

KONTRIBUSI KOMUNITAS FITOPLANKTON DAN MIKROBA HALOFILIK TERHADAP KUALITAS GARAM TRADISIONAL

RINI SUSILOWATI



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA*

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi yang berjudul “Kontribusi Komunitas Fitoplankton dan Mikroba Halofilik terhadap Kualitas Garam Tradisional” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Rini Susilowati
C561180111

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

RINI SUSILOWATI. Kontribusi Komunitas Fitoplankton dan Mikroba Halofilik Terhadap Kualitas Garam Tradisional. Dibimbing oleh DIETRIECH G. BENGEN, MAJARIANA KRISANTI, HEDI INDRA JANUAR dan IMAN RUSMANA.

Garam adalah komoditas penting yang memiliki peranan vital dalam berbagai aspek kehidupan. Produksi garam di Indonesia sebagian besar tergantung pada kondisi alam sering menimbulkan permasalahan dalam produksi garam tradisional, termasuk kualitas garam yang tidak konsisten dan produksi yang fluktuatif setiap tahunnya. Situasi ini berdampak pada pemenuhan kebutuhan garam nasional, terutama untuk keperluan industri, yang tidak tercukupi oleh produksi dalam negeri. Upaya peningkatan kualitas garam dapat dilakukan melalui peningkatan manajemen tambak garam, termasuk pemanfaatan komunitas biologi dalam lingkungan tambak untuk menghasilkan garam yang berkualitas tinggi.

Penelitian ini bertujuan mengkaji interaksi antara parameter lingkungan dan struktur komunitas biologi dalam tambak garam yang memegang peranan penting dalam meningkatkan kualitas lingkungan tambak, serta mengetahui peranan komunitas biologi terhadap kualitas garam. Proses pengambilan sampel dilakukan pada waktu musim kemarau di tiga lokasi yaitu Kabupaten Brebes, Tuban, dan Sampang. Parameter kualitas air dianalisis sesuai dengan prosedur standar nasional Indonesia (SNI) yang meliputi analisis parameter nutrisi dan fisik seperti suhu, salinitas, bahan organik total, serta karbon organik. Struktur komunitas plankton diidentifikasi morfologinya secara visual, keanekaragaman mikroba halofilik dieksplorasi menggunakan pendekatan metagenomik berbasis gen 16S rRNA. Analisis kristal garam meliputi evaluasi parameter kemurnian, jenis impuritas, serta analisis terhadap permukaan dan ukuran kristal garam.

Konsentrasi nutrisi Brebes paling tinggi dibandingkan dengan dua lokasi lainnya, yaitu fosfat (5,38–5,66 mg/L); nitrat (0,17–0,74 mg/L); nitrit (0,07–0,1 mg/L); oksigen terlarut (DO) sebesar 9,29–11,82 mg/L; karbon organik total (KOT) sebesar 0,01–0,03 mg/L; dan bahan organik total (BOT) sebesar 0,03–0,07 mg/L. Kelimpahan fitoplankton dan zooplankton tertinggi tercatat di Brebes yaitu $(127.721 \pm 11.227 \text{ sel/L})$ dan $(3.339 \pm 391 \text{ individu/L})$. Kelompok fitoplankton Bacillariophyceae mendominasi di tiga lokasi. Kelompok zooplankton Litostomatea mendominasi di Brebes dan Sampang, sedangkan kelompok Oligotrichea mendominasi di Tuban. Kelimpahan relatif pada tingkatan filum tertinggi dari salinitas rendah sampai tinggi berturut-turut pada komunitas bakteri ditemukan pada lokasi Sampang salinitas rendah yaitu 96,44%; Brebes salinitas sedang dan tinggi masing-masing sebesar 90,29%; 23,74%, komunitas arkea ditemukan pada lokasi Sampang salinitas rendah sebesar 1,38%; Brebes salinitas sedang dan tinggi berturut-turut sebesar 8,31% dan 75,43%. Komunitas bakteri didominasi filum Proteobacteria (14,64–71,39%) dan komunitas arkea didominasi filum Euryarchaeota (1,05–72,92%).

