

**ZONASI HABITAT PERAIRAN KRABYAKAN BERDASARKAN MAKROFITA
AIR DI DESA SUMBERNGEPOH KECAMATAN LAWANG KABUPATEN
MALANG JAWA TIMUR**

LAPORAN SKRIPSI

MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN

Oleh:

EMA AYU TRISNA

NIM. 0710810034



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2011

LAPOAN SKRIPSI

ZONASI HABITAT PERAIRAN KRABYAKAN BERDASARKAN MAKROFITA AIR
DI DESA SUMBERNGEPOH KECAMATAN LAWANG
KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR

Oleh :

EMA AYU TRISNA

NIM. 0710810034

Menyetujui

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Endang Yuli H., MS

NIP. 19570704 198403 2 001

Tanggal :

Dosen Penguji II

Ir. Muhammad Musa, MS

NIP. 19570507 198602 1 002

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

Ir. Sri Sudaryanti, MS

NIP. 19601009 198602 2 001

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS

NIP. 19520402 198003 2 001

Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr.Ir.Happy Nursyam, MS

NIP. 19600322 198601 1 001

Tanggal :

RINGKASAN

EMA AYU TRISNA. Skripsi tentang Zonasi Habitat Perairan Krabyakan berdasarkan Makrofita Air Di Desa Sumbergepoh Kecamatan Lawang Kabupaten Malang (di bawah bimbingan **Ir. Sri Sudaryanti, MS** dan **Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS**)

Aktivitas manusia yang ada di sekitar perairan Krabyakan antara lain pertanian (padi semi organik), pariwisata (kolam pemandian), dan kegiatan rumah tangga (MCK). Adanya sisa pupuk dan sampah dari aktivitas tersebut diduga dapat menambah ketersediaan bahan organik dan anorganik di perairan Krabyakan yang dapat menurunkan kualitas perairan dan memicu terjadinya eutrofikasi. Eutrofikasi dapat menyebabkan penurunan kualitas air karena pertumbuhan tanaman yang berlebihan. Keanekaragaman sumber daya hayati makrofita pun juga akan mengalami penurunan karena jenis makrofita yang sensitif akan digantikan oleh jenis makrofita yang toleran. Zonasi habitat berdasarkan makrofita air yang ada di perairan Krabyakan sehingga dapat dijadikan bahan informasi dan kontribusi dalam penyusunan pengelolaan sumber daya perairan Krabyakan khususnya makrofita air.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi dan kepadatan makrofita air di perairan Krabyakan, mengetahui kondisi ekologis makrofita air di perairan Krabyakan, dan mengetahui zonasi habitat perairan Krabyakan menggunakan makrofita air di Desa Sumbergepoh, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang. Kegiatan ini dilaksanakan mulai Februari sampai Juni 2011.

Materi pada penelitian ini terdiri dari komunitas makrofita air serta parameter nir air dan fisika kimia perairan. Parameter nir air yang digunakan terdiri dari kecepatan arus dan substrat; parameter fisika terdiri dari suhu dan kecerahan, sedangkan parameter kimia terdiri dari pH, CO₂, nitrat, ortofosfat, nitrogen sedimen, fosfat sedimen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Pengambilan sampel menggunakan metode plot 1m² pada 7 stasiun yang ditentukan berdasarkan tata guna lahan yang ada di sekitar perairan Krabyakan. Jumlah plot pengambilan sampel dari masing-masing stasiun berbeda tergantung luas perairan dan penentuan letak plot tergantung banyaknya komposisi makrofita yang ada di perairan tersebut. Identifikasi jenis makrofita menurut Cook *et al.*, (1974), Sainty dan Jacobs (1987) serta Surnarmi dan Purwohadijanto (1990). Analisis data dibantu program CANOCO for Window 4.5 menggunakan tipe analisis CCA ("Canonical Correspondence Analysis").

Faktor ekologis makrofita air di perairan Krabyakan terdiri dari kedalaman berkisar antara 3,6 – 10,2 cm; suhu air berkisar antara 25 – 27 °C; nilai pH air berkisar antara 6 – 7; kandungan nitrat air berkisar antara 0,937 – 4,689 mg/l; dan kandungan ortofosfat air berkisar antara 0,027 – 0,562 mg/l. Suhu sedimen berkisar antara 25 – 26 °C; nilai pH sedimen berkisar antara 5,6 – 7; kandungan nitrogen total sedimen berkisar antara 0,05 – 0,24 %; dan kandungan fosfat sedimen berkisar antara 2,30 – 9,19 mg/kg serta kecepatan arus berkisar antara 0 – 33,33 cm/s. Substrat dasar perairan pada stasiun 1, 2, 4, dan 6 berupa pasir; stasiun 3 dan 7 berupa lempung berpasir; dan stasiun 5 berupa lempung liat berpasir.

Makrofita di perairan Krabyakan terdiri atas 3 Divisi yaitu Bryophyta, Pteridophyta, dan Spermatophyta, 15 famili, 17 genus, dan 18 spesies. Jumlah taksa terendah (4 spesies) terdapat pada stasiun 5 yaitu perairan di sekitar daerah lahan terbuka, sedangkan jumlah taksa tertinggi (9 spesies) terdapat

pada stasiun 6 yaitu perairan dekat Mata Air Krabyakan 1. Nilai kepadatan terendah (1 ind/m^2) diwakili oleh makrofita air jenis *Montia fontana* dari stasiun 2 (perairan di dekat daerah pertanian padi), *Ludwigia stolonifera* dari stasiun 3 (perairan di sekitar daerah pertanian pandan dan pisang), *Bacopa monnieri* dari stasiun 4 (perairan sekitar tempat pemujaan), dan *Colocasia esculenta* dari stasiun 6 (perairan dekat Mata Air Krabyakan 1). Nilai kepadatan tertinggi (447 ind/m^2) diwakili oleh *Salvinia molesta* dari stasiun 3 (perairan di sekitar daerah pertanian pandan dan pisang). Kepadatan relatif di perairan Krabyakan berkisar antara 0,12 % hingga 79,16 %. Nilai kepadatan relatif terendah (0,12 %) diwakili oleh jenis *Ludwigia stolonifera* dari stasiun 3 dan nilai kepadatan relatif tertinggi (79,16 %) diwakili oleh spesies *Salvinia molesta* dari stasiun 3.

Hasil ordinasi menggunakan program CANOCO for Windows 4.5 membagi perairan Krabyakan menjadi 2 zonasi habitat berdasarkan jenis makrofita air yang tumbuh, yaitu zonasi A yang terdiri dari stasiun 1, 4, 5 dan 6 yang merupakan perairan mengalir dan dihuni oleh makrofita air yang mempunyai karakter habitat mengakar di dasar dan daunnya di atas permukaan air seperti *Nasturtium officinale*, *Colocasia esculenta*, *Diplacrum longifolium*, *Murdania blumei*, *Cyperus ferrugineus* yang berstatus eutrofik. Zonasi B yang terdiri dari stasiun 2, 3, dan 7 yang merupakan perairan menggenang dan dihuni oleh makrofita air yang mempunyai karakter habitat mengapung seperti *Salvinia molesta*, *Salvinia natans* dan *Pistia stratiotes* yang juga berstatus eutrofik.

Saran yang bisa dilakukan adalah pada zonasi A (perairan yang sering dimanfaatkan untuk MCK), perlu dilakukan sosialisasi mengenai dampak pembuangan limbah rumah tangga dan MCK, dan pada zonasi B (perairan dekat pertanian padi), hendaknya pertanian padi menggunakan pupuk murni organik.



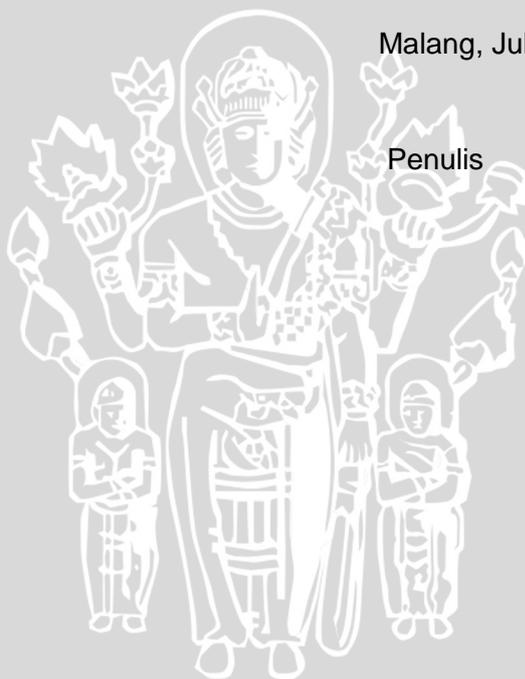
KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu penulis dapat menyajikan laporan penelitian yang berjudul: Zonasi Habitat Perairan Krabyakan Berdasarkan Makrofita Air di Desa Sumbergepoh Kecamatan Lawang Kabupaten Malang. Di dalam laporan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi: Keadaan umum perairan Krabyakan, deskripsi stasiun penelitian, faktor fisika kimia, komunitas makrofita air di perairan Krabyakan, kepadatan dan komposisi makrofita air di perairan Krabyakan, serta zonasi habitat perairan Krabyakan.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangtepatan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Juli 2011

Penulis



DAFTAR ISI

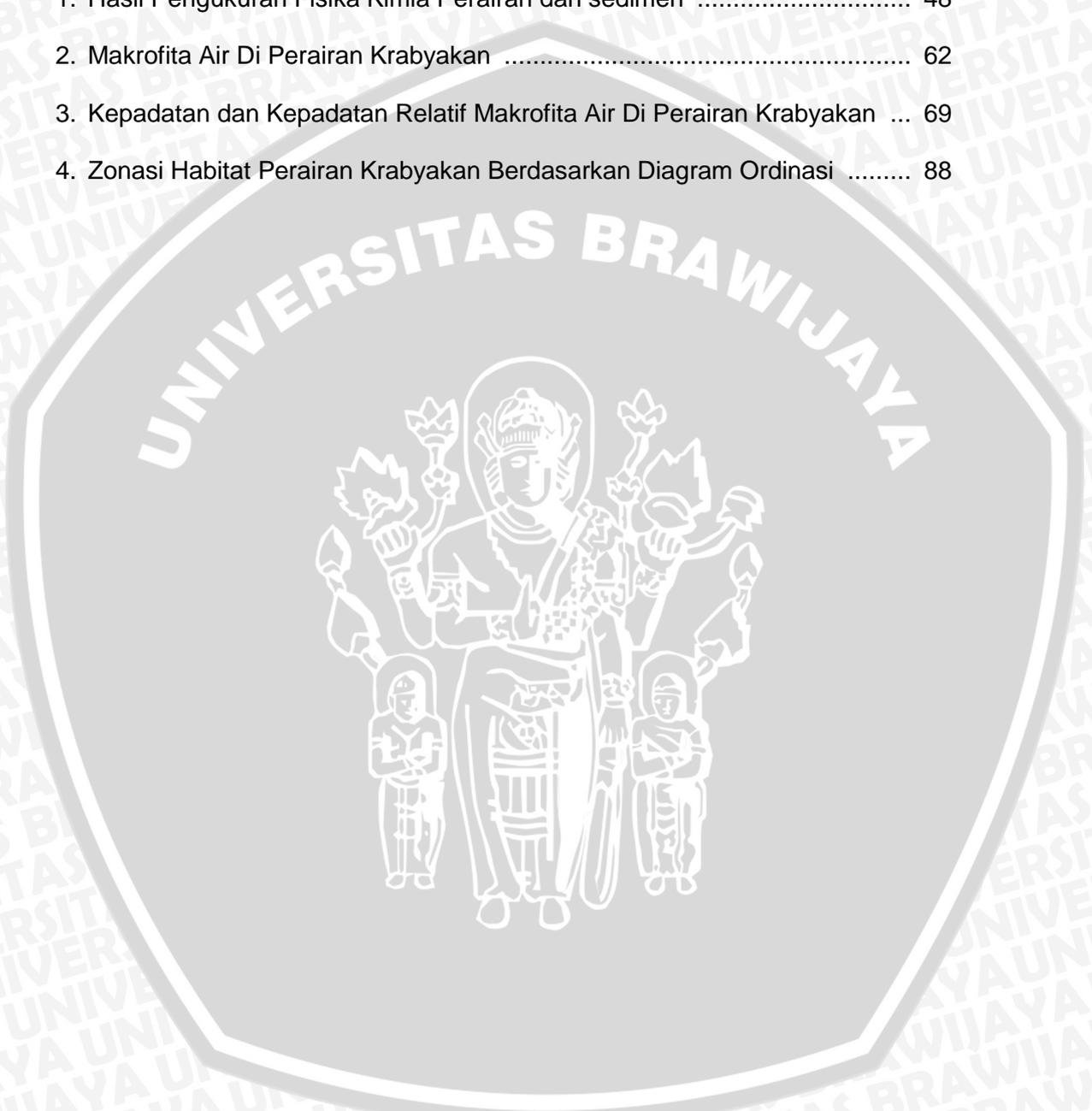
	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Kegunaan Penelitian	6
1.5 Tempat dan Waktu	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Ekosistem Perairan	7
2.2 Komunitas Makrofitas Air	8
2.3 Macam-Macam Makrofitas Air	10
2.4 Faktor Ekologis yang Mempengaruhi Pertumbuhan Makrofitas Air	13
2.4.1 Cahaya Matahari	13
2.4.2 Kecerahan	14
2.4.3 Suhu	14
2.4.4 Derajat Keasaman (pH)	16
2.4.5 Karbondioksida (CO ₂)	17
2.4.6 Nutrien	18
2.4.7 Kecepatan Arus	22
2.4.8 Substrat	23
2.5 Ordinasi	24
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	27
3.1 Materi Penelitian	27
3.2 Alat dan Bahan	27
3.3 Metode Penelitian	27
3.4 Sumber Data	27
3.5 Teknik Pengambilan Sampel	28
3.5.1 Komunitas Makrofitas	28
3.5.2 Parameter Nir Air	29



3.5.3 Parameter Fisika	32
3.5.4 Parameter Kimia	34
3.5.5 Analisa Data	38
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Keadaan Umum Perairan Krabyakan	40
4.2 Deskripsi Stasiun Penelitian	41
4.2.1 Stasiun 1	41
4.2.2 Stasiun 2	42
4.2.3 Stasiun 3	43
4.2.4 Stasiun 4	44
4.2.5 Stasiun 5	45
4.2.6 Stasiun 6	46
4.2.7 Stasiun 7	47
4.3 Faktor Fisika Kimia	48
4.3.1 Kecerahan	49
4.3.2 Kedalaman	49
4.3.3 Suhu Air dan Suhu Sedimen	50
4.3.4 Karbondioksida (CO ₂) Air	51
4.3.5 Derajat Keasaman (pH) Air	52
4.3.6 Derajat Keasaman (pH) Sedimen	53
4.3.7 Nitrat Air	55
4.3.8 Nitrogen Total Sedimen	56
4.3.9 Ortofosfat Air	57
4.3.10 Fosfat Sedimen	58
4.3.11 Kecepatan Arus	59
4.3.12 Substrat	60
4.4 Makrofitas Air di Perairan Krabyakan	61
4.5 Kepadatan dan Komposisi Makrofitas Air	68
4.5.1 Stasiun 1	71
4.5.2 Stasiun 2	72
4.5.3 Stasiun 3	73
4.5.4 Stasiun 4	73
4.5.5 Stasiun 5	74
4.5.6 Stasiun 6	75
4.5.7 Stasiun 7	76
4.6 Zonasi Habitat Perairan Krabyakan	77
5. KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	99

