pictum*
- v : *Amphioplus exsecratus*
- w : *Ophiolepis cardioplax*
- x : *Ophiocoma sp.*
- y : *Ophiopteris sp.*
- z : *Ophiomastix annulosa*
- z1 : *Ophiocoma erinaceus*
- z2 : *Ophionereis sp.*

Lampiran D. Output ca untuk Jenis *Echinodermata* dengan Habitat

```

Principal inertias (eigenvalues):
      1      2
Value  1  0.477185
Percentage 67.7% 32.3%

Rows:
      karang      lamun      batu
Mass  0.486025  0.482143  0.031832
ChiDist  0.722368  0.727819  5.514946
Inertia  0.253616  0.255401  0.968168
Dim. 1  -0.181325  -0.181325  5.514946
Dim. 2   1.012240  -1.020390  0.000000

Columns:
      Archaster_typicus Cryptasterina_pentagona Protoreaster_nodosus
Mass  0.114907  0.031832  0.008540
ChiDist  1.036375  5.514946  1.036375
Inertia  0.123418  0.968168  0.009173
Dim. 1  -0.181325  5.514946  -0.181325
Dim. 2  -1.477144  0.000000  -1.477144
      Nardoa_tuberculata Culcita_novaeguineae Linckia_laevigata
Mass  0.005435  0.002329  0.001553
ChiDist  1.028352  0.380658  0.181371
Inertia  0.005747  0.000338  0.000051
Dim. 1  -0.181325  -0.181325  -0.181325
Dim. 2   1.465346  0.484516  -0.005899
      Holothuria_atra Holothuria_hilla Holothuria_scabra Bohadschia_argus
Mass  0.247671  0.001553  0.001553  0.001553
ChiDist  0.340009  1.028352  0.181371  1.028352
Inertia  0.028632  0.001642  0.000051  0.001642
Dim. 1  -0.181325  -0.181325  -0.181325  -0.181325
Dim. 2  -0.416372  1.465346  -0.005899  1.465346
      Bohadschia_marmorata Opheodesoma_grisea Synapta_maculata
Mass  0.003882  0.012422  0.017857
ChiDist  0.275441  1.036375  1.036375
Inertia  0.000295  0.013343  0.019180
Dim. 1  -0.181325  -0.181325  -0.181325
Dim. 2  -0.300148  -1.477144  -1.477144
      Laganum_laganum Echinotrix_calamoris Mespilia_globulus
Mass  0.010093  0.014752  0.017857
ChiDist  1.036375  1.036375  1.036375
Inertia  0.010841  0.015844  0.019180
Dim. 1  -0.181325  -0.181325  -0.181325
Dim. 2  -1.477144  -1.477144  -1.477144

```

```

      Tripneutes_gratilla Diadema_setosum Diadema_savignyi
Mass      0.013199      0.072205      0.074534
ChiDist   1.036375      0.183584      0.182130
Inertia   0.014176      0.002434      0.002472
Dim. 1    -0.181325     -0.181325     -0.181325
Dim. 2     -1.477144      0.041560      0.024752
      Echinometra_mathaei Ophiarthrum_pictum Amphioplus_exsecratus
Mass      0.030280      0.127329      0.021739
ChiDist   1.028352      0.570829      1.028352
Inertia   0.032021      0.041490      0.022989
Dim. 1    -0.181325     -0.181325     -0.181325
Dim. 2     1.465346      0.783549      1.465346
      Ophiolepis_cardioplax Ophiocoma_sp. Ophiopteris_sp.
Mass      0.019410      0.006988      0.067547
ChiDist   1.028352      1.028352      0.867849
Inertia   0.020526      0.007389      0.050873
Dim. 1    -0.181325     -0.181325     -0.181325
Dim. 2     1.465346      1.465346      1.228594
      Ophiomastix_annulosa Ophiocoma_erinaceus Ophionereis_sp.
Mass      0.045807      0.010870      0.016304
ChiDist   0.893036      1.028352      1.028352
Inertia   0.036532      0.011495      0.017242
Dim. 1    -0.181325     -0.181325     -0.181325
Dim. 2     1.265855      1.465346      1.465346
> |

```

```

. echino.ca$rowcoord
      [,1]      [,2]
1,] -0.1813254  1.012240e+00
2,] -0.1813254 -1.020390e+00
3,]  5.5149464  9.179035e-16