Garam Brebes secara visual memiliki penampakan kuning muda dengan nilai derajat putih terendah (55,90), hasil pengukuran diameter kristal paling kecil yaitu 252,50 μm dan kemurnian garam paling rendah yaitu 81,41%. Analisis SEM menunjukkan garam Brebes memiliki permukaan yang kasar. Sedangkan garam

Tuban memiliki kemurnian NaCl sebesar 88,29% dan ukuran kristal 292,33 μm ; kualitas garam Tuban lebih bagus dibandingkan Brebes namun masih dibawah garam Sampang. Tambak Sampang menghasilkan garam berkualitas tinggi dibandingkan dua lokasi lainnya. Warna garam putih dengan nilai derajat putih garam 82,70. Kemurnian garam 90,72%, permukaan garam Sampang tampak halus, hasil pengukuran diameter kristal 337,25 μm .

Kualitas garam dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan dan komunitas biologis. Lokasi Brebes menghasilkan kualitas garam paling rendah yang dicirikan dengan tingkat nutrien dan konsentrasi DO tinggi yang memicu kelimpahan fitoplankton dan mikroba halofilik. Jenis fitoplankton yang melimpah adalah jenis *Nitzschia* sp., *Pleurosigma* sp., *Rhizosolenia* sp., *Trichodesmium* sp., *Peridinium* sp. sedangkan komunitas arkea yang melimpah sebanyak 57,9% di petak kristalisasi (B.20) dengan kelimpahan >1% jenis *Halorubrum* sp., *Haloarcula* sp., *Halonotius* sp., *Haloplanus* sp., *Halohasta* sp., *Salinigranum* sp., *Halobaculum* sp., *Halomicroarcula* sp. *Halorientalis* sp., Komunitas bakteri yang mendominasi di petak salinitas rendah (20,19%) dan sedang (25,24%) dengan kelimpahan >1% adalah *Methylophaga* sp., *Pseudoalteromonas* sp., *Synechococcus* sp., *Puniceicoccus* sp., *Spiribacter* sp., *Litoricola* sp. Keberadaan komunitas arkea yang memiliki kelimpahan tinggi di Brebes tidak berpengaruh terhadap peningkatan kemurnian garam. Hal ini disebabkan karena gen yang meregulasi protein Br sebagai agen biokatalisator penyerap panas tidak berfungsi optimal pada konsentrasi DO yang tinggi.

Sebaliknya Sampang menghasilkan kualitas garam paling tinggi diantara dua lokasi lainnya. Lokasi Sampang dicirikan dengan karakteristik lingkungan konsentrasi nutrien dan DO rendah yang mengakibatkan pertumbuhan fitoplankton rendah dan kelimpahan bakteri halofilik melimpah. Pada salinitas tinggi komunitas bakteri di Sampang mencapai kelimpahan tertinggi sebesar 43, 67% dengan dominansi kelimpahan >1% yaitu *Methylophaga* sp., *Pseudoalteromonas* sp., *Synechococcus* sp., *Puniceicoccus* sp., *Spiribacter* sp., *Alteromonas* sp., *Salinivibrio* sp., *Halomonas* sp. Melimpahnya komunitas bakteri di lokasi Sampang memungkinkan senyawa organik kompleks terdegradasi karena aktivitas bakteri. Hal ini memungkinkan terbentuknya kristal garam yang lebih murni dan terbebas dari bahan organik.