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Pengukuran Fisika Kimia Perairan dan sedimen	48
2. Makrofita Air Di Perairan Krabyakan	62
3. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air Di Perairan Krabyakan ...	69
4. Zonasi Habitat Perairan Krabyakan Berdasarkan Diagram Ordinasasi	88



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Perumusan Masalah	4
2. Denah Lokasi Pengambilan Sampel	30
3. Stasiun 1	42
4. Stasiun 2	43
5. Stasiun 3	44
6. Stasiun 4	45
7. Stasiun 5	46
8. Stasiun 6	47
9. Stasiun 7	48
10. Grafik Suhu pada Setiap Stasiun	51
11. Grafik pH Air pada Setiap Stasiun	52
12. Grafik pH Sedimen pada Setiap Stasiun	54
13. Grafik Nitrat pada Setiap Stasiun	55
14. Grafik Nitrogen Total pada Setiap Stasiun	56
15. Grafik Ortofosfat pada Setiap Stasiun	57
16. Grafik Fosfat Sedimen pada Setiap Stasiun	59
17. Grafik Kecepatan Arus pada Setiap Stasiun	60
18. Komposisi Makrofitas Air pada Stasiun 1	71
19. Komposisi Makrofitas Air pada Stasiun 2	72
20. Komposisi Makrofitas Air pada Stasiun 3	73
21. Komposisi Makrofitas Air pada Stasiun 4	74
22. Komposisi Makrofitas Air pada Stasiun 5	75
23. Komposisi Makrofitas Air pada Stasiun 6	76
24. Komposisi Makrofitas Air pada Stasiun 7	77
25. Ordinasi Hubungan Makrofitas dengan Faktor Lingkungan	78



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian	99
2. Peta Lokasi Penelitian	101
3. Makrofita Air Di Perairan Krabyakan	102
4. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air pada Stasiun 1	106
5. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air pada Stasiun 2	107
6. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air pada Stasiun 3	108
7. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air pada Stasiun 4	109
8. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air pada Stasiun 5	110
9. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air pada Stasiun 6	111
10. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air pada Stasiun 7	112



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekologi adalah ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekologi perairan berarti ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara lingkungan perairan dengan organisme air (Subarijanti, 2000a). Menurut Sudaryanti (2002a) dengan mempelajari ekologi, kita akan mengetahui hubungan antara lingkungan abiotik dengan organisme. Ekosistem perairan mempunyai potensi keanekaragaman hayati (flora maupun fauna) yang belum teridentifikasi dengan baik. Potensi tersebut perlu dikembangkan karena merupakan sumber daya yang mempunyai arti penting dari segi ekologi, ekonomi, maupun sosial (Sudaryanti, 2002b).

Makrofita air merupakan tumbuhan yang hidup dalam air. Menurut Musa dan Yanuhar (2006) makrofita merupakan tanaman besar dan hampir semua makrofita akuatik merupakan tanaman berbunga. Menurut Sunarmi dan Purwohadijanto (1990) tumbuhan air digolongkan menjadi 4, yaitu: (1) tumbuhan air yang akarnya melekat di dasar dan daunnya muncul di permukaan air, (2) tumbuhan air yang akarnya melekat di dasar dan daunnya terapung, (3) tumbuhan air yang akarnya di dasar dan daunnya terbenam dalam air, serta (4) tumbuhan air yang terapung bebas.

Makrofita merupakan indikator yang sensitif untuk mengetahui kondisi perairan tempat hidupnya karena setiap spesies mempunyai kepekaan yang berbeda. Misalnya *Potamogeton pectinatus* merupakan spesies yang paling toleran terhadap pencemaran (Sudaryanti, 1997a). *Ceratophyllum demersum* bisa hidup pada perairan yang relatif tidak tercemar (Cook *et al.*, 1974). *Lemna perpusilla* merupakan tanaman berbunga yang terkecil, pertumbuhannya cepat,

strukturnya yang sederhana dan merupakan indikasi kondisi pengkayaan nutrisi (Sainty dan Jacobs, 1987).

Makrofita air banyak ditemukan di perairan Krabyakan. Makrofita tersebut memang sengaja dibudidayakan oleh masyarakat sekitar seperti pandan (digunakan untuk bahan pangan, industri tas dan tikar, serta untuk kerajinan anyaman), tales (sebagai bahan pangan), dan kangkung air (untuk bahan pangan) serta ada pula yang tumbuh dengan sendirinya seperti kayu apu, kiambang (*Salvinia molesta*) dan semanggi air. Air untuk makrofita tersebut berasal dari Mata Air Krabyakan yang menggenangi daerah sekitarnya. Berbagai aktivitas manusia yang terdapat di sekitar perairan Krabyakan antara lain pertanian (padi semi organik), pariwisata (kolam pemandian), dan kegiatan rumah tangga (MCK). Air buangan yang berasal dari berbagai aktivitas tersebut mengalir ke perairan di sekitar mata air karena lokasinya lebih tinggi. Apabila keadaan ini berlangsung secara terus-menerus diduga akan menurunkan keanekaragaman hayati komunitas makrofita yang ada di perairan Krabyakan.

Menurut Cook *et al.*, (1974) makrofita air tawar memainkan peranan yang sangat penting dalam ekosistem akuatik. Mereka menyediakan makanan, tempat berlindung dan variasi habitat untuk sejumlah besar organisme perairan. Tanaman air menyerap mineral terlarut dan memperkaya air dengan oksigen yang diproduksi selama fotosintesis. Tanaman air mengambil unsur hara dari tanah dan air, sehingga dapat menurunkan unsur hara dalam badan air, tempat terjadinya eutrofikasi (Sudaryanti, 1997a).

Penelitian ini menggunakan makrofita air karena makrofita air erat kaitannya dengan kelestarian lingkungan perairan dan belum tersedia data penelitian mengenai makrofita air di perairan Krabyakan. Selain itu, masyarakat sekitar banyak yang mulai mengembangkan usaha perikanan yang airnya berasal dari Sungai Welang yang juga mendapat banyak pasokan air dari

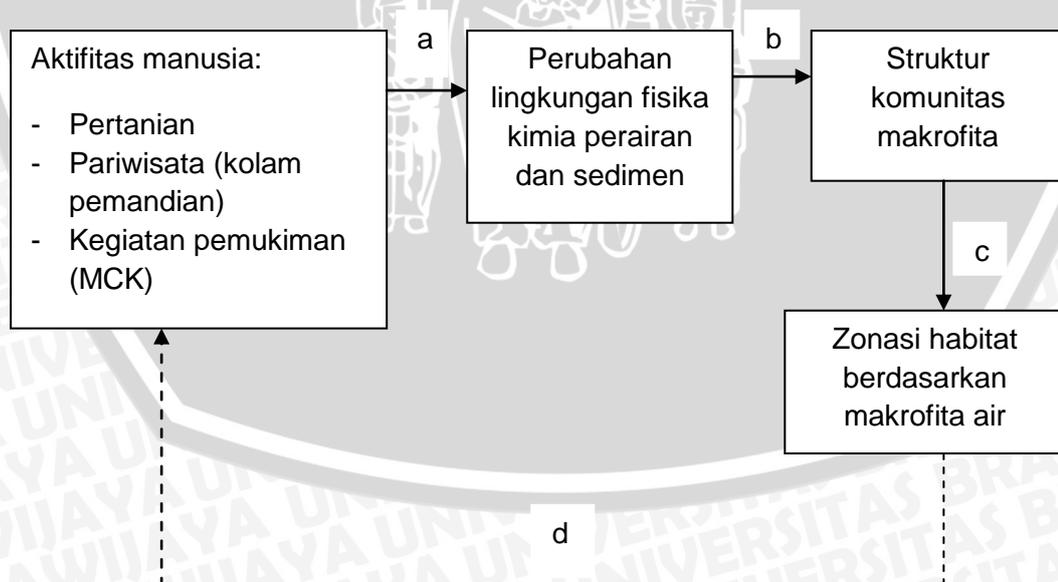
perairan tempat tumbuh makrofita tersebut. Sehingga makrofita dapat berperan sebagai penyaring dan memperkaya oksigen pada air sebelum masuk ke sungai dan ke kolam perikanan masyarakat.

Penelitian ini dilakukan di perairan Krabyakan, Desa Sumbergepoh karena letak perairan tersebut dekat dengan pemukiman penduduk sehingga banyak mendapat pengaruh dari aktivitas pemukiman. Menurut Handoko (2011) sebagian besar tingkat pendidikan masyarakat Desa Sumbergepoh masih tergolong rendah, yaitu lulusan SD/ sederajat. Hal ini dapat mempengaruhi pengelolaan sumber daya perairan yang ada di perairan Krabyakan, termasuk makrofita air.

1.2 Rumusan Masalah

Perairan Krabyakan merupakan perairan yang bersifat terbuka, yang airnya mengalir ke Sungai Welang. Perairan tersebut terletak di dekat pemukiman penduduk dan dikelilingi oleh persawahan yang lokasinya relatif lebih tinggi, sehingga sisa-sisa pupuk pertanian dapat masuk ke perairan. Penduduk memanfaatkan Mata Air Krabyakan dan perairan di sekitarnya untuk kegiatan mengairi sawah, perikanan, pariwisata kolam pemandian dan MCK (Gambar 1). Menurut Sudaryanti (1991) adanya sisa pupuk dan sampah dari pemukiman dapat menambah ketersediaan bahan organik dan anorganik di perairan. Penambahan bahan organik dan anorganik ke perairan dapat menurunkan kualitas perairan dan memicu terjadinya eutrofikasi. Menurut The United States Environmental Protection Agency (USEPA) (1972) dalam Sudaryanti (1995a) proses eutrofikasi akan berakibat pada penurunan konsentrasi oksigen terlarut pada daerah hipolimnion perairan, peningkatan konsentrasi unsur hara, penambahan padatan tersuspensi terutama bahan organik, perubahan dominasi populasi, penurunan penetrasi cahaya matahari, dan peningkatan konsentrasi

fosfor pada sedimen. Hal ini dapat memacu pertumbuhan makrofita yang dapat mengurangi volume air karena evapotranspirasi, dan mempercepat pendangkalan perairan karena pembusukannya. Apabila perairan yang mengalami eutrofikasi terus dibiarkan, suatu saat dapat merubah fungsinya dari perairan menjadi daratan yang subur. Akibatnya sumber daya perairan akan menyusut atau bahkan hilang. Eutrofikasi juga dapat menyebabkan penurunan kualitas air karena pertumbuhan tanaman yang berlebihan (Sudaryanti, 1995a). Keanekaragaman sumber daya hayati makrofita pun juga akan mengalami penurunan karena jenis makrofita yang sensitif akan digantikan oleh jenis makrofita yang toleran. Sehingga perlu adanya pengontrolan buangan yang masuk ke perairan untuk mencegah terjadinya eutrofikasi dan penurunan keanekaragaman hayati perairan tersebut. Dalam hal ini, dilakukan zonasi habitat berdasarkan makrofita air yang ada di perairan Krabyakan sehingga dapat dijadikan bahan informasi dan kontribusi dalam penyusunan pengelolaan sumber daya perairan khususnya makrofita air.



Gambar 1. Bagan Alir Perumusan Masalah

Penjelasan mengenai bagan alir perumusan masalah di atas dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Aktifitas manusia di sekitar perairan Krabyakan dapat mempengaruhi lingkungan baik faktor fisika dan kimia, maupun substrat dasar perairan, karena limbah pupuk pertanian, limbah pariwisata kolam pemandian dan limbah pemukiman dapat menurunkan kualitas air dan sedimen di perairan Krabyakan.
- b. Perubahan lingkungan baik fisika maupun kimia yang ada di perairan Krabyakan dapat mempengaruhi struktur komunitas makrofita yang tumbuh di perairan tersebut. Perubahan kondisi lingkungan dapat mempengaruhi jenis makrofita yang tumbuh. Apabila hal ini terus berlangsung, maka dapat mengakibatkan perubahan struktur komunitas makrofita yang hidup di perairan Krabyakan.
- c. Struktur komunitas makrofita dapat digunakan untuk membuat zonasi habitat yang bermanfaat bagi pendugaan kualitas perairan di perairan Krabyakan.
- d. Hasil zonasi dapat mencerminkan aktifitas manusia yang ada di perairan Krabyakan, sehingga bisa menjadi acuan untuk membuat kebijakan perencanaan pengelolaan sumber daya perairan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui komposisi dan kepadatan makrofita air di perairan Krabyakan, Desa Sumbergepoh, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang.
2. Mengetahui kondisi faktor ekologis makrofita air di perairan Krabyakan, Desa Sumbergepoh, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang.

3. Mengetahui zonasi habitat perairan Krabyakan berdasarkan makrofita air di Desa Sumbergepoh, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi akademisi, hasil penelitian ini dapat dijadikan input untuk penelitian “bioassay” pada spesies makrofita air.
2. Bagi “stakeholders”, hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengontrol berbagai aktivitas manusia yang ada di sekitar perairan Krabyakan dan sebagai acuan dalam upaya rehabilitasi ekosistem perairan tersebut.
3. Bagi pemerintah desa setempat, hasil penelitian ini dapat digunakan untuk perencanaan pengelolaan perairan Sungai Welang secara terpadu.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Krabyakan, Desa Sumbergepoh, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang Jawa Timur pada bulan Februari hingga Juni 2011.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Perairan

Kata ekologi berasal dari bahasa Yunani *oikos*, berarti “rumah atau tempat untuk hidup”. Ekologi didefinisikan sebagai ilmu tentang hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya (Odum, 1993; Subarijanti, 2000a; Kristanto, 2002). Ekosistem perairan merupakan suatu unit ekologis yang mempunyai komponen biotik dan abiotik yang saling berhubungan di habitat perairan. Komponen biotik terdiri dari flora dan fauna, sedangkan komponen abiotik terdiri atas komponen tak hidup, misalnya air dan sifat fisik dan kimianya (Sudaryanti, 2002a).

Berdasarkan kejadiannya, ekosistem perairan dibedakan menjadi perairan alami, misalnya sungai dan perairan buatan, misalnya waduk, kolam, dan tambak (Sudaryanti, 2002a). Menurut Odum (1993) berdasarkan habitatnya, ekosistem perairan dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

1. Air tergenang, atau habitat lentik (berasal dari kata *lenis* berarti tenang), seperti danau, kolam, rawa atau pasir terapung.
2. Air mengalir, atau habitat lotik (berasal dari kata *lotus* berarti tercuci), seperti mata air, aliran air (“brook-creek”) atau sungai.

Ekosistem perairan secara garis besar dipengaruhi oleh faktor-faktor iklim (kondisi cuaca yang berlangsung dalam jangka panjang pada suatu wilayah), fisiografi (bentuk permukaan bumi sebagai hasil proses geologis dan proses geomorfologis), edafik (sifat-sifat fisik dan kimia air dan tanah yang menentukan komposisi tumbuhan dan hewan yang mampu hidup pada suatu habitat), dan faktor biotik (keanekaragaman flora fauna) (Nirarita *et al.*, 1996 dalam Sudaryanti, 2002a). Menurut Subarijanti (2000a) perubahan lingkungan dalam ekosistem

perairan akan berdampak pada organisme perairan dengan 3 kemungkinan, yaitu: (1) kemungkinan organisme mati, (2) kemungkinan organisme hidup tapi menderita, (3) kemungkinan organisme tetap hidup normal. Perubahan lingkungan tersebut disebabkan oleh 2 faktor, yaitu:

- a. Faktor ekstrinsik, yaitu faktor luar misalnya karena adanya bencana alam (gempa bumi, banjir, gunung meletus) dan karena aktivitas manusia yang dapat mencemari perairan.
- b. Faktor intrinsik (faktor dari dalam) karena adanya perubahan secara alami, misalnya adanya "blooming" alga, tumbuhnya gulma (tanaman pengganggu), adanya predator, kematian massal dan sebagainya.