```

```

. echino.ca$colcoord
      [,1]      [,2]
[1,] -0.1813254 -1.477144e+00
[2,]  5.5149464  8.726095e-16
[3,] -0.1813254 -1.477144e+00
[4,] -0.1813254  1.465346e+00
[5,] -0.1813254  4.845159e-01
[6,] -0.1813254 -5.899138e-03
[7,] -0.1813254 -4.163719e-01
[8,] -0.1813254  1.465346e+00
[9,] -0.1813254 -5.899138e-03
[10,] -0.1813254  1.465346e+00
[11,] -0.1813254 -3.001481e-01
[12,] -0.1813254 -1.477144e+00
[13,] -0.1813254 -1.477144e+00
[14,] -0.1813254 -1.477144e+00
[15,] -0.1813254 -1.477144e+00
[16,] -0.1813254 -1.477144e+00
[17,] -0.1813254 -1.477144e+00
[18,] -0.1813254  4.156038e-02
[19,] -0.1813254  2.475180e-02
[20,] -0.1813254  1.465346e+00
[21,] -0.1813254  7.835494e-01
[22,] -0.1813254  1.465346e+00
[23,] -0.1813254  1.465346e+00
[24,] -0.1813254  1.465346e+00
[25,] -0.1813254  1.228594e+00
[26,] -0.1813254  1.265855e+00
[27,] -0.1813254  1.465346e+00
[28,] -0.1813254  1.465346e+00
> |

```

Lampiran E. Data Persebaran Jenis *Echinodermata*, Habitat dan Sedimen

Habitat	Jenis																								Substrat						
	A	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	z1	z2	s.p %	s.l %	s.b %
Karang	0	0	0	7	2	1	115	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	48	49	39	126	28	25	9	80	55	14	21	75,08	8,47	16,45
Lamun	148	0	11	0	1	1	204	0	1	0	3	16	23	13	19	23	17	45	47	0	38	0	0	0	7	4	0	0	72,95	16,91	10,14
Batu	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Keterangan:

a : *Archaster typicus*

b : *Cryptasterina pentagona*

c : *Protoreaster nodosus*

d : *Nardoa tuberculata*

e : *Culcita novaeguineae*

f : *Linckia laevigata*

g : *Holothuria atra*

h : *Holothuria hilla*

i : *Holothuria scabra*

j : *Bohadschia argus*

k : *Bohadschia marmorata*

l : *Opheodesoma grisea*

m : *Synapta maculata*

n : *Laganum laganum*

o : *Echinotrix calamoris*

p : *Mespilia globulus*

r : *Diadema setosum*

s : *Diadema savignyi*

t : *Echinometra mathaei*

u : *Ophiarthrum pictum*

v : *Amphioplus exsecratus*

w : *Ophiolepis cardioplax*

x : *Ophiocoma sp.*

y : *Ophiopteris sp.*

z : *Ophiomastix annulosa*

z1 : *Ophiocoma erinaceus*

z2 : *Ophionereis sp.*

s.p : Sedimen pasir

s.l : Sedimen lumpur

s.b : Sedimen batu

Lampiran F. Output cca untuk Jenis *Echinodermata* dengan Habitat melalui Variabel Lingkungan

```

> data(lingkungan)
Warning message:
In read.table(zfile, header = TRUE, as.is = FALSE) :
  incomplete final line found by readTableHeader on 'C:/Program Files/R/R-2.15.0/library/datasets/data/lingkungan.txt'
> lingkungan
  suhu  pH salinitas s.pasir s.lumpur s.batu
karang 29.9 7.5      31.9  75.08   8.47  16.45
lamun  29.9 7.5      31.9  72.95  16.91  10.14
batu   29.9 7.5      31.9   0.00   0.00 100.00
> data(echino)
Warning message:
In read.table(zfile, header = TRUE, as.is = FALSE) :
  incomplete final line found by readTableHeader on 'C:/Program Files/R/R-2.15.0/library/datasets/data/echino.txt'
> echino
  Archaster_typicus Cryptasterina_pentagona Protoreaster_nodosus
karang              0                    0                    0
lamun               148                   0                    11
batu                 0                    41                    0
  Nardoa_tuberculata Culcita_novaeguineae Linckia_laevigata
karang              7                    2                    1
lamun               0                    1                    1
batu                 0                    0                    0
  Holothuria_atra Holothuria_hilla Holothuria_scabra Bohadschia_argus
karang             115                    2                    1                    2
lamun              204                    0                    1                    0
batu                0                    0                    0                    0
  Bohadschia_marmorata Opheodesoma_grisea Synapta_maculata Laganum_laganum
karang              2                    0                    0                    0
lamun               3                    16                   23                    13
batu                0                    0                    0                    0
  Echinotrix_calamoris Mespilia_globulus Tripneutes_gratilla
karang              0                    0                    0
lamun              19                    23                   17
batu                0                    0                    0
  Diadema_setosum Diadema_savignyi Echinometra_mathaei Ophiarthrum_pictum
karang             48                    49                    39                   126
lamun              45                    47                    0                    38
batu                0                    0                    0                    0
  Amphioplus_exsecratus Ophiolepis_cardioplax Ophiocoma_sp.
karang             28                    25                    9
lamun              0                    0                    0
batu                0                    0                    0
  Ophiopteris_sp. Ophiomastix_annulosa Ophiocoma_erinaceus Ophionereis_sp.
karang            80                    55                    14                   21
lamun              7                    4                    0                    0
batu                0                    0                    0                    0
>
> library(ade4)

Attaching package: 'ade4'

The following object(s) are masked from 'package:base':

  within