Penelitian ini menemukan bahwa pada tambak garam yang menghasilkan kualitas garam rendah dapat dicirikan dengan karakteristik lingkungan sebagai berikut bahan organik dan konsentrasi DO tinggi yang memicu kelimpahan fitoplankton seperti *Nitzschia* sp., *Pleurosigma* sp., *Rhizosolenia* sp., *Trichodesmium* sp., *Peridinium* sp dan komunitas arkea tinggi seperti jenis *Halorubrum* sp., *Haloarcula* sp., *Halonotius* sp., *Haloplanus* sp., *Halohasta* sp., *Salinigranum* sp., *Halobaculum* sp., *Halomicroarcula* sp. *Halorientalis* sp. Sebaliknya pada lingkungan dengan konsentrasi organik rendah dan DO rendah yang memicu kelimpahan fitoplankton dan kelimpahan bakteri tinggi seperti *Methylophaga* sp., *Pseudoalteromonas* sp., *Synechococcus* sp., *Puniceicoccus* sp., *Spiribacter* sp., *Alteromonas* sp., *Salinivibrio* sp., *Halomonas* sp pada petak kristalisasi dapat menghasilkan kualitas garam yang tinggi.

Kata kunci: kristal garam, mikroba halofilik, plankton, tambak garam,

SUMMARY

RINI SUSILOWATI. The Contribution of Phytoplankton and Halophilic Microbial Communities to the Quality of Traditional Salt. Supervised by DIETRIECH G. BENGEN, MAJARIANA KRISANTI, HEDI INDRA JANUAR, and IMAN RUSMANA.

Salt is an important commodity that plays a vital role in various aspects of life. Salt production in Indonesia largely depends on natural conditions, often causing issues in traditional salt production, including inconsistent quality and fluctuating annual production. This situation impacts the fulfillment of national salt needs, especially for industrial purposes, which are not met by domestic production. Efforts to improve salt quality can be made through better management of salt ponds, including the use of biological communities in the pond environment to produce high-quality salt.

This study aimed to examine the interaction between environmental parameters and the structure of biological communities in salt ponds, which play an important role in improving the quality of the pond environment, and to understand the role of biological communities in salt quality. Sampling was conducted during the dry season at three locations: Brebes, Tuban, and Sampang. Water quality parameters were analyzed according to Indonesian National Standard (SNI) procedures, including the analysis of nutrient and physical parameters such as temperature, salinity, total organic matter, and organic carbon. The structure of plankton communities was identified morphologically through visual inspection, while the diversity of halophilic microbes was explored using a metagenomic approach based on the 16S rRNA gene. Salt crystal analysis included the evaluation of purity parameters, types of impurities, and analysis of the surface and size of salt crystals.

In this study, Brebes was found to have the highest nutrient concentrations compared to the other two locations, with phosphate levels ranging from 5.38–5.66 mg/L, nitrate from 0.17–0.74 mg/L, nitrite from 0.07–0.1 mg/L, dissolved oxygen (DO) levels from 9.29–11.82 mg/L, total organic carbon (TOC) from 0.01–0.03 mg/L, and total organic matter (TOM) from 0.03–0.07 mg/L. The highest abundance of phytoplankton and zooplankton was recorded in Brebes, with counts of $127,721 \pm 11,227$ cells/L and $3,339 \pm 391$ individuals/L, respectively. The Bacillariophyceae group of phytoplankton dominated across all three locations. The Litostomatea zooplankton group dominated in Brebes and Sampang, whereas the Oligotrichea group dominated in Tuban. The highest relative abundance at the phylum level from low to high salinity was found in the bacterial community in Sampang at low salinity (96.44%) and in Brebes at medium and high salinity (90.29% and 23.74%, respectively). The archaeal community was found in Sampang at low salinity (1.38%) and in Brebes at medium and high salinity (8.31% and 75.43%, respectively). The bacterial community was dominated by the phylum Proteobacteria (14.64–71.39%) and the archaeal community by the phylum Euryarchaeota (1.05–72.92%).

Visually, Brebes salt appeared light yellow with the lowest whiteness degree (55.90), the smallest crystal diameter (252.50 μm), and the lowest salt purity (81.41%). SEM analysis revealed that Brebes salt had a rough surface. In contrast,

Tuban salt had a NaCl purity of 88.29% and a crystal size of 292.33 μm , indicating better quality than Brebes salt but still lower than Sampang salt. Sampang produced the highest quality salt among the three locations, characterized by white salt with a whiteness degree of 82.70, a purity of 90.72%, a smooth surface, and a crystal diameter of 337.25 μm .