2.2 Komunitas Makrofita Air

Tanaman air sebagai penghuni perairan merupakan tumbuhan yang hidupnya berada di air (Sunarmi dan Purwohadijanto, 1990). Menurut Sudaryanti (1997a) makrofita adalah tanaman yang cukup mudah dikenali, sebagian besar terdiri dari taxa Bryophyta (mosses dan liverwort), Charales, dan Angiospermae. Sifat hidupnya bervariasi yaitu seluruhnya di bawah permukaan air, sebagian muncul di permukaan air dan sebagian di bawah permukaan air, seluruhnya muncul di permukaan air, daerah tepi sungai, vegetasi di pinggir sungai, beberapa mengapung bebas.

Ciri makrofita air umumnya berdaun lebar dan memiliki mekanisme untuk mengapungkan daun dan bunganya walaupun akarnya berada di dasar perairan. Mekanisme itu misalnya mengembangkan batang yang ringan dan berpori berisi udara. Biasanya, tumbuhan air memiliki mekanisme perkembangbiakan non biji, misalnya dengan rizhoma. Stomata hampir semuanya berada di atas daun dan jumlahnya sangat banyak untuk memudahkan pengambilan karbon dioksida, batang tidak keras dan umumnya monokotil. Ciri lainnya yaitu tidak memiliki

kutikula serta akar mempunyai khusus yang tidak digunakan untuk menopang tubuh melainkan hanya untuk menahan dari arus air yang kuat. Akarnya juga dimanfaatkan untuk bernafas. Mereka juga memiliki mekanisme penyimpanan air. Sebagian spesies mengembangkan batang dan ranting yang berongga, dan sebagian lain mengembangkan akar berumbi (id.answers.yahoo.com, 2011).

Menurut Sunarmi dan Purwohadijanto (1990) tanaman air erat kaitannya dengan kelestarian lingkungan hidup perairan, ditinjau dari kepentingan manusia secara langsung maupun tidak langsung tanaman air akan mempengaruhi fungsi dan tata guna perairan. Beberapa jenis tanaman air sangat diperlukan perairan dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Tanaman air sebagai makanan ikan-ikan herbivora, tempat berlindung ikan-ikan kecil atau beberapa jenis biota yang lain dari serangan predator, tempat berteduh dan lain sebagainya.

Menurut Sudaryanti (1997a) makrofita merupakan tanaman yang mudah dikenali dan merupakan indikator yang sensitif untuk melihat kondisi perairan tempat hidupnya. Jika tanaman hidup di suatu tempat, maka keadaan lingkungannya dapat disimpulkan atau sebaliknya jika habitat telah diketahui, maka tipe vegetasi yang cocok dapat diketahui. Adapun kategori tanaman berdasarkan kepekaan terhadap pencemaran dapat dibagi menjadi:

1. Sangat toleran, misalnya *Potamogeton pectinatus*
2. Toleran, misalnya *Mimulus gutatus*, *Potamogeton ciprus*, *Schoenoplectus lacustris*, *Sparganium emersum*, *Sparganium erectum* dan *Enteromorpha* sp.
3. Agak toleran, misalnya *Agrostis stolonifera*, *Butomus umbellatus*, *Glyceria minor* agg, *Nuphar lutea*, *Roripo amphibian*.

2.3 Macam-Macam Makrofita Air

➤ Berdasarkan Habitat

Tumbuhan air berdasarkan habitatnya dapat dikelompokkan menjadi “terrestrial plants” adalah tumbuhan air yang seluruh organ tubuhnya belum tertutup air, “emerged plants” adalah tumbuhan air yang akarnya berada dalam air dan bagian lainnya berada di permukaan air, “floating plants” adalah tumbuhan air yang bagian akar dan batangnya berada dalam air, sedangkan daunnya mencuat ke permukaan air, dan “submerged plants” adalah tumbuhan air yang seluruh bagian tubuhnya berada dalam air (Odum, 1993).

Menurut Subarijanti (2000a) tumbuhan benthik atau tumbuhan berakar yaitu anggota dari spermatofita (tumbuhan biji) terbagi atas 3 golongan, yaitu:

- a. Tumbuhan yang berakar di dasar dan bagian atasnya keluar dari permukaan air. Contohnya teratai (*Nymphaeae* sp.), Cyperaceae (*Scirpus grossus*), enceng gondok (*Eichornia crassipes*). Tumbuhan yang berakar di dasar dengan bagian atasnya muncul di atas permukaan air ini mengambil CO₂ dari udara dan zat-zat hara lainnya diperoleh dari dasar perairan (di bawah permukaan air). Dengan demikian mempunyai fungsi sebagai berikut:
 - Sebagai pompa zat hara dalam ekosistem perairan
 - Sebagai bahan makanan atau tempat berlindung berbagai hewan amfibi maupun larva ikan
 - Merupakan tempat keluar masuknya bermacam-macam insekta.

Sedangkan segi negatifnya, antara lain:

- Menghalangi masuknya cahaya matahari ke dalam air
- Oksigen hasil fotosintesa dilepaskan kembali ke udara.

b. Tumbuhan yang terapung dipermukaan air. Contohnya: kiambang (*Azolla pinnata*) dan semanggi (*Marsiela crenata*). Tumbuhan jenis ini hanya bisa hidup di permukaan perairan yang cukup mineral. Tumbuhan jenis ini mempunyai fungsi seperti golongan (a). Segi negatifnya juga mengurangi penetrasi cahaya dan melepaskan O_2 hasil fotosintesa ke udara. Sedangkan segi positifnya seperti tanaman teratai, bagian bawah daun yang letaknya horizontal di permukaan air merupakan tempat melekatnya telur-telur hewan air.

c. Tumbuhan yang berakar di dasar dan bagian atasnya melayang dalam air. Contohnya: *Hydrilla verticillata*, *Ceratophyllum*, *Potamogeton*, *Chara*, *Vallisneria*, *Aua charis*. Tanaman ini menambah oksigen dalam air. Segi negatifnya, sering kali tumbuh dengan subur dan merupakan perintang di saluran-saluran air juga merintangai lalu lintas air dan merintangai usaha penangkapan ikan. Tumbuhan dari jenis *Chara* ini sering merupakan tanda batas sebelah dalam wilayah litoral, karena tanaman ini dapat tumbuh di air yang dalam.

➤ Berdasarkan Taksonomi

Menurut Cook *et al.*, (1974) makrofit air tawar diinterpretasikan sebagai Charophyta ("stoneworts"), Bryophyta (lumut dan "liverworts"), Pteridophyta (pakis dan sejenis pakis) dan Spermatophyta (tanaman berbiji) yang bagian aktif fotosintesisnya secara permanen atau, sedikitnya, untuk beberapa bulan tiap tahun tenggelam dalam air tawar atau melayang pada permukaan air.

a. Charophyta

Tumbuhan yang memiliki talus yang ukurannya bervariasi, meliputi golongan ganggang/alga. Sel ruas aksial tunggal biasanya mempunyai panjang 1 – 4 cm tetapi kadang-kadang mencapai panjang 15 cm dan lebar 0,3 cm. Gametangia dimasukkan dalam selaput dari sel-sel steril.

Pada betina selaput (oogonium) terdiri dari 5 sel panjang yang membelit telur dengan rapat, satu atau dua ujung sel membentuk koronula. Jantan terdiri dari 8 (kadang 4) dekat lempengan segitiga yang bersama-sama ke dalam globosa anteridium; gamet dihasilkan, satu dalam masing-masing sel, dalam filamen uniseriat diantara anteridium.

b. Bryophyta

Kriptogam dengan gametofit dominan (fase haploid). Ketidaktentuan gametofit, talus atau diferensiasinya ke batang dengan daun. Gamet yang berkembang dikelilingi oleh satu lapisan sel tebal yang steril. Gamet jantan tidak jelas dan biflagel. Sporofit (fase diploid) parasit pada gametofit, terdiri dari kapsul yang mengandung spora dan sebuah batang yang panjang, pendek atau ada kalanya tidak muncul. Meliputi golongan lumut-lumutan.

c. Pteridophyta

Tanaman dengan sebuah pergantian generasi yang hidup bebas. Sporofit dengan jaringan vaskuler, herbaceus, bereproduksi dengan spora yang memberikan kenaikan terhadap gametofita talus kecil (protalus) erat kaitannya dengan arkegonia dan anteridia. Meliputi golongan paku-pakuan.

d. Spermatophyta

Meliputi tumbuhan berbiji, baik berkeping satu (monokotil) maupun berkeping dua (dikotil). Ovula dimasukkan dalam sebuah ovari yang biasanya dimahkotai dengan corak mode dan stigma. Butiran benang sari (mikrospora) menempel pada stigma dan fertilisasi terjadi melalui tabung benang sari.

2.4 Faktor Ekologis yang mempengaruhi Pertumbuhan Makrofita Air

2.4.1 Cahaya Matahari

Cahaya merupakan sumber energi utama dalam ekosistem perairan. Cahaya secara kualitatif digambarkan dalam distribusi spektrumnya yang tergantung dari perbedaan panjang gelombang. Cahaya dengan panjang gelombang lebih dari 760 nm disebut "infra red" dan panjang gelombang kurang dari 300 nm disebut "ultra violet". Kisaran panjang gelombang antara ultra violet dan infra red disebut cahaya "visible" dengan panjang gelombang 400 – 720 nm. Spektrum tersebut sangat penting dalam aspek biologis karena dapat diserap oleh tanaman untuk proses fotosintesis (Parsons *et al.*, 1977 dalam Sudaryanti 1989). Spektrum cahaya merah dan oranye (550 nm) merupakan spektrum cahaya yang paling efektif digunakan dalam aktivitas fotosintesis tumbuhan perairan (Brown, 1987 dalam Effendi, 2003).

Jumlah radiasi yang mencapai permukaan perairan sangat dipengaruhi oleh awan, ketinggian dari permukaan laut ("altitude"), letak geografis dan musim. Penetrasi cahaya ke dalam air sangat dipengaruhi oleh intensitas dan sudut pandang cahaya, kondisi permukaan air, dan bahan-bahan yang terlarut dan tersuspensi dalam air (Boyd, 1988; Welch, 1952 dalam Effendi, 2003). Vegetasi yang ada di sepanjang aliran air juga dapat mempengaruhi intensitas cahaya yang masuk ke dalam air, karena tumbuhan-tumbuhan tersebut juga mempunyai kemampuan untuk mengabsorpsi cahaya matahari. Efek ini terutama akan terlihat pada daerah-daerah hulu yang aliran airnya umumnya masih kecil dan sempit (Barus, 2002).

Menurut Munawaroh (2010) cahaya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Tumbuhan sangat membutuhkan cahaya matahari untuk fotosintesis. Intensitas dan kualitas cahaya yang masuk ke dalam air akan menentukan syarat-syarat bagi aktivitas fotosintesa tumbuhan hijau baik

yang makro (submerged) maupun yang mikro seperti fitoplankton. Cahaya yang diabsorpsi menghasilkan panas, sifat panas air merupakan faktor yang sangat penting bagi air dalam mempertahankan sebagai lingkungan hidup yang cocok. Tumbuh-tumbuhan masih dapat berasimilasi bila ada cahaya matahari yang cukup, disamping CO₂ dan air (Sunarmi dan Purwohadijanto, 1990).

2.4.2 Kecerahan

Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang ditentukan secara visual dengan menggunakan "secchi disk". Nilai kecerahan dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan dan padatan tersuspensi serta ketelitian orang yang mengukur. Tingkat kecerahan yang rendah dapat mengganggu penetrasi cahaya ke dalam air (Effendi, 2003).

Kecerahan perairan dapat digunakan sebagai parameter dalam mengukur kualitas perairan. Kecerahan dapat dipengaruhi oleh adanya bahan organik dan anorganik serta mikroorganisme air yang mengakibatkan air menjadi kotor dan tidak jernih. Keadaan ini mengganggu penetrasi sinar matahari sehingga mengganggu fotosintesis tanaman air (Sutrisno dan Suciastuti, 2004).

2.4.3 Suhu

Suhu dalam perairan sangat berperan penting karena mempengaruhi kualitas atau sifat fisis khemis perairan serta biologi perairan (Subarijanti, 2000a). Menurut Effendi (2003) suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang ("latitude"), ketinggian dari permukaan laut ("altitude"), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Penetrasi cahaya ke dalam air sangat dipengaruhi oleh intensitas dan sudut datang cahaya, kondisi permukaan air, dan bahan-bahan yang terlarut dan tersuspensi di dalam air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem

perairan karena organisme akuatik mempunyai kisaran suhu tertentu yang disukai bagi pertumbuhannya.

Pola suhu ekosistem air dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dan udara sekelilingnya, ketinggian geografis dan juga oleh faktor kanopi (penutupan oleh vegetasi) dari pepohonan yang tumbuh di tepi. Disamping itu pola suhu perairan dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor antropogen (akibat aktivitas manusia) seperti limbah panas yang berasal dari pendingin pabrik, penggundulan DAS yang menyebabkan hilangnya perlindungan, sehingga badan air terkena cahaya matahari secara langsung. Hal ini terutama akan menyebabkan peningkatan suhu suatu sistem perairan (Barus, 2002).

Menurut Irma (2010) setiap makhluk hidup memiliki batas toleransi pada suhu. Jika suhu lingkungan terlalu dingin atau terlalu panas, maka makhluk hidup tidak dapat tumbuh dan berkembang sempurna. Tinggi rendah suhu menjadi salah satu faktor yang menentukan tumbuh kembang, reproduksi dan juga kelangsungan hidup dari tanaman. Suhu yang baik bagi tumbuhan adalah antara 22 °C sampai dengan 37 °C. Suhu yang lebih atau kurang dari batas normal tersebut dapat mengakibatkan pertumbuhan yang lambat atau berhenti. Setiap spesies tumbuhan umumnya memiliki suhu optimum yang berbeda-beda. Pada suhu yang optimum, suatu spesies tumbuhan mengalami pertumbuhan dan perkembangan dengan baik. Suhu mempengaruhi semua kegiatan tumbuhan yang berkaitan dengan proses pertumbuhan dan perkembangan seperti penyerapan air, fotosintesis, penguapan (transpirasi) dan pernapasan (respirasi).

Hasil pengamatan di perairan kolam Sumberawan menunjukkan bahwa jenis makrofit air jenis *Cyperus ferrugineus*, *Pontederia cordata*, dan *Ipomoea aquatica* tumbuh pada suhu air 23 °C, sedangkan *Lemna perpusilla* tumbuh pada suhu 22 °C (Trisna, 2011). Hasil pengamatan di perairan Sungai Wendit

menunjukkan bahwa makrofita air jenis *Ipomoea aquatica*, *Scirpus longii*, dan *Salvinia molesta* tumbuh pada suhu air 25 °C (Aprianawati, 2005).

2.4.4 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Andayani (2005) pH adalah cerminan dari derajat keasaman yang diukur dari jumlah ion H⁺. Nilai pH suatu ekosistem air dapat berfluktuasi terutama dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis. Peningkatan laju fotosintesis akan meningkatkan pH air (Barus, 2002). Menurut Effendi (2003) pH berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Semakin tinggi nilai alkalinitas dan semakin rendah kadar karbondioksida bebas, maka nilai pH akan semakin tinggi. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5 dan pada pH < 4, sebagian besar tumbuhan air mati karena tidak dapat bertoleransi terhadap pH rendah.