```

```

> analisis<-cca(echino,lingkungan,scannf=TRUE,nf=2)
Select the number of axes: 2
Warning messages:
1: In scalewt(df[, i], weights) :
  Variables with null variance not standardized.
2: In scalewt(df[, i], weights) :
  Variables with null variance not standardized.
3: In scalewt(df[, i], weights) :
  Variables with null variance not standardized.
4: In scalewt(model.matrix(fmla, data = df)[, -1], weights) :
  Variables with null variance not standardized.
> summary(analisis)
      Length Class      Mode
tab    28    data.frame list
cw     28    -none-    numeric
lw      3    -none-    numeric
eig     2    -none-    numeric

rank   1    -none-    numeric
nf     1    -none-    numeric
ll     2    data.frame list
co     2    data.frame list
li     2    data.frame list
cl     2    data.frame list
call   5    -none-    call
X      6    data.frame list
Y     28    data.frame list
ls     2    data.frame list
param 14    table     character
as     2    data.frame list
fa     2    data.frame list
cor    2    data.frame list
> analisis$cw
      Archaster_typicus Cryptasterina_pentagona Protoreaster_nodosus
      0.114906832      0.031832298      0.008540373
      Nardoa_tuberculata Culcita_novaeguineae Linckia_laevigata
      0.005434783      0.002329193      0.001552795
      Holothuria_atra Holothuria_hilla Holothuria_scabra
      0.247670807      0.001552795      0.001552795
      Bohadschia_argus Bohadschia_marmorata Opheodesoma_grisea
      0.001552795      0.003881988      0.012422360
      Synapta_maculata Laganum_laganum Echinotrix_calamoris
      0.017857143      0.010093168      0.014751553
      Mespilia_globulus Tripneutes_gratilla Diadema_setosum
      0.017857143      0.013198758      0.072204969
      Diadema_savignyi Echinometra_mathaei Ophiarthrum_pictum
      0.074534161      0.030279503      0.127329193
      Amphioplus_exsecratus Ophiolepis_cardioplax Ophiocoma_sp.
      0.021739130      0.019409938      0.006987578
      Ophiopteris_sp. Ophiomastix_annulosa Ophiocoma_erinaceus
      0.067546584      0.045807453      0.010869565
      Ophionereis_sp.
      0.016304348

> analisis$lw
      karang lamun batu
0.4860248 0.4821429 0.0318323

> analisis$co
      Comp1      Comp2
Archaster_typicus -0.1813254 -1.020390e+00
Cryptasterina_pentagona 5.5149464 -8.991862e-17
Protoreaster_nodosus -0.1813254 -1.020390e+00
Nardoa_tuberculata -0.1813254 1.012240e+00
Culcita_novaeguineae -0.1813254 3.346965e-01
Linckia_laevigata -0.1813254 -4.075039e-03
Holothuria_atra -0.1813254 -2.876236e-01
Holothuria_hilla -0.1813254 1.012240e+00
Holothuria_scabra -0.1813254 -4.075039e-03
Bohadschia_argus -0.1813254 1.012240e+00

```



```

Bohadschia_marmorata -0.1813254 -2.073380e-01
Opheodesoma_grisea -0.1813254 -1.020390e+00
Synapta_maculata -0.1813254 -1.020390e+00
Laganum_laganum -0.1813254 -1.020390e+00
Echinotrix_calamoris -0.1813254 -1.020390e+00
Mespilia_globulus -0.1813254 -1.020390e+00
Tripneutes_gratilla -0.1813254 -1.020390e+00
Diadema_setosum -0.1813254 2.870931e-02
Diadema_savignyi -0.1813254 1.709818e-02
Echinometra_mathaei -0.1813254 1.012240e+00
Ophiarthrum_pictum -0.1813254 5.412645e-01
Amphioplus_exsecratus -0.1813254 1.012240e+00
Ophiolepis_cardioplax -0.1813254 1.012240e+00
Ophiocoma_sp. -0.1813254 1.012240e+00
Ophiopteris_sp. -0.1813254 8.486947e-01
Ophiomastix_annulosa -0.1813254 8.744343e-01
Ophiocoma_erinaceus -0.1813254 1.012240e+00
Ophionereis_sp. -0.1813254 1.012240e+00

```

```

> analisis$li
      Axis1      Axis2
karang -0.1813254 6.992404e-01
lamun -0.1813254 -7.048704e-01
batu 5.5149464 -5.759351e-16

```

```

> analisis$cor
      RS1      RS2
suhu 0.0000000 0.0000000
pH 0.0000000 0.0000000
salinitas 0.0000000 0.0000000
s.pasir -0.9967641 0.08038217
s.lumpur -0.4722839 -0.88144649
s.batu 0.9798241 0.19986155
> |

```