Salt quality was influenced by environmental characteristics and biological communities. Brebes produced the lowest quality salt, characterized by high nutrient levels and DO concentrations that promoted the abundance of phytoplankton and halophilic microbes. Dominant phytoplankton species included *Nitzschia* sp., *Pleurosigma* sp., *Rhizosolenia* sp., *Trichodesmium* sp., and *Peridinium* sp. The archaeal community was abundant, with 57.9% in the crystallization pond (B.20), including *Halorubrum* sp., *Haloarcula* sp., *Halonotius* sp., *Haloplanus* sp., *Halohasta* sp., *Salinigranum* sp., *Halobaculum* sp., *Halomicroarcula* sp., and *Halorientalis* sp. Dominant bacterial species in low (20.19%) and medium (25.24%) salinity ponds included *Methylophaga* sp., *Pseudoalteromonas* sp., *Synechococcus* sp., *Puniceicoccus* sp., *Spiribacter* sp., and *Litoricola* sp. The high abundance of the archaeal community in Brebes did not enhance salt purity due to the suboptimal functioning of Br protein-regulating genes as biocatalysts under high DO concentrations.

Conversely, Sampang produced the highest quality salt among the three locations, characterized by low nutrient and DO concentrations that resulted in low phytoplankton growth and a high abundance of halophilic bacteria. At high salinity, the bacterial community in Sampang reached the highest abundance (43.67%) with dominant species including *Methylophaga* sp., *Pseudoalteromonas* sp., *Synechococcus* sp., *Puniceicoccus* sp., *Spiribacter* sp., *Alteromonas* sp., *Salinivibrio* sp., and *Halomonas* sp. The abundance of bacteria in Sampang facilitated the degradation of complex organic compounds, leading to the formation of purer salt crystals free from organic matter.

This study found that salt ponds producing low-quality salt are characterized by high levels of organic matter and DO, which promote the abundance of phytoplankton such as *Nitzschia* sp., *Pleurosigma* sp., *Rhizosolenia* sp., *Trichodesmium* sp., and *Peridinium* sp., as well as a high abundance of archaeal species like *Halorubrum* sp., *Haloarcula* sp., *Halonotius* sp., *Haloplanus* sp., *Halohasta* sp., *Salinigranum* sp., *Halobaculum* sp., *Halomicroarcula* sp., and *Halorientalis* sp. In contrast, environments with low organic and DO concentrations that promote high bacterial abundance, such as *Methylophaga* sp., *Pseudoalteromonas* sp., *Synechococcus* sp., *Puniceicoccus* sp., *Spiribacter* sp., *Alteromonas* sp., *Salinivibrio* sp., and *Halomonas* sp., in crystallization ponds, can produce high-quality salt.

Keywords: salt crystals, halophilic microbes, plankton, salt ponds





@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2024
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang**

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB

KONTRIBUSI KOMUNITAS FITOPLANKTON DAN MIKROBA HALOFILIK TERHADAP KUALITAS GARAM TRADISIONAL

RINI SUSILOWATI

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Kelautan

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1. Prof. Dr. Niken Tunjung Murti Pratiwi, M.Si
2. Dr. Meutia Samira Ismet, S.Si., M.Si

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

1. Prof. Dr. Niken Tunjung Murti Pratiwi, M.Si
2. Puji Lestari, M.P., M.Si., Ph.D

Judul Disertasi : Kontribusi Komunitas Fitoplankton dan Mikroba Halofilik terhadap Kualitas Garam Tradisional

Nama : Rini Susilowati

NIM : C561180111

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Dietrieck G. Bengen, DEA



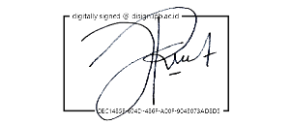
Pembimbing 2:
Dr. Majariana Krisanti, S.Pi, M.Si