Pengukuran pH tanah sangat penting, diantaranya dapat menentukan mudah tidaknya unsur-unsur hara diserap tanaman, menunjukkan kemungkinan adanya unsur-unsur beracun serta mempengaruhi perkembangan mikroorganisme tanah (Hardjowigeno, 1995). Menurut Sarief (1986) pH sangat mempengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Pada pH netral, yaitu 6,5 – 7,5, ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup banyak (optimal) sehingga merupakan keadaan yang terbaik bagi pertumbuhan tanaman pada umumnya.

Menurut Cook *et al.*, (1974) *Marsilea crenata* mempunyai habitat pada daerah tergenang, areal pertanian dan tumbuh optimal pada pH 5 – 7,7. Menurut Aprianawati (2006) *Alternanthera philoxeroides*, *Ipomoea aquatica*, dan *Saururus cernuus* ditemukan pada pH < 7. Sedangkan *Lemna perpusilla* dan *Salvinia molesta* ditemukan pada pH air 8.

2.4.5 Karbondioksida (CO₂)

Menurut Arfiati (2001) karbondioksida (CO₂) merupakan gas yang sangat diperlukan dalam proses fotosintesis, di udara jumlahnya sangat sedikit $\pm 0,033$ % dan melimpah di dalam air hingga mencapai 12 mg/l. Sumber CO₂ dalam air adalah difusi dari udara, proses dekomposisi bahan organik, air hujan dan air bawah tanah maupun hasil respirasi organisme. Bentuk karbondioksida dalam air ada empat macam, yaitu: (1) CO₂ gas yang bebas, (2) Asam karbonat (H₂CO₃), (3) Bikarbonat (HCO₃⁻), dan (4) Karbonat (CO₃²⁻). Perairan yang diperuntukkan bagi kepentingan perikanan sebaiknya mengandung kadar karbondioksida bebas < 5 mg/liter. Kadar karbondioksida bebas sebesar 10 mg/liter masih dapat ditolerir oleh organisme akuatik, bila disertai kadar oksigen yang cukup (Effendi, 2003).

Tanaman, termasuk semua jasad hidup, membutuhkan makanan untuk energi dalam proses pertumbuhan. Tanaman tingkat tinggi memperoleh makanan dari senyawa anorganik sederhana yang diserap dari atmosfer atau tanah. Karbondioksida merupakan sumber karbon yang dibutuhkan tanaman dalam membentuk gula, pati, dan selulosa (Syekhfani, 1997).

Menurut Barus (2002) di dalam sel tumbuhan dan hewan, karbondioksida terbentuk dari proses respirasi senyawa organik, sementara melalui proses fotosintesis karbondioksida bersama air akan membentuk karbohidrat dan oksigen. Dalam hal fotosintesis ada perbedaan antara fotosintesis yang berlangsung pada ekosistem terestrial dibandingkan dengan ekosistem air. Sumber karbondioksida yang dibutuhkan pada proses fotosintesis di ekosistem terestrial sepenuhnya diambil langsung dari udara. Pada ekosistem air, proses fotosintesis bergantung pada karbondioksida yang terdapat dalam air. Ada jenis tumbuhan air yang dapat mengasimilasi karbondioksida bebas secara langsung, tetapi sumber karbondioksida penting lainnya berupa ion karbonat dan ion

bikarbonat. Berdasarkan sumber karbondioksida yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis, tumbuhan air dibedakan menjadi 3 tipe, yaitu:

- Tipe yang membutuhkan karbondioksida bebas yang terlarut, seperti sejenis lumut air (*Fontinalis antipyretica*) disebut sebagai tipe *Fontinalis*.
- Tipe yang membutuhkan karbondioksida bebas yang terlarut, juga dalam bentuk ion-ion karbonat, seperti *Elodea canadensis* disebut sebagai tipe *Elodea*
- Tipe yang membutuhkan terutama ion HCO_3^- (bikarbonat) sebagai sumber karbondioksida, seperti sejenis ganggang hijau (*Scenedesmus quadricauda*) disebut tipe *Scenedesmus*.

2.4.6 Nutrien

Menurut Subarijanti (2000a) tiga unsur penting untuk pertumbuhan tanaman tingkat rendah maupun tingkat tinggi yaitu potassium (k), nitrat dan fosfat. Unsur-unsur ini biasanya menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman di perairan, terutama unsur nitrogen dan fosfor, karena merupakan unsur yang sangat penting bagi tanaman. Pada keadaan normal kedua unsur tersebut menunjukkan perbandingan 16:1. Rasio N:P ini selalu berubah tergantung keadaan lingkungan. Misalnya pada musim hujan rasio N:P ini bisa mencapai 40:1 bahkan lebih karena adanya penambahan unsur N dari air hujan.

- Nitrogen

Menurut Subarijanti (1990a) dalam Arfiati (2001) nitrogen merupakan salah satu unsur penting bagi pertumbuhan organisme dan merupakan salah satu unsur utama pembentuk protein. Konsentrasi nitrogen akan turun akibat proses fotosintesis yang tinggi, tetapi pada saat bersamaan konsentrasi nitrat akan naik karena membusuknya zat-zat organik. Effendi (2003) menyebutkan

bahwa sumber nitrogen yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik adalah nitrat (NO_3), amonium (NH_4^+), dan gas nitrogen (N_2). Nitrat merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Hardjowigeno (1995) menyebutkan bahwa nitrogen dalam tanah berasal dari: (1) Bahan organik tanah, merupakan sumber utama di dalam tanah, (2) Pengikatan oleh mikroorganisme dari N udara, (3) Pupuk, dan (4) Air hujan.

Effendi (2003) menyatakan bahwa kadar nitrat nitrogen melebihi 0,2 mg/liter dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan, yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat (*blooming*). Nitrat juga dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat 0 – 1 mg/liter, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1 – 5 mg/liter, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat berkisar antara 5 – 50 mg/liter.

Nitrogen adalah unsur yang berpengaruh cepat terhadap pertumbuhan tanaman. Bagian vegetatif tanaman berwarna hijau cerah hingga hijau gelap bila kecukupan N, karena ia berfungsi sebagai regulator penggunaan kalium, fosfor dan unsur-unsur lain yang terlibat dalam proses fotosintesis. Bila kekurangan N, maka tanaman kerdil dan pertumbuhan perakaran mengalami penghambatan (Syekhfani, 1997). Menurut Sugito (1999) nitrat merupakan bentuk senyawa N yang paling banyak diserap oleh tanaman. N-anorganik dalam tanaman akan segera diubah menjadi asam-asam amino dan akhirnya dirangkai menjadi protein tanaman. Sebagai pelengkap bagi peranannya dalam sintesa protein, N merupakan bagian tak terpisahkan dari molekul klorofil dan karenanya pemberian N dalam jumlah yang cukup akan mengakibatkan pertumbuhan vegetatif yang

subur dan warna daun hijau gelap. Secara fungsional nitrogen juga penting sebagai penyusun enzim yang sangat besar peranannya dalam proses metabolisme tanaman, karena enzim tersusun dari protein. Nitrogen merupakan unsur yang amat mobil dalam tanaman yang berarti bahwa protein fungsional yang mengandung N dapat terurai pada bagian tanaman yang lebih tua, kemudian diangkut ke jaringan muda yang tumbuh aktif.

Menurut Aprianawati (2006) *Lemna perpusilla* dan *Salvinia molesta* dapat ditemukan pada air dengan kandungan nitrat 0,1 mg/L, sedangkan *Marsilea crenata* ditemukan pada perairan dengan kandungan nitrat > 0,1 mg/L.

- Fosfor

Sumber-sumber mineral fosfat antara lain: fluorapatite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$), hidroksilapatite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$), strengite ($\text{Fe}(\text{PO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$), whitlockite ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), dan berlinite (AlPO_4). Mineral-mineral tersebut dapat ditemukan dalam batuan beku dan batuan sedimen yang sukar larut dalam air. Ortofosfat merupakan senyawa fosfat yang berbentuk anorganik dan larut dalam air sehingga bisa digunakan langsung oleh tanaman. Ortofosfat di perairan alami merupakan hasil dari proses pelapukan batuan alami, erosi tanah, pemupukan dan hasil mineralisasi bahan organik yang berasal dari tubuh biota nabati atau hewani. Oksigen berperan penting dalam mengontrol pembebasan fosfor dari sedimen, jika kondisi sedimen anoksik maka sedimen akan membebaskan fosfor 1000 kali lebih cepat dari pada sedimen oksik. Konsentrasi fosfor dalam air relatif rendah dan jarang sekali mencapai 0,1 mg/liter. Mobilitas ortofosfat dalam air juga rendah, jika bahan organik air tinggi fosfat akan terikat bahan organik sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman air dan fitoplankton (Arfiati, 2001). Sedangkan penambahan unsur fosfor di perairan umum, biasanya berasal dari limbah rumah tangga dan sisa-sisa pupuk dari persawahan di sekitarnya yang

masuk melalui aliran air. Penambahan unsur fosfor ini akan menentukan struktur komunitas dan perubahan tingkat kesuburan perairan. Menurut Effendi (2003) berdasarkan kadar ortofosfat, perairan diklasifikasikan menjadi perairan oligotrofik yang memiliki kadar ortofosfat 0,003 – 0,01 mg/l, perairan mesotrofik yang memiliki kadar ortofosfat 0,011 – 0,03 mg/l, dan perairan eutrofik memiliki kadar ortofosfat 0,031 – 0,1 mg/l.

Fosfor dalam tanah berada dalam bentuk senyawa organik maupun anorganik. Bila tersedia dalam bentuk organik, maka perombakan merupakan proses penting dalam penyediaan P bagi tanaman. Fosfor organik dijumpai sebagai senyawa fitin, asam nukleat, dan lain-lain. Sedangkan fosfor anorganik umumnya dijumpai sebagai: (a) senyawa Ca, Fe, dan Al, (b) dalam larutan tanah, (c) terjerap pada permukaan kompleks padatan, (d) terserap dalam fase padatan, dan (e) anion fosfat terikat pada kisi-kisi liat (Syekhfani, 1997).

Menurut Subarijanti (2000b) fosfor di dalam tanah dasar mempunyai kedudukan yang stabil, sebab fosfor dalam bentuk organik dan anorganik bersenyawa dengan unsur kalsium (Ca), besi (Fe) atau aluminium (Al). Suasana basa dimana jika pH lebih besar dari 7 akan menyebabkan fosfor berikatan dengan unsur Ca menjadi $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dan akan mengendap. Suasana asam dimana pH kurang dari 6 mengakibatkan fosfor berikatan dengan Fe atau Al yang juga akan mengendap.

Unsur P berkaitan erat dengan penyusunan bagian penting tanaman seperti asam nukleat pada inti sel. Fosfor berfungsi pada berbagai reaksi biokimia dalam metabolisme karbohidrat, lemak dan protein (Syekhfani, 1997). Fosfor dalam bentuk senyawa fosfat organik, bertanggung jawab terhadap perubahan energi dalam organisme hidup. Sejumlah senyawa fosfat telah terbukti bersifat esensial bagi fotosintesis, sintesis asam amino, metabolisme lemak dan S, serta oksidasi biologis. Karena peranannya sebagai energi

tanaman, P merupakan unsur yang segera mobil dan dipusatkan di bagian pertumbuhan aktif. Tanaman menyerap sebagian besar kebutuhan fosfornya dalam bentuk ortofosfat primer H_2PO_4^- . Sejumlah kecil bentuk HPO_4^{2-} juga diserap dan bentuk P yang terdapat dalam tanah dikendalikan oleh pH larutan tanah (Sugito, 1999).

Menurut Aprianawati (2006) *Lemna perpusilla* dan *Salvinia molesta* dapat ditemukan pada air dengan kisaran ortofosfat 1 – 2 mg/L, sedangkan *Marsilea crenata* ditemukan pada perairan dengan kandungan ortofosfat > 2 mg/L. Makrofit jenis *Eleuterantera ruderalis*, dan *Saururus cernus* ditemukan pada perairan dengan kisaran kandungan fosfat sedimen 1 – 13 %, *Alternantera philoxeroides* pada habitat dengan kandungan fosfat 23 – 42 %, dan *Ipomoea aquatica* ditemukan pada perairan yang substratnya mengandung fosfat > 60 %.

2.4.7 Kecepatan Arus

Arus adalah faktor yang mempunyai peranan yang sangat penting baik pada perairan *lotik* maupun pada perairan *lentik*. Hal ini berhubungan dengan penyebaran organisme, gas-gas terlarut dan mineral yang terdapat di dalam air. Kecepatan aliran air akan bervariasi secara vertikal (Barus, 2002). Menurut Odum (1993) kecepatan arus dipengaruhi oleh kemiringan, kekasaran, kedalaman dan lebar dasar perairan.

Pengaruh arus terhadap organisme air yang paling penting adalah ancaman bagi organisme tersebut dihanyutkan oleh arus yang deras. Kecepatan arus pada suatu ekosistem air sangat berfluktuasi dari waktu ke waktu tergantung dari fluktuasi debit dan aliran air dan kondisi substrat yang ada (Barus, 2002). Perairan menggenang dicirikan oleh arus yang sangat lambat (0,001 – 0,01 m/detik) yang bergerak ke berbagai arah atau tidak ada arus sama sekali. Sedangkan perairan mengalir dicirikan oleh arus searah dan relatif

kencang, dengan kecepatan yang berkisar antara 0,1 – 1,0 m/detik (Effendi, 2003).

Welch (1980) mengklasifikasikan kecepatan arus menjadi 5 kelompok, yaitu:

- a. Kecepatan arus > 100 cm/s : sangat cepat
- b. Kecepatan arus 50 – 100 cm/s : cepat
- c. Kecepatan arus 25 – 50 cm/s : sedang
- d. Kecepatan arus 10 – 25 cm/s : lambat
- e. Kecepatan arus < 10 cm/s : sangat lambat

Menurut Aprianawati (2006) Spesies *Alternantera philoxeroides*, *Lemna perpusilla*, dan *Salvinia molesta* dapat ditemukan pada kelas arus < 10 cm/s. *Eleuterantera ruderalis*, *Marsilea crenata*, *Saururus cernuus*, dan *Ipomoea aquatica* ditemukan pada kelas arus 10-25 cm/s.

2.4.8 Substrat

Menurut Nofdianto (2002) substrat mempunyai peranan penting dalam kehidupan makrofita, yaitu sebagai tempat melekatnya akar dan sebagai penyedia unsur hara bagi makrofita. Tumbuhan yang berakar di dasar mendapat suplai makanan dari sedimen. Tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Tumbuhan akan tumbuh dan berkembang dengan optimal bila kondisi tanah tempat hidupnya sesuai dengan kebutuhan nutrisi dan unsur hara. Kondisi tanah ditentukan oleh faktor lingkungan lain, misalnya suhu, kandungan mineral, dan air (Munawaroh, 2010).

Substrat yang berbeda di dasar perairan mempunyai hubungan yang sangat erat dengan kecepatan arus (Barus, 2002). Menurut Sudaryanti dan Marsoedi (1995) substrat batuan umumnya ditemukan di daerah berarus deras sebaliknya substrat lumpur ditemukan di daerah berarus lambat, sedangkan

substrat pasir umumnya ditemukan di daerah peralihan antara arus deras dan arus lambat.

Menurut Aprianawati (2006) *Saururus cernuus* ditemukan pada substrat berpasir, *Ipomoea aquatica* ditemukan pada substrat lempung berpasir, dan *Nasturtium officinale* ditemukan pada substrat berpasir dan lempung berpasir. Menurut Sutini dan Risjani (1988) tanaman yang tumbuh di atas lumpur adalah *Callitriche*, *Potamogeton*, *Elodea canadensis* dan *Numpher lutea*. Pada daerah littoral dengan lumpur mud dimana alirannya kecil komunitas tanaman lebih bervariasi, diantaranya: *Glyceria aquatica*, *Sparganium erectum*, dan beberapa jenis lain seperti *Schoenoplectus lacustris*, *Typha*, *Phragmetis*. Di daerah agak lunak komunitas ini ditambah lagi dengan jenis *Juncus carex*, dan di daerah agak keras dapat tumbuh *Nasturtium officinale* dan *Apium nodosum*.

2.5 Ordinasi

Menurut ter Braak (1986) dalam Sudaryanti (1997b) permasalahan yang sering dihadapi dalam studi ekologi komunitas adalah penggunaan “univariate analysis” yang kurang memuaskan, karena hasil analisis perbedaan beberapa variabel tidak nyata berdasarkan “univariate analysis”, ternyata dengan menggunakan “multivariate analysis” perbedaan menjadi sangat nyata. Teknik multivariate menganggap bahwa setiap spesies mempunyai sumbangan terhadap suatu site dan waktu. Karena itu “multivariate analysis” memberikan interpretasi yang bermanfaat untuk deteksi perubahan spasial dan temporal suatu komunitas. Pengaruh faktor lingkungan terhadap komunitas hidup adalah kompleks, sehingga perlu dianalisis menggunakan multivariate. Klasifikasi dan ordinasi adalah teknik multivariate untuk membuat penyederhanaan dari keadaan alam yang kompleks.

Menurut Norris and Georges (1993) *dalam* Sudaryanti (1997b), apabila 2 faktor lingkungan atau biologis mempunyai korelasi, variabel yang satu akan memberikan informasi mengenai variabel lainnya. Informasi ini diperoleh apabila menggunakan teknik ordinasasi. Tujuan ordinasasi adalah mengurangi kompleksitas data multivariate dan mengeluarkan variabel yang tidak mempunyai korelasi dari data yang mempunyai korelasi.

Ordinasasi adalah alat untuk melakukan interpretasi data lapangan dari suatu kumpulan komunitas hidup, baik flora maupun fauna dan faktor lingkungannya. Teknik ordinasasi dibagi dalam 2 kelompok, yaitu "direct gradient analysis" dan "indirect gradient analysis". "Direct gradient analysis" menempatkan data spesies dan lingkungan dalam suatu data set secara bersama-sama, sedangkan "indirect gradient analysis" hanya menempatkan data spesies (ter Braak, 1994 *dalam* Sudaryanti, 1997b).

Menurut Sudaryanti (1997b) problem yang sering ditemukan dalam studi ekologi komunitas adalah mendapatkan bahwa spesies mempunyai respon terhadap faktor lingkungan lebih dari satu variabel. Analisis statistik yang tersedia adalah mengkaji dua variabel yang linear, data statistik yang digunakan adalah "indirect gradient analysis". Sedangkan pola pertumbuhan spesies tidak semuanya linear. Untuk itu dikembangkan "direct gradient analysis", yaitu menggabungkan ordinasasi dan regresi menjadi satu kesatuan analisis yang disebut dengan teknik "multivariate direct gradient analysis" yang disebut juga dengan canonical ordination dengan menggunakan program komputer CANOCO (Canonical Community Ordination).

Program CANOCO dirancang untuk analisis dalam studi ekologi komunitas. Tipe analisis yang dapat dilakukan oleh program CANOCO adalah untuk model linear dan unimodal. Untuk model linear dapat dilakukan secara "indirect gradient analysis" (PCA), maupun "direct gradient analysis" (RDA).

Untuk model unimodal, dapat dilakukan “indirect gradient analysis” (CA, DCA), maupun “direct gradient analysis” (CCA, DCCA). Program CANOCO dapat juga digunakan untuk analisis data yang tidak baku (Sudaryanti, 1997b).



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah makrofita air, sedangkan materi pendukung yang digunakan antara lain parameter nir air yang terdiri dari kecepatan arus dan substrat, parameter fisika yang terdiri dari suhu dan kecerahan, serta parameter kimia yang terdiri dari pH, CO₂, nitrat, ortofosfat, nitrogen sedimen dan fosfat sedimen.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif yang bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai keadaan saat pengamatan. Metode ini merupakan upaya mendeskripsikan, mencatat, menganalisis dan menginterpretasikan kondisi-kondisi yang terjadi. Pengamatan ini tidak menguji hipotesa atau tidak menggunakan hipotesa, melainkan hanya mendeskripsikan informasi apa adanya sesuai dengan variabel-variabel yang diamati (Mardalis, 2008).

3.4 Sumber Data

Data adalah informasi atau keterangan mengenai suatu keadaan yang berkaitan dengan tujuan pengamatan. Data yang dikumpulkan dalam kegiatan penelitian ini meliputi:

a) Data Primer

Menurut Suryabrata (1988) data primer yaitu data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti (atau petugas-petugasnya) dari sumber pertamanya. Penelitian ini memperoleh data melalui observasi secara langsung di lapang. Observasi yang dilakukan meliputi kegiatan pengambilan sampel makrofita serta pengukuran parameter kualitas air baik parameter fisika maupun parameter kimia, serta mengamati komposisi makrofita yang ada di lapang.

Wawancara adalah teknik pengumpulan data yang digunakan peneliti untuk mendapatkan keterangan lisan melalui bercakap-cakap dan berhadapan muka dengan orang yang dapat memberikan keterangan. Wawancara ini dapat digunakan untuk melengkapi data yang diperoleh melalui observasi (Mardalis, 2008). Pada saat wawancara pertanyaan yang diajukan meliputi siapa saja yang memanfaatkan perairan Krabyakan dan perairan sekitarnya, pengelolaan mata air dari segi kuantitas dan kualitas airnya serta pengelolaan tanaman air yang ada di sana.

b) Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pihak lain (telah diolah) dan disajikan baik oleh pengumpul maupun pihak lain (Mulyanto, 2008). Data sekunder dalam kegiatan penelitian ini meliputi peta lokasi Mata Air Krabyakan, letak geografis lokasi penelitian, dan data-data lain yang mungkin diperlukan dalam penyusunan laporan serta jurnal dan kepustakaan yang menunjang penelitian mengenai ekologi makrofita.

3.5 Teknik Pengambilan Sampel

3.5.1 Komunitas Makrofita

Teknik pengambilan sampel makrofita menggunakan metode plot dengan petak tunggal berukuran 1 m² (Soegianto, 1994). Jumlah plot (petak) pengambilan sampel dari masing-masing stasiun berbeda tergantung luas

perairan dan penentuan letak plot tergantung banyaknya komposisi makrofita yang ada di perairan tersebut. Jumlah makrofita dihitung satu per satu pada setiap jenis dalam petak 1 m². Penentuan stasiun pengambilan sampel ditentukan berdasarkan tata guna lahan yang ada di sekitar perairan Krabyakan, dimana terbagi menjadi 7 stasiun, antara lain:

- stasiun 1 : perairan di sekitar daerah pertanian (pandan, pisang, tales) dengan luas 10,3 m x 3,6 m diambil sampel sebanyak 5 plot
- stasiun 2 : perairan di dekat daerah pertanian padi dengan luas 4,2 m x 3,2 m diambil sampel sebanyak 3 plot
- stasiun 3 : perairan di sekitar daerah pertanian (pandan, pisang) dengan luas 5,6 m x 2,2 m diambil sampel sebanyak 3 plot
- stasiun 4 : perairan sekitar tempat pemujaan dengan luas 8,8 m x 4,4 m diambil sampel sebanyak 5 plot
- stasiun 5 : perairan di sekitar daerah lahan terbuka dengan luas 5,1 m x 2,2 m diambil sampel sebanyak 3 plot
- stasiun 6 : perairan dekat Mata Air Krabyakan 1 dengan luas 11,8 m x 3,2 m diambil sampel sebanyak 5 plot
- stasiun 7 : perairan di daerah pertanian (kangkung) dengan luas 4,2 m x 3,7 m diambil sampel sebanyak 3 plot

Adapun denah lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 2.

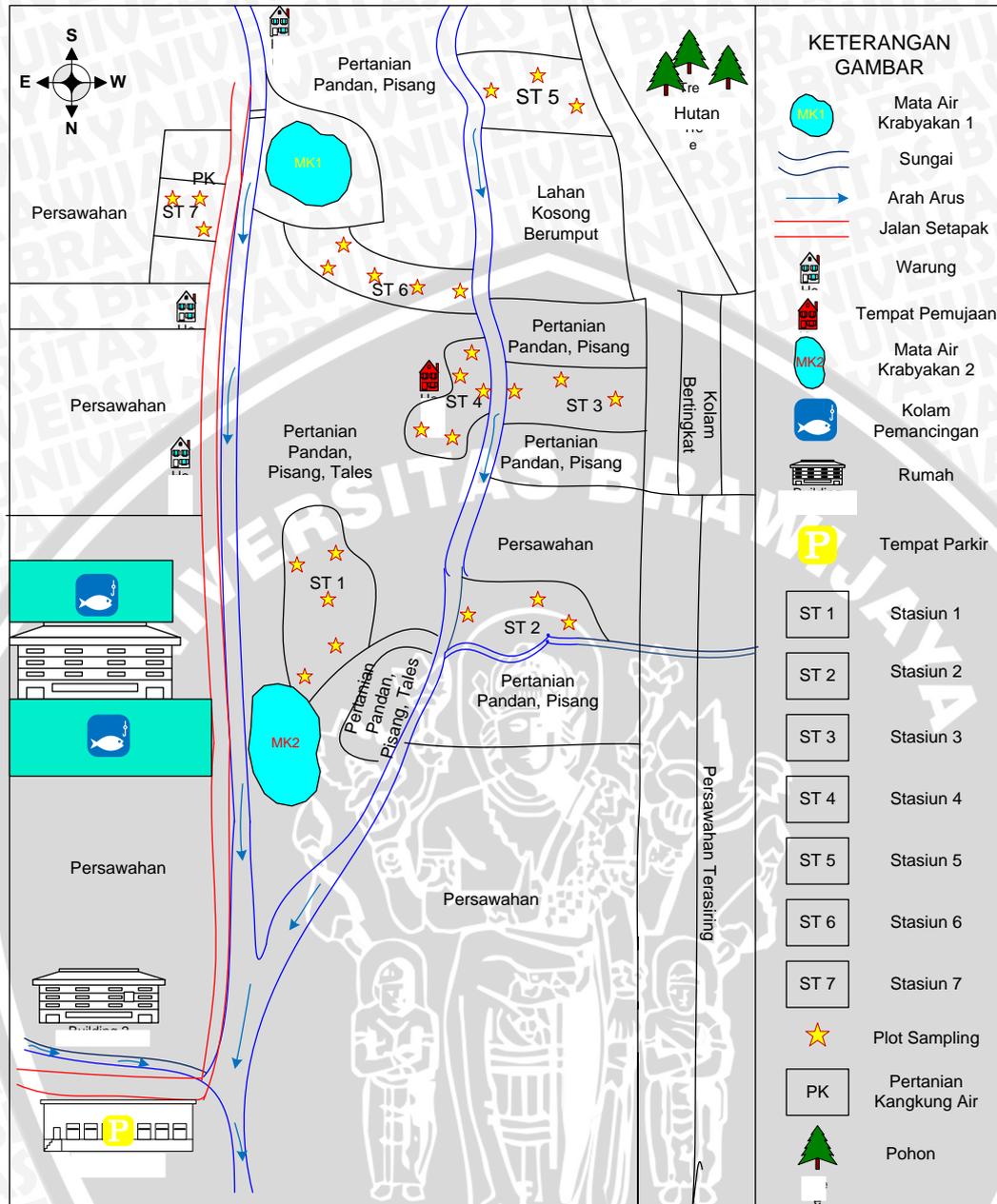
3.5.2 Parameter Nir Air

- Kecepatan Arus (Tim Asisten Limnologi, 2008)

Kecepatan arus dapat diukur menggunakan alat "Current Meter", tetapi kecepatan arus juga dapat diukur dengan menggunakan peralatan yang lebih sederhana menggunakan benda yang dapat melayang atau berada di bawah permukaan air biasanya digunakan botol air mineral ukuran sedang (400 ml).

Caranya:

- o Mengikat botol air mineral dengan tali rafia sepanjang 5 meter
- o Melepaskan botol yang sudah diikat tali rafia tersebut ke perairan



Gambar 2. Denah Lokasi Pengambilan Sampel

- o Menunggu hingga panjang tali 5 meter tersebut habis dan mencatat waktunya
- o Menghitung kecepatan arus dengan rumus:

$$v = \frac{s}{t}$$

Dimana: v = kecepatan arus (meter/detik)

s = panjang tali (m)

t = waktu (detik).

- **Penetapan Tekstur Tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005)**

Pereaksi: Larutan pendispersi natrium pirofosfat 4 % (melarutkan 40 g $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ dengan air bebas ion dan diimpitkan hingga 1 liter)

Cara Kerja:

- Menimbang 25 g sampel tanah halus < 2 mm dan dimasukkan dalam piala gelas
- Menambahkan 10 ml larutan pendispersi natrium pirofosfat dan dipindahkan ke piala logam
- Mengencerkan campuran dengan air bebas ion sampai isi 200 ml
- Mengaduk campuran dengan mesin pengaduk kecepatan tinggi selama 5 menit
- Memindahkan campuran ke dalam gelas ukur 500 ml (melakukan pembilasan)
- Mengencerkan dengan air bebas ion sampai isi 500 ml dan diaduk dengan pengaduk khusus dan membiarkannya semalam
- Membuat penetapan blanko dengan cara yang sama seperti di atas tetapi tanpa sampel tanah
- Mengaduk suspensi tanah dalam gelas ukur selama 30 detik dengan pengaduk
- Menyiapkan "stopwatch" untuk pengukuran fraksi campuran debu dan liat
- Mengocok homogen suspensi dengan pengaduk (cukup 20 detik), kemudian memasukkan hidrometer tanah ke dalam suspensi dengan perlahan dan hati-hati

- Mencatat angka skala hidrometer yang berimpit dengan permukaan suspensi (pembacaan 1) tepat 40 detik setelah pengocokan, angka tersebut menunjukkan jumlah g fraksi campuran debu dan liat per liter suspensi
- Mengukur juga blanko untuk koreksi suhu fraksi debu dan liat
- Membiarkan suspensi tersebut selama 2 jam agar diperoleh suspensi liat dan segera diukur dengan alat hidrometer
- Mencatat angka skala hidrometer yang berimpit dengan permukaan suspensi (pembacaan 2), angka tersebut merupakan g fraksi liat dalam 1 liter suspensi
- Mengukur juga larutan blanko untuk koreksi suhu fraksi liat.

3.5.3 Parameter Fisika

- Suhu Perairan (Standar Nasional Indonesia (SNI), 1990)

Pengukuran suhu dengan menggunakan alat termometer gelas atau termistor. Tahapan pengukuran suhu adalah sebagai berikut:

- Mengkalibrasi termometer atau termistor
- Melakukan pemeriksaan suhu udara di daerah lokasi dengan cara menempatkan termometer atau termistor sedemikian rupa, sehingga tidak kontak langsung dengan cahaya matahari dan ditunggu sampai skala suhu pada termometer atau termistor menunjukkan angka yang stabil kemudian mencatat suhu udara
- Mencilupkan termometer secara langsung ke dalam air sampai batas skala baca, biarkan 2 – 5 menit sampai skala suhu pada termometer menunjukkan angka yang stabil, pembacaan skala termometer gelas harus dilakukan tanpa mengangkat lebih dahulu termometer dari air.