Pembimbing 3:
Dr. Hedi Indra Januar, S.Si, M.Si



Pembimbing 4:
Dr. Ir. Iman Rusmana, M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Yuli Naulita, M.Si
NIP. 19660712 99103 2 003



Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:
Prof. Dr. Ir. Fredinan Yulianda, M.Sc
NIP. 19630731 198803 1 002



Tanggal Ujian: 15 Mei 2024

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Disertasi ini berjudul “Kontribusi Komunitas Fitoplankton dan Mikroba Halofilik Terhadap Kualitas Garam Tradisional”. Disertasi ini ditulis dan diajukan dalam rangka untuk memenuhi sebagian dari syarat memperoleh gelar Doktor Ilmu Kelautan pada Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Dietrich G. Bengen, DEA, Dr. Majariana Krisanti, S.Pi, M.Si, Dr. Hedi Indra Januar, S.Si, M.Si, dan Dr. Ir. Iman Rusmana, M.Si, yang telah membimbing selama penelitian dan menempuh studi doktoral. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Niken Tunjung Murti Pratiwi, M.Si, Puji Lestari, M.P., M.Si., Ph.D dan Dr. Meutia Samira Ismet, S.Si., M.Si sebagai penguji luar komisi atas saran dan masukannya untuk perbaikan disertasi. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada semua dosen Program Studi Ilmu Kelautan atas ilmu yang diberikan selama penulis menempuh program pendidikan Doktor di Institut Pertanian Bogor. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Kepala Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan yang telah memberi izin penelitian. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Kepala Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah menyediakan laboratorium untuk penelitian lanjutan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Ir. Yuli Naulita, M.Si selaku Ketua Program Studi Ilmu Teknik Kelautan yang telah banyak memberikan saran dan bantuan terhadap penyelesaian studi doktoral. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Pusat Pendidikan Kementerian Kelautan dan Perikanan yang telah memberikan beasiswa sekolah.

Ungkapan terima kasih disampaikan kepada keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik dan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu serta berkontribusi terhadap penyelesaian naskah disertasi ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak-pihak terkait dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Rini Susilowati

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Hipotesis	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Kerangka Pemikiran	7
1.7 Kebaruan Penelitian (<i>Novelty</i>)	8
II KARAKTERISTIK LINGKUNGAN TAMBAK GARAM DI KABUPATEN BREBES, TUBAN, DAN SAMPANG	
2.1 Pendahuluan	9
2.2 Metode penelitian	10
2.2.1 Waktu dan Tempat	10
2.2.2 Kualitas Air Tambak Garam	10
2.2.3 Pengolahan Data	11
2.3 Hasil dan Pembahasan	11
2.4 Kesimpulan	16
III KOMUNITAS PLANKTON DAN MIKROBA HALOFILIK DI TAMBAK GARAM KABUPATEN BREBES, TUBAN DAN SAMPANG	
3.1 Pendahuluan	17
3.2 Metode Penelitian	18
3.2.1 Waktu dan Tempat	18
3.2.2 Komunitas Plankton	18
3.2.3 Komunitas Mikroba Halofilik	19
3.2.4 Pengolahan Data	21
3.3 Hasil dan Pembahasan	21
3.3.1 Distribusi Komunitas Plankton	21
3.3.2 Distribusi Komunitas Mikroba Halofilik	28
3.4 Kesimpulan	40
IV KORELASI PARAMETER LINGKUNGAN DAN KOMUNITAS BIOLOGI TERHADAP KUALITAS GARAM TRADISIONAL DARI KABUPATEN BREBES, TUBAN DAN SAMPANG	
4.1 Pendahuluan	42
4.2 Metode Penelitian	42
4.2.1 Waktu dan Tempat	42
4.2.2 Kualitas Garam	43
4.2.3 Pengolahan Data	43
4.3 Hasil dan Pembahasan	43