- **Suhu Substrat (Kelompok Pengajar Klimatologi, 2007)**

Pengukuran suhu substrat dilakukan dengan menggunakan alat thermometer Hg. Thermometer Hg ini ditancapkan tegak lurus dalam lubang substrat yang telah disiapkan dengan bagian skala muncul di atas, lalu dimasukkan ke dalam substrat sekitar 10 cm dan ditunggu beberapa saat sampai air raksa dalam thermometer Hg berhenti pada skala tertentu kemudian dicatat dalam skala °C dan menghindari tersentuh oleh tangan secara langsung pada bagian air raksa thermometer Hg.

- **Kecerahan (Tim Asisten Limnologi, 2008)**

Pengukuran kecerahan atau kejernihan air dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan yaitu satu unit keping secchi dan meteran. Pada waktu pengukuran tali pengikat keping secchi harus tegak lurus dengan permukaan air. Kalau tidak bisa tegak lurus, catat sudut simpangnya. Urutan proses pengujian kejernihan dilakukan sebagai berikut:

- Memilih lokasi pengukuran yang cukup dalam
- Menurunkan keping secchi ke dalam air secara perlahan-lahan hingga persis tidak terlihat, dan mencatat kedalamannya (kedalaman I)
- Menurunkan keping secchi sedikit lagi, kemudian naikan secara perlahan-lahan hingga keping secchi persis terlihat kembali, mencatat kedalamannya (kedalaman II)
- Menghitung dengan rumus:

$$\text{Kecerahan (cm)} = \frac{\text{Kedalaman I} + \text{Kedalaman II}}{2}$$

3.5.4 Parameter Kimia

- Derajat Keasaman (pH) Air (SNI, 1991)

Pengukuran pH bisa dilakukan dengan menggunakan kertas pH yang biasa disebut indikator Univerasl yang mempunyai rentang nilai pH mulai pH 1 – 14. Indikator ini berbentuk stik.

Cara kerja:

- Mencelupkan kertas pH ke dalam sampel biarkan sampai 1 menit
- Mengangkat kertas dan mencocokkan warna dari kertas tersebut pada kotak standart pH yang telah disediakan dan
- Mencatat nilai sebagai nilai pH.

- Derajat Keasaman (pH) Tanah (Takemura, 2010)

- Mengeluarkan pH tester dari wadahnya dan melihat jarum penunjuk menunjukkan pH 7
- Mencuci elektroda dari kotoran sebelum menggunakan karena elsktrodanya sangat sensitif dan megeringkannya dengan dengan kain kering yang bersih
- Memasukkan pH tester ke dalam tanah secara vertikal pada tempat yang mempunyai kelembaban sekitar 50 – 70 % dan menginjak tanah di sekitarnya dengan ketat menggunakan kaki agar mendapatkan kontak yang cukup antara tanah dan elektroda. Saat tanah kering akurasi indeks pH tidak dapat dideteksi dan sebaiknya diairi dari sungai atau disirami di atas permukaannya dan ditunggu dua jam untuk mengukurnya
- Menunggu jarum penunjuk bergerak (sekitar 3 menit) dan pada posisi yang stabil merupakan indeks pH-nya
- Mencuci permukaan elektroda dari kotoran dan debu dan mengeringkannya dengan kain kering yang bersih.

- **Karbondioksida (CO₂) (Hariyadi *et al.*, 1992)**

Prosedur penentuan CO₂ bebas adalah sebagai berikut:

- Mengambil air sampel harus diusahakan sedemikian rupa sehingga terhindar kontak antara air sampel dengan udara. Analisa harus dilakukan segera, yaitu dalam waktu 2 – 3 jam setelah pengambilan sampel
- Memasukkan 25 ml air sampel ke dalam Erlenmeyer dengan hati-hati, sedapat mungkin mengurangi pengaruh aerasi
- Menambahkan 3 – 4 tetes indikator PP, jika berwarna pink berarti tidak ada CO₂, jika tidak berwarna berarti ada CO₂ dan melanjutkan ke prosedur berikutnya
- Mentitrasi segera dengan Natrium karbonat (Na₂CO₃) 0,0454 N sampai warna pink yang stabil selama 30 detik. Mencatat titran yang digunakan.
- Menghitung kadar CO₂ dengan rumus:

$$\text{CO}_2 \text{ (mg/L)} = \frac{\text{ml titran} \times N \text{ titran} \times \frac{44}{2} \times 1000}{\text{volume sampel (=25 ml)}}$$

- **Nitrat Nitrogen Perairan (SNI, 1990)**

Tahapan uji kadar nitrat-N adalah sebagai berikut:

- Memasukkan 10 ml benda uji ke dalam labu erlenmeyer 50 ml
- Menambahkan 2 ml larutan NaCl dan 10 ml larutan asam sulfat, mengaduk perlahan-lahan dan membiarkannya sampai dingin
- Menambahkan 0,5 ml larutan campuran brusin-asam sulfanilat, mengaduk perlahan-lahan dan memanaskannya di atas penangas air pada suhu yang tidak melebihi 95 °C selama 20 menit kemudian didinginkan
- Memasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, membaca dan mencatat serapan masuknya.

- **Nitrogen Total Sedimen (Balai Penelitian Tanah, 2005)**

Pereaksi: Asam sulfat pekat (95 – 97 %), campuran selen (1,55 g CuSO_4 anhidrat, 96,9 g Na_2SO_4 anhidrat dan 1,55 selen), asam borat 1 %, Natrium Hidroksida 40 %, batu didih, larutan Conway, larutan baku asam sulfat 1 N (Titrisol), H_2SO_4 4 N, larutan baku asam sulfat 0,050 N.

Cara Kerja:

- Menimbang 0,5 g sampel tanah ukuran < 0,5 mm
- Memasukkan ke dalam tabung *digestion*
- Menambahkan 1 g campuran selen dan 3 ml asam sulfat pekat
- Mendestruksi hingga suhu 350°C (3-4 jam) dan destruksi telah selesai bila keluar uap putih dan didapatkan ekstrak jernih (sekitar 4 jam)
- Mengangkat tabung, mendinginkan dan kemudian mengencerkan ekstrak dengan air bebas ion hingga tepat 50 ml, mengkocoknya hingga homogen dan membiarkannya semalam agar mengendap
- Memindahkan secara kualitatif seluruh ekstrak sampel ke dalam labu didih (menggunakan air bebas ion dan labu semprot)
- Menambahkan sedikit serbuk batu didih dan aquades hingga setengah volume labu
- Menyiapkan penampungan untuk NH_3 yaitu Erlenmeyer yang berisi 10 ml asam borat 1 % yang ditambah 3 tetes indikator Conway (berwarna merah) dan dihubungkan dengan alat destilasi
- Menambahkan NaOH 40 % sebanyak 10 ml ke dalam labu didih yang berisi sampel dan secepatnya ditutup
- Mendestilasi hingga volum penampung mencapai 50 – 75 ml (berwarna hijau)
- Mentitrasi destilat dengan H_2SO_4 0,050 N hingga warna merah muda
- Mencatat volume titran sampel (V_c) dan blanko (V_b)

- Menghitung kadar nitrogen dengan rumus:

$$\text{Kadar nitrogen (\%)} = \frac{(Vc-Vb) \times N \times 14}{\text{mg sampel}} \times 100 \times fk$$

- **Ortofosfat Perairan (SNI, 1990)**

Tahapan pengujian ortofosfat adalah sebagai berikut:

- Mengukur sampel uji 50 ml secara duplo dan memasukkannya ke dalam gelas ukur 100 ml
- Menambahkan 1 tetes indikator fenoltalin ke dalam benda uji, jika timbul warna merah, teteskan H₂SO₄ 5 N tetes demi tetes sampai warnanya hilang
- Menambahkan 8 ml larutan campuran dan mengaduknya
- Memasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, membaca dan mencatat serapan masukkannya pada panjang gelombang 880 nm dalam kisaran waktu 10 – 30 menit
- Memeriksa alat dan mengulangi pekerjaan apabila hasil pengukuran secara duplo lebih besar dari 3 %, apabila perbedaan serapan masuk lebih kecil atau sama dengan 3 %, merata-rata hasilnya
- Apabila benda uji berwarna atau keruh, melakukan pengujian dengan penambahan laruta campuran tanpa larutan asam askorbat dan kalium antimonil tartrat, menggunakannya sebagai koreksi.

- **Fosfat Sedimen (Balai Penelitian Tanah, 2005)**

Pereaksi: pengekstrak NaHCO₃ 0,5 ml, pH 8,5, pereaksi P pekat, pereaksi pewarna P, standar induk 1000 ppm PO₄ (Titrisol), standar 100 ppm PO₄, deret standar PO₄ (0 – 20 ppm).

Cara Kerja:

- Menimbang 1000 g sampel tanah < 2 mm dan memasukkannya ke dalam botol kocok
- Menambahkan 20 ml pengestrak Olsen dan dikocok selama 30 menit, bila larutan keruh dikembalikan lagi ke atas saringan semula
- Ekstrak dipipet 2 ml ke dalam tabung reaksi
- Menambahkan 10 ml pereaksi pewarna fosfat bersama deret standar, dikocok hingga homogen dan dibiarkan 30 menit
- Mengukur larutan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm.

3.5.6 Analisis Data

Analisis data kepadatan (K) menggunakan rumus menurut Brower *et al.*, (1990) dalam Rosmaniar (2008) sebagai berikut:

$$K = \frac{ni}{A}$$

Dengan : K = Kepadatan suatu jenis (ind/m²)
 ni = Jumlah individu suatu jenis (individu)
 A = Luas area (m²)

Selain itu untuk mengetahui komposisi makrofitanya dihitung dengan kepadatan relatif (KR) menggunakan rumus menurut Brower *et al.*, (1990) dalam Rosmaniar (2008) sebagai berikut:

$$KR = \frac{ni}{\sum N} \times 100 \%$$

Dengan : KR = Kepadatan relatif (%)
 Ni = Jumlah individu (individu)
 $\sum N$ = Jumlah seluruh individu (individu)

Analisis hubungan faktor lingkungan (substrat, suhu air, nitrat air, ortofosfat air, nitrogen total sedimen, dan fosfat sedimen) dengan makrofita air dilakukan dengan menggabungkan ordinasasi dan regresi menjadi satu kesatuan analisis yang disebut dengan teknik "multivariate direct gradient analysis" yang disebut juga dengan canonical ordination dengan menggunakan program komputer CANOCO (Canonical Community Ordination). Menurut ter Braak (1986) dalam Sudaryanti (1997b) CCA dalam program CANOCO merupakan teknik ordinasasi yang efisien apabila spesies mempunyai respon "bell-shape" terhadap perubahan lingkungan. CCA adalah analisis multivariate untuk menggambarkan hubungan antara komunitas biologis dan faktor lingkungannya. Metode ini dirancang untuk menggambarkan faktor lingkungan dari suatu data set ekologi. Distribusi faktor lingkungan diplotkan dalam suatu diagram ordinasasi yang menggambarkan habitat yang disukai oleh taxa. Metode linear multivariate untuk menghubungkan 2 set variabel yang sering tidak tergambar karena umumnya pertumbuhan spesies adalah unimodal.

Analisis data menggunakan CCA sekarang ini sudah banyak dikembangkan. Di Indonesia, analisis data menggunakan CCA pertama kali dilakukan oleh Sudaryanti (1995b) dan yang terbaru dilakukan oleh Amalia (2010). Namun, dalam analisis tersebut biota yang digunakan adalah makrozoobentos, sedangkan untuk makrofita dalam penelitian ini masih yang pertama kali. Program CANOCO ini dapat dioperasikan menggunakan komputer dengan sistem operasi 'Windows XP'. Identifikasi jenis makrofita menurut Cook *et al.*, (1974), Sainty dan Jacobs (1987) serta Surnarmi dan Purwohadijanto (1990).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Perairan Krabyakan

Perairan Krabyakan terletak di sekitar Mata Air Krabyakan, Desa Sumberngepoh, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang. Perairan tersebut berada di wilayah Kesatuan Pemangku Hutan (KPH) Pasuruhan yang kini bekerja sama dengan Lembaga Masyarakat Desa Hutan (LMDH) untuk pengelolaan kelestarian Mata Air Krabyakan tersebut. Saat ini ada sekitar 11 titik mata air yang mengalir sepanjang tahun (Malang post.com, 2011). Menurut Sukardjo dalam Handoko (2011) debit Mata Air Krabyakan pada musim penghujan sekitar 2500 liter/detik dan pada musim kemarau sekitar 1600 liter/detik.

Perairan Krabyakan dikelilingi oleh persawahan padi dan berlokasi di dekat pemukiman penduduk. Masyarakat sekitar memanfaatkan perairan tersebut untuk keperluan irigasi, kolam pemancingan, pariwisata dan MCK. Selain masyarakat sekitar, perairan Krabyakan juga dimanfaatkan oleh masyarakat pendatang yang berkunjung ke Mata Air Krabyakan karena Pemerintah Desa setempat mulai mengembangkannya menjadi tempat wisata pemandian dan pemancingan. Menurut Juru Parkir Krabyakan* (komunikasi pribadi, 2011) setiap hari Sabtu dan Minggu tempat tersebut ramai didatangi pengunjung yang ingin mandi di Mata Air Krabyakan atau ingin mengikuti lomba memancing di kolam pemancingan.

Di sekitar perairan Krabyakan juga terdapat budidaya tanaman pandan wangi (*Pandanus amaryllitollius*), kangkung air dan selada air untuk meningkatkan penghasilan penduduk. Di sebelah barat perairan Krabyakan juga mulai dikembangkan usaha perikanan dan budidaya jamur tiram.

*Orang yang menjaga tempat parkir di Krabyakan

Secara geografis Mata Air Krabyakan terletak pada posisi 07°50'00" – 07°50'30" Lintang Selatan dan 112°43'00" – 112°43'30" Bujur Timur. Berdasarkan hasil observasi di lokasi studi dan interpretasi peta rupa bumi, dapat diketahui bahwa topografi di sekitar Mata Air Krabyakan merupakan daerah perbukitan dengan ketinggian 300 – 500 meter dari permukaan air laut. Lokasi Mata Air Krabyakan merupakan daerah cekungan yang saat ini lahannya digunakan untuk sawah-sawah produktif (kelas I) dengan luas \pm 50 ha yang dikelilingi bukit-bukit/pegunungan dimana mata air-mata air berasal (Pemerintah Kabupaten Malang, 2000 *dalam* Handoko, 2011).

Batas wilayah Desa Sumbergepoh (lihat Lampiran 2) antara lain sebagai berikut:

- Sebelah Barat : Desa Mulyoarjo dan Desa Sumber Porong, Kecamatan Lawang
- Sebelah Selatan : Desa Sidodadi, Kecamatan Lawang
- Sebelah Utara : Desa Purwodadi, Kecamatan Purwodadi
- Sebelah Timur : Desa Cowek, Kecamatan Purwodadi

4.2 Deskripsi Stasiun Penelitian

4.2.1 Stasiun 1

Stasiun 1 (lihat Gambar 3) merupakan perairan di sekitar daerah pertanian pandan, tales dan pisang. Perairan dengan luas 10,3 m x 3,6 m ini mempunyai tipe "riffle" atau mengalir. Air pada stasiun 1 ini berasal dari Mata Air Krabyakan 1 yang mengalir melalui stasiun 6 dan stasiun 4 (lihat Gambar 2). Pinggiran perairan ini terdapat rumput-rumput dan bebatuan. Kedalaman perairan ini relatif dangkal yaitu sekitar 5,5 cm (lihat Tabel 1). Makrofit yang ditemukan pada perairan tersebut ada 7 jenis yaitu *Ipomoea aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Isachne globosa*, *Myriophyllum oligantum*, *Megalodonta beckii*, *Montia*

fontana, dan *Bacopa monnieri*. Keberadaan makrofita tersebut menutupi perairan hingga 80 % dari luas perairan dengan jumlah komposisi terbanyak *Nasturtium officinale*. Jumlah titik pengamatan pada stasiun 1 adalah 5 plot dengan luas pengukuran masing-masing 1 m² dimana penentuan letak plot tergantung banyaknya komposisi makrofita yang ada di perairan tersebut. Di sebelah utara stasiun ini terdapat pepohonan yang menaungi perairan hingga 5 % dari luas perairan.

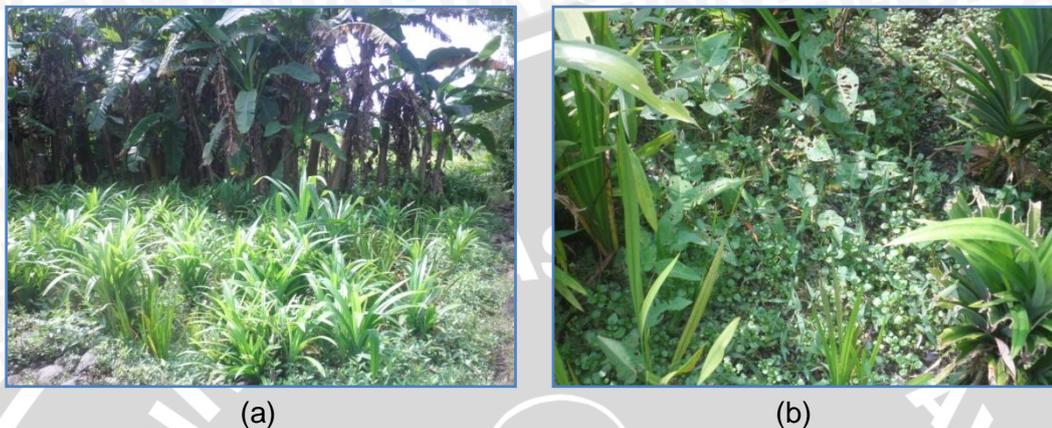


Gambar 3. Stasiun 1, (a) Tampak jauh, (b) Tampak dekat

4.2.2 Stasiun 2

Stasiun 2 (lihat Gambar 4) merupakan perairan di dekat pertanian padi. Perairan tersebut berupa “pool” atau kolam dengan luas 4,2 m x 3,2 m dan kedalaman sekitar 5,3 cm (lihat Tabel 1). Pinggiran stasiun 2 banyak ditumbuhi rumput dan terdapat tanaman pisang yang rimbun yang menaungi perairan hingga 80 % dari luas perairan. Stasiun 2 juga berbatasan langsung dengan sawah padi organik dan mendapat masukan air dari sungai yang sering digunakan masyarakat untuk kegiatan MCK. Makrofita yang ditemukan pada perairan ini sebanyak 7 jenis, yaitu *Ipomoea aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Isachne globosa*, *Montia fontana*, *Bacopa monnieri*, *Salvinia natans*, dan *Pistia stratiotes* yang mana keberadaan makrofita tersebut menutupi perairan stasiun 2

hingga 95 % dari luasnya. Jumlah titik pengamatan pada stasiun 2 adalah 3 plot dengan luas pengukuran 1 m² dimana penentuan letak plot tergantung banyaknya komposisi makrofita air yang ada di perairan tersebut.



Gambar 4. Stasiun2, (a) Tampak jauh, (b) Tampak dekat

4.2.3 Stasiun 3

Stasiun 3 (lihat Gambar 5) merupakan perairan dekat pertanian pandan dan pisang. Perairan tersebut mempunyai luas 5,6 m x 2,2 m dan berupa perairan “pool” atau kolam. Pada sisi-sisi perairan stasiun 3 terdapat riparian berupa rumput-rumputan dan terdapat beberapa pohon pisang, pohon lamtoro dan pohon jabon yang menaungi perairan hingga 90 % dari luasnya. Kedalaman perairan tersebut sekitar 6,9 cm (lihat Tabel 1). Makrofita yang ditemukan pada stasiun 3 ada 7 jenis, yaitu *Ipomoea aquatica*, *Isachne globosa*, *Montia fontana*, *Bacopa monnieri*, *Salvinia natans*, *Salvinia molesta*, dan *Ludwigia stolonifera*. Makrofita air yang mendominasi pada perairan tersebut adalah *Salvinia molesta* dan *Salvinia natans* yang tumbuh di permukaan perairan hingga menutupi 98 % luas perairan. Titik pengamatan pada stasiun 3 berjumlah 3 plot dengan luas masing-masing 1 m² dimana penentuan letak plot tergantung banyaknya komposisi makrofita air yang ada pada perairan tersebut.



(a)



(b)

Gambar 5. Stasiun 3, (a) Tampak jauh, (b) Tampak dekat

4.2.4 Stasiun 4

Stasiun 4 (lihat Gambar 6) merupakan perairan sekitar tempat pemujaan dengan luas 8,8 m x 4,4 m. Perairan tersebut mempunyai tipe “riffle” atau mengalir. Air pada stasiun 4 ini berasal dari Mata Air Krabyakan 1 setelah melalui stasiun 6 (lihat Gambar 2). Pinggiran perairan tersebut berupa rerumputan dan bebatuan dengan kedalaman air yang mencapai 9,6 cm (lihat Tabel 1). Di sekitar tempat pemujaan yang ada di tengah perairan stasiun 4 terdapat pepohonan yang menaungi perairan tersebut hingga 20 %. Makrofitanya yang ditemukan pada stasiun ini ada 8 jenis, yaitu *Ipomoea aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Isachne globosa*, *Megalodonta beckii*, *Montia fontana*, *Bacopa monnieri*, *Diplacrum longifolium*, dan *Murdannia blumei*. Keberadaan makrofitanya menutupi 70 % luas perairan. Titik pengamatan pada stasiun ini ada 5 plot dengan luas masing-masing 1 m² dimana peletakan plot tergantung dari banyaknya komposisi makrofitanya air yang ada pada perairan tersebut.



(a)



(b)

Gambar 6. Stasiun 4, (a) Tampak jauh, (b) Tampak dekat

4.2.5 Stasiun 5

Stasiun 5 (lihat Gambar 7) merupakan perairan di sekitar daerah lahan terbuka yang banyak ditumbuhi rumput. Stasiun ini mempunyai tipe perairan "riffle" atau mengalir dengan luas 5,1 m x 2,2 m. Perairan ini mempunyai kedalaman 7,2 cm (lihat Tabel 1) dengan pinggiran perairan berupa rerumputan dan bebatuan. Perairan ini terletak di tengah lahan terbuka yang banyak ditumbuhi rumput dan tidak ada pepohonan yang tumbuh menaungi perairan tersebut. Di sebelah barat stasiun 5 terdapat hutan dengan pepohonan yang tidak lebat dengan tebing yang agak curam. Air pada stasiun ini berasal dari Mata Air Duren setelah melalui area budidaya selada air dan kangkung air. Makrofit air yang terdapat di perairan stasiun 5 ini ada 4 jenis, yaitu *Ipomoea aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Isachne globosa*, dan *Montia fontana* yang menutupi perairan hingga 55 % dari luasnya. Titik pengamatan pada stasiun 5 ada 3 plot yang berukuran masing-masing 1 m² dimana penentuan letak plot tergantung dari banyaknya jenis makrofit air yang ada di perairan tersebut.



Gambar 7. Stasiun 5, (a) Tampak jauh, (b) Tampak dekat

4.2.6 Stasiun 6

Stasiun 6 (lihat Gambar 8) merupakan perairan dekat Mata Air Krabyakan 1 dengan luas 11,8 m x 3,2 m. Perairan ini mempunyai kedalaman 10,2 cm (lihat Tabel 1) yang mana air pada perairan tersebut berasal dari Mata Air Krabyakan 1 yang secara langsung mengalir ke stasiun 6. Pada perairan ini banyak terdapat pepohonan yang menaungi perairan hingga 90 % dari luasnya. Pinggiran stasiun 6 berupa rerumputan dan bebatuan. Jenis makrofit air yang terdapat di stasiun 6 ada 9, yaitu *Ipomoea aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Isachne globosa*, *Megalodonta beckii*, *Montia fontana*, *Murdannia blumei*, *Colocasia esculenta*, *Vesicularia inundata*, dan *Cyperus ferrugineus*. Keberadaan tanaman tersebut menutupi stasiun 6 hingga 80 % dari luas perairan tersebut. Jumlah titik pengamatan pada stasiun 6 adalah 5 plot dengan luas pengukuran masing-masing 1 m² dimana penentuan letak plot tergantung dari banyaknya komposisi makrofit yang ada di perairan tersebut.



(a)



(b)

Gambar 8. Stasiun 6, (a) Tampak jauh, (b) Tampak dekat

4.2.7 Stasiun 7

Stasiun 7 (lihat Gambar 9) merupakan perairan di daerah pertanian kangkung. Perairan tersebut mempunyai luas 4,2 m x 3,7 m dengan kedalaman air yang sangat dangkal yaitu 3,6 cm (lihat Tabel 1). Perairan tersebut terletak di kawasan pertanian padi organik sehingga tidak terdapat pepohonan yang menaungi perairan tersebut. Sisi pinggir perairan berupa rerumputan yang sering disiangi oleh pemiliknya. Makrofita air yang tumbuh di stasiun 7 ada 8 jenis, yaitu *Ipomoea aquatica*, *Isachne globosa*, *Montia fontana*, *Salvinia natans*, *Salvinia molesta*, *Ludwigia stolonifera*, *Monochoria vaginalis*, dan *Marsilea crenata* dimana keberadaan makrofita tersebut menutupi perairan hingga 98 % dari luasnya. Jumlah titik pengamatan pada stasiun ini ada 5 plot dengan ukuran masing-masing 1 m². Penentuan letak plot tergantung dari banyaknya komposisi makrofita air yang ada di perairan tersebut.



(a)



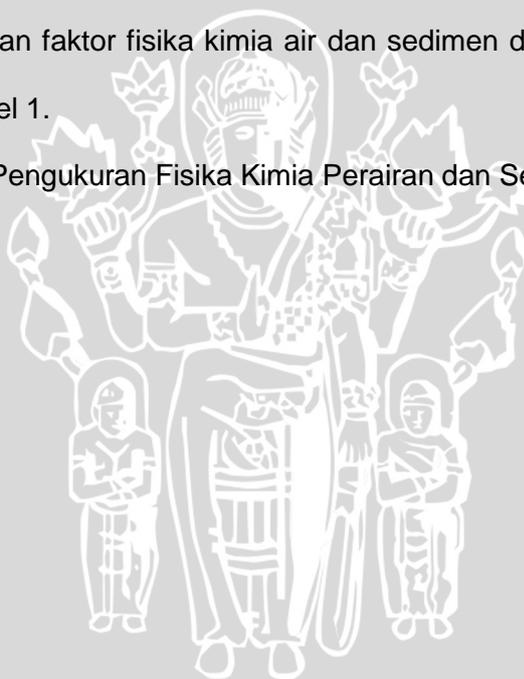
(b)

Gambar 9. Stasiun 7, (a) Tampak jauh, (b) Tampak dekat

4.3 Faktor Fisika Kimia

Hasil pengukuran faktor fisika kimia air dan sedimen dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Fisika Kimia Perairan dan Sedimen



4.3.1 Kecerahan

Pada saat penelitian tidak dilakukan pengukuran kecerahan karena lokasi pengambilan sampel relatif dangkal dan intensitas cahaya sampai ke dasar perairan, sehingga pengukuran diganti dengan mengukur kedalaman perairan. Selain itu juga karena mayoritas tanaman air yang ada di sana hidup di dasar perairan dengan daun mencuat di atas permukaan air sehingga dapat menerima cahaya matahari secara langsung sebelum cahaya menembus ke dalam perairan, dan ada pula yang mengapung di permukaan sehingga menghalangi cahaya untuk menembus perairan.

4.3.2 Kedalaman

Cahaya matahari dibutuhkan tumbuhan air dan fitoplankton untuk proses asimilasi. Besar nilai penetrasi cahaya ini dapat diidentikkan dengan kedalaman air yang memungkinkan masih berlangsungnya proses fotosintesis (Nybakken, 1988 dalam Bijaksana *et al.*, 2011). Intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam kolom air semakin berkurang dengan bertambahnya kedalaman perairan. Cahaya akan mengalami penghilangan atau pengurangan yang semakin besar dengan bertambahnya kedalaman (Effendi, 2003).

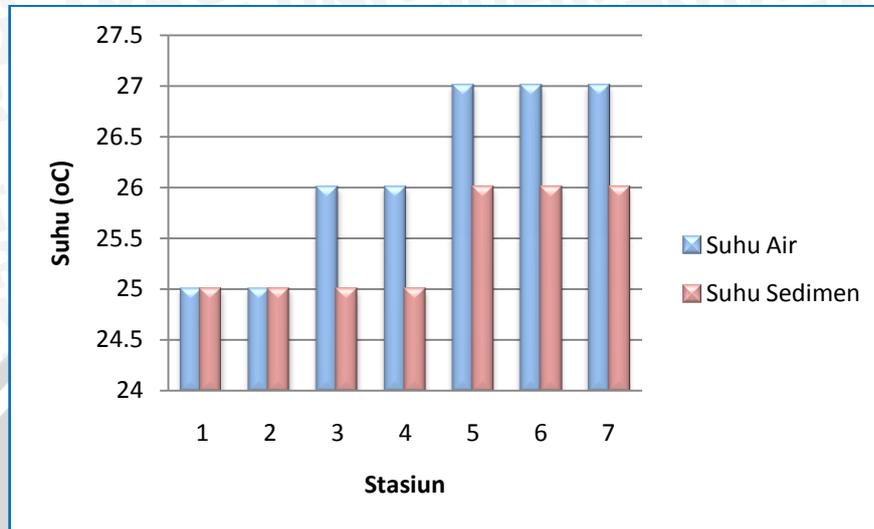
Kedalaman perairan merupakan faktor yang diperlukan dalam kegiatan organisme baik yang membutuhkan kedalaman rendah maupun yang cukup dalam. Kedalaman perairan berpengaruh terhadap jumlah dan jenis organisme yang mendiaminya, penetrasi cahaya, dan penyebaran plankton. Pada kedalaman tertentu, apabila kemampuan intensitas cahaya dapat melampauinya, akan mempengaruhi produktifitas total dan tumbuhan yang dominan dalam ekosistem. Kedalaman perairan dipengaruhi oleh pasang surut, yang mana daerah yang dipengaruhi oleh pasang surut mempunyai tingkat kekeruhan yang tinggi (Kangkan, 2006).

Kedalaman perairan Krabyakan berkisar antara 3,6 - 10,2 cm (lihat Tabel 1). Kedalaman terendah terdapat pada stasiun 7 yaitu 3,6 cm, karena stasiun 7 merupakan daerah pertanian kangkung yang oleh pemiliknya sengaja airnya dibuat dangkal. Kedalaman tertinggi ada pada stasiun 6 yaitu 10,2 cm karena stasiun 6 mendapat masukan secara langsung dari Mata Air Krabyakan 1 sehingga airnya relatif banyak. Menurut Subarijanti (2000b) untuk tumbuh dengan baik, kelekap memerlukan kedalaman air yang dangkal yakni 5 – 40 cm. Sehingga dapat dikatakan bahwa perairan Krabyakan tergolong perairan yang dangkal. Hal ini terbukti dari cahaya matahari yang dapat mencapai dasar perairan dan ada makrofita air yang seharusnya mempunyai habitat mengapung di permukaan perairan menjadi mengakar pada substrat, seperti kayu apu (*Pistia staratiotes*).