4.3.1	Kualitas Kristal Garam di Tiga Lokasi Tambak Garam	43
4.3.2	Korelasi Parameter Lingkungan dengan Komunitas Plankton	45
4.3.3	Korelasi Parameter Lingkungan dengan Komunitas Mikroba	45
4.3.4	Korelasi Parameter Lingkungan dan Komunitas Mikroba terhadap Kualitas Garam	48
4.4	Kesimpulan	51
V	PEMBAHASAN UMUM	52
VI	KESIMPULAN UMUM	56
	DAFTAR PUSTAKA	58
	LAMPIRAN	71
	RIWAYAT HIDUP	89

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1.1	Acuan penelitian-penelitian sebelumnya	3
3.1	Distribusi komunitas plankton di tambak garam	22
3.2	Indeks struktur komunitas plankton	25
3.3	Jumlah OTU dan indeks <i>alpha diversity</i> mikroba berdasarkan gen 16S rRNA	37
4.1	Parameter kualitas garam	44

DAFTAR GAMBAR

1.1	Kerangka pendekatan masalah	7
2.1	Lokasi penelitian	10
2.2	Ilustrasi pengambilan titik sampling	11
2.3	Parameter kualitas air tambak garam (BOT, KOT, nutrisi)	12
2.4	Parameter kualitas air tambak garam (suhu, DO, pH)	13
2.5	Analisis diskriminan parameter kualitas air	15
3.1	Analisis diskriminan kelimpahan plankton	24
3.2	Kelimpahan komunitas plankton	29
3.3	Persentase OTU mikroba yang terklasifikasi pada setiap tingkat taksonomi	30
3.4	Kelimpahan relatif tingkat taksonomi filum	31
3.5	Kelimpahan relatif tingkat taksonomi kelas	32
3.6	Kelimpahan relatif tingkat taksonomi genus	34
3.7	Biplot analisa korespondensi komunitas bakteri terhadap tiga lokasi tambak garam	35
3.8	Kurva <i>rarefaction</i> keanekaragaman mikroba pada setiap sampel	36
3.9	Analisis pengelompokan komunitas mikroba berdasarkan metode UPGMA	38
3.10	Analisis pengelompokan komunitas mikroba berdasarkan diagram Venn	40
4.1	Penampakan visual kristal garam	44
4.2	Penampakan kristal garam dengan <i>scanning electron microscope</i> (SEM)	45
4.3	Analisis korespondensi kanonikal (CCA) kelimpahan plankton terhadap variabel lingkungan	47
4.4	Analisis korespondensi kanonikal (CCA) biplot dari parameter kualitas air dan komunitas mikroba	49
4.5	Korelasi Spearman parameter lingkungan dan komunitas biologi terhadap kualitas garam	50

DAFTAR LAMPIRAN

1	Curah hujan di tiga lokasi penelitian	71
2.	Parameter kualitas air di tiga lokasi tambak garam	72
3.	Hasil analisis statistik anova kualitas air	73
4.	Hasil analisis LDA parameter kualitas lingkungan perairan di tiga lokasi tambak garam	74
5.	Hasil analisis LDA parameter kualitas lingkungan perairan pada gradien salinitas yang berbeda	75
6.	Hasil analisis LDA komunitas fitoplankton pada tiga lokasi tambak garam	76
7.	Hasil analisis LDA komunitas zooplankton pada tiga lokasi tambak Garam	77
8.	Distribusi komunitas plankton di tiga lokasi tambak garam	78
9.	Persentase OTU komunitas mikroba halofilik pada setiap tingkatan taksonomi dan tingkat taksonomi filum	80
10.	Kelimpahan relatif prokariota dominan pada tingkat taksonomi kelas	81
11.	Kelimpahan relatif prokariota dominan pada tingkat taksonomi genus	82
12.	Hasil analisis LDA komunitas mikroba halofilik pada tiga lokasi	83
13	Analisa kanonikal korepodensi (CCA) fitoplankton dan zooplankton terhadap kualitas air	84
14.	Analisa kanonikal korespodensi (CCA) komunitas mikroba halofilik dan parameter fisika-kimia di tiga lokasi	86
15.	Analisa korelasi komunitas mikroba halofilik, plankton dan parameter fisika-kimia terhadap kualitas garam	88