4.3.3 Suhu Air dan Suhu Sedimen

Suhu air yang diperoleh dalam penelitian ini berkisar antara 25 – 27 °C dan suhu sedimen antara 25 – 26 °C (lihat Tabel 1). Kisaran suhu ini tergolong tinggi karena pengukuran dilakukan pada siang hari. Suhu air dan suhu sedimen terendah (25 °C) terdapat pada stasiun 1 dan 2 (lihat Gambar 10). Hal ini terjadi karena pada stasiun 1 terdapat tanaman pandan, pisang dan tales yang cukup padat sehingga menghalangi cahaya matahari untuk sampai ke perairan, sedangkan pada stasiun 2 terdapat pohon pisang yang menaungi perairan hingga 80 % dari luasnya dan mempunyai kepadatan makrofita yang sangat tinggi yaitu 95 %, sehingga dapat menghalangi cahaya matahari untuk mencapai perairan tersebut. Suhu air tertinggi (27 °C) dan suhu sedimen tertinggi (26 °C) terdapat pada stasiun 5, 6, dan 7. Hal ini terjadi karena pada stasiun 5 dan 7 tidak terdapat naungan sehingga cahaya matahari bisa langsung sampai ke perairan, sedangkan stasiun 6 memiliki naungan hingga 90 % namun

mempunyai kedalaman air yang paling tinggi (10,2 cm) sehingga lebih banyak menyimpan panas.



Gambar 10. Grafik Suhu pada Setiap Stasiun

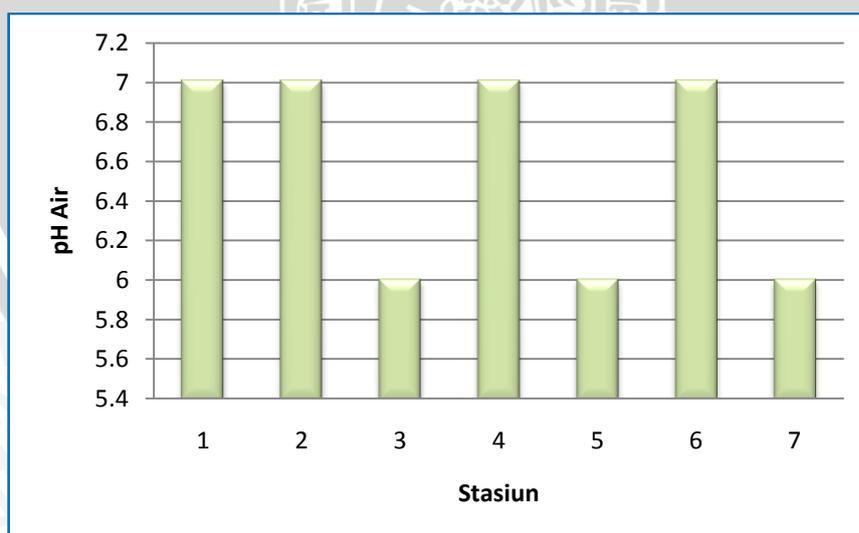
Barus (2002) menyatakan bahwa pola suhu ekosistem perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dan udara sekelilingnya, ketinggian geografis dan faktor kanopi (penutupan oleh vegetasi). Menurut Irma (2010) suhu yang baik bagi tumbuhan adalah antara 22 °C sampai dengan 37 °C. sehingga dapat dikatakan bahwa suhu perairan Krabyakan masih tergolong baik untuk pertumbuhan makrofita.

4.3.4 Karbondioksida (CO₂) Air

Karbondioksida (CO₂) perairan tidak diukur karena makrofita air yang ada di perairan Krabyakan mayoritas tergolong tanaman yang akarnya di dasar dan daunnya di atas permukaan air serta tanaman yang mengapung di permukaan air, sehingga untuk proses fotosintesis cenderung memanfaatkan CO₂ dari udara. Menurut Subarijanti (2000a) tumbuhan yang berakar di dasar dengan bagian atasnya muncul di atas permukaan air, mengambil CO₂ dari udara dan melepaskan oksigen hasil fotosintesis ke udara.

4.3.5 Derajat Keasaman (pH) Air

Derajat keasaman atau pH air yang diperoleh selama penelitian di perairan Krabyakan berkisar antara 6 – 7 (lihat Tabel 1). Nilai pH terendah terdapat pada stasiun 3, 5, dan 7 yaitu 6 (lihat Gambar 11). Hal ini terjadi karena stasiun 3 dan 7 mempunyai kepadatan makrofita yang cukup tinggi sehingga apabila tanaman tersebut membusuk maka dapat menambah kandungan bahan organik ke perairan, dan bila bahan organik tersebut diuraikan oleh bakteri maka dapat menghasilkan karbondioksida yang tinggi sehingga nilai pH di stasiun tersebut rendah karena karbondioksida bersifat asam. Sedangkan stasiun 5 terletak ditengah lahan kosong yang ditumbuhi rumput dengan lebat sehingga apabila rumput tersebut mati maka dapat menyumbang bahan organik ke perairan stasiun 5. Selain itu juga karena air pada perairan stasiun 5 berasal dari lahan budidaya kangkung air dan selada air yang menggunakan pupuk kandang sehingga dapat menyumbang bahan organik ke perairan tersebut dan berakibat pada nilai pH yang rendah.



Gambar 11. Grafik pH Air pada Setiap Stasiun

Sumber bahan organik adalah jaringan tumbuhan baik tumbuhan makro maupun mikro (Purwohadiyanto *et al.*, 2006). Menurut Effendi (2003)

dekomposisi bahan organik dapat menghasilkan karbondioksida dan air. Bila karbondioksida masuk ke badan air, sekitar 1 % akan bereaksi dengan air membentuk asam karbonat sehingga pH perairan menurun.

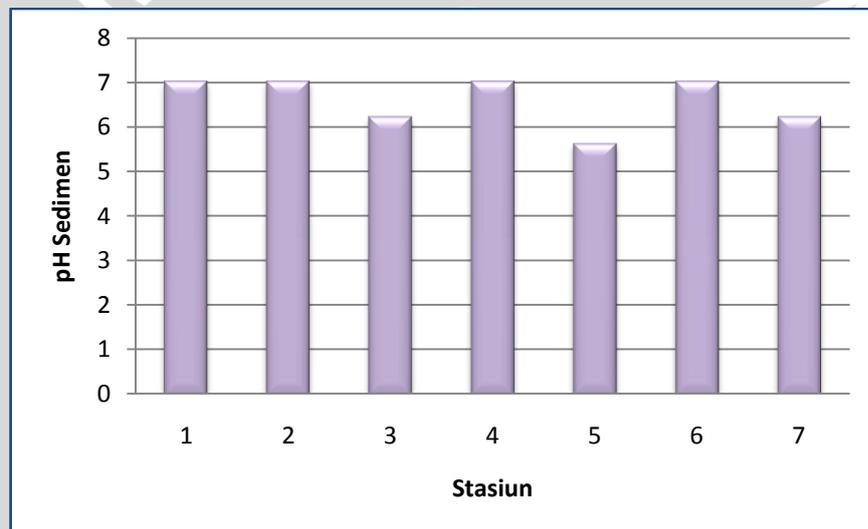
Nilai pH tertinggi terletak pada stasiun 1, 2, 4, dan 6 yaitu 7. Hal ini terjadi karena air pada stasiun 1, 4, dan 6 tersebut berasal secara langsung dari Mata Air Krabyakan 1, sehingga kandungan bahan organiknya relatif lebih sedikit dan karbondioksida hasil dekomposisi juga lebih sedikit, akibatnya perairan tersebut mempunyai nilai pH yang lebih tinggi. Stasiun 2 ditumbuhi oleh makrofita yang padat dengan tipe mengakar pada substrat dengan cahaya matahari yang masih mampu mencapai dasar perairan. Sehingga karbondioksida hasil dekomposisi banyak dimanfaatkan oleh makrofita tersebut untuk fotosintesis, sehingga mempunyai nilai pH yang juga lebih tinggi.

Menurut Suyanto (1984) dalam Subarijanti (2000b) perairan yang mempunyai nilai pH 6 – 7 kaya akan garam-garam natrium yang menyebabkan pertumbuhan kelekap menjadi baik. Sehingga perairan tersebut dikatakan perairan yang subur. Oleh karena itu, berdasarkan nilai pH airnya, perairan Krabyakan dapat dikatakan sebagai perairan yang subur.

4.3.6 Derajat Keasaman (pH) Sedimen

Kisaran pH sedimen di perairan Krabyakan adalah 5,6 – 7 (lihat Tabel 1). Nilai pH terendah adalah stasiun 5 yaitu 5,6 (lihat Gambar 12) karena air yang mengalir pada stasiun tersebut berasal dari Mata Air Duren yang sebelumnya melewati kolam budidaya selada air dan kangkung air, dimana dalam usaha budidaya tersebut masyarakat sering memanfaatkan pupuk kandang untuk meningkatkan kesuburan lahannya. Sehingga perairan stasiun 5 banyak mendapat masukan bahan organik dan setelah diuraikan oleh bakteri kandungan CO₂ akan meningkat. Peningkatan CO₂ dapat menurunkan pH karena CO₂

bersifat asam. Nilai pH sedimen tertinggi adalah stasiun 1, 2, 4, dan 6 dengan nilai pH 7 karena air yang mengalir pada stasiun 1, 4, dan 6 berasal dari Mata Air Krabyakan 1 yang tidak melewati lahan budidaya selada air maupun kangkung air sehingga kandungan bahan organikya lebih sedikit dan kandungan CO₂ juga sedikit. Sehingga nilai pHnya lebih tinggi, sedangkan pada stasiun 2 banyak terdapat makrofita air yang mempunyai akar menancap pada substrat dengan kepadatan yang relatif tinggi sehingga CO₂ hasil dekomposisi banyak dimanfaatkan tanaman tersebut untuk fotosintesis. akibatnya stasiun tersebut juga mempunyai pH tinggi.

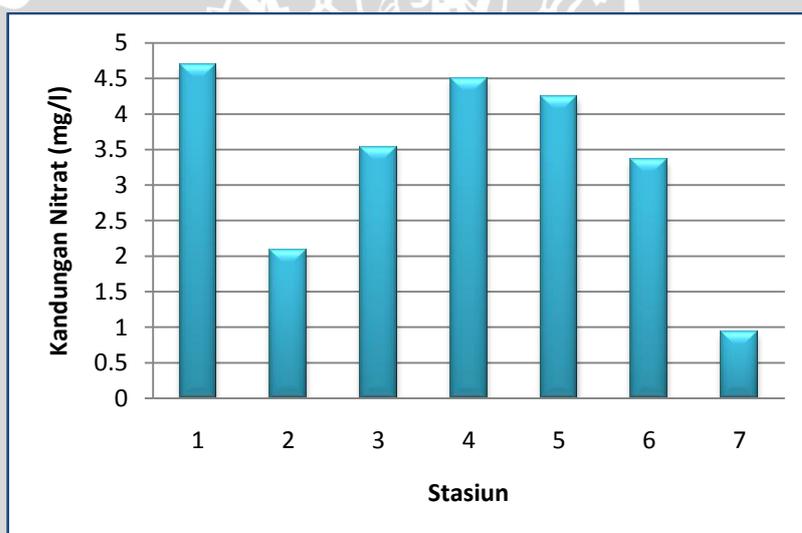


Gambar 12. Grafik pH Sedimen pada Setiap Stasiun

Menurut Sarief (1986) reaksi tanah sangat mempengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Pada reaksi tanah yang netral, yaitu pH 6,5 – 7,5, ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup banyak (optimal) sehingga merupakan keadaan yang terbaik bagi pertumbuhan tanaman pada umumnya. Sehingga dapat dikatakan bahwa kisaran pH sedimen perairan Krabyakan pada stasiun 1, 2, 4, dan 6 tergolong sangat baik bagi pertumbuhan makrofita, cukup baik untuk stasiun 3 dan 7, dan kurang baik untuk stasiun 5.

4.3.7 Nitrat Air

Kandungan nitrat air pada perairan Krabyakan berkisar antara 0,937 – 4,689 mg/l (lihat Tabel 1). Kandungan nitrat terendah ada pada stasiun 7 yaitu 0,937 mg/l (lihat Gambar 13) karena kepadatan makrofita air pada stasiun 7 relatif tinggi sehingga nitrat banyak dimanfaatkan oleh tanaman tersebut untuk proses fotosintesis, apalagi pada stasiun tersebut tidak terdapat naungan sehingga cahaya matahari yang sampai ke perairan bisa dimanfaatkan secara optimal oleh makrofita air untuk proses fotosintesis. Kandungan nitrat tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu 4,689 mg/l karena kepadatan tanaman air pada stasiun 1 relatif lebih rendah sehingga tidak banyak nitrat yang digunakan untuk proses fotosintesis.

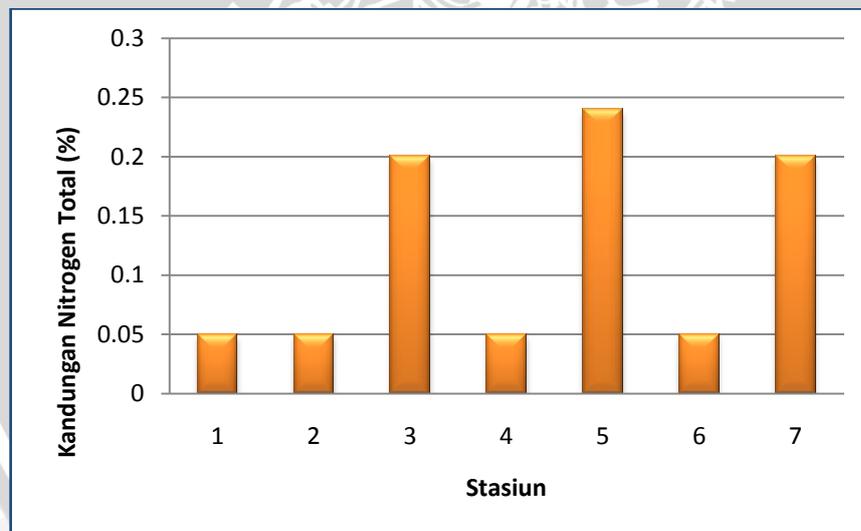


Gambar 13. Grafik Nitrat Air pada Setiap Stasiun

Menurut Volenweider (1969) *dalam* Effendi (2003) kandungan nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat 0 – 1 mg/liter, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1 – 5 mg/liter, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat berkisar antara 5 – 50 mg/liter. Berdasarkan kandungan nitratnya, perairan Krabyakan tergolong perairan yang mesotrofik kecuali untuk stasiun 7 tergolong oligotrofik.

4.3.8 Nitrogen Total Sedimen

Kisaran nitrogen sedimen yang diperoleh dari pengukuran di perairan Krabyakan berkisar antara 0,05 – 0,24 % (lihat Tabel 1) dimana nilai terendah ada pada stasiun 1, 2, 4, dan 6 yaitu 0,05 % (lihat Gambar 14) dan yang tertinggi ada pada stasiun 5 yaitu 0,24 %. Hal ini terjadi karena makrofita air yang tumbuh pada stasiun 1, 2, 4, dan 6 sebagian besar mempunyai habitat akarnya di dasar dan penutupan makrofitanya relatif tinggi yaitu berkisar antara 70 – 95 % sehingga nitrogen sedimen banyak dimanfaatkan makrofita tersebut untuk fotosintesis, sedangkan untuk stasiun 5 makrofita yang tumbuh juga yang mempunyai habitat akar di dasar namun penutupan makrofitanya lebih sedikit (55 %) sehingga nitrogen sedimen yang dimanfaatkan untuk fotosintesis juga lebih sedikit dan akibatnya kandungan nitrogen di stasiun tersebut tinggi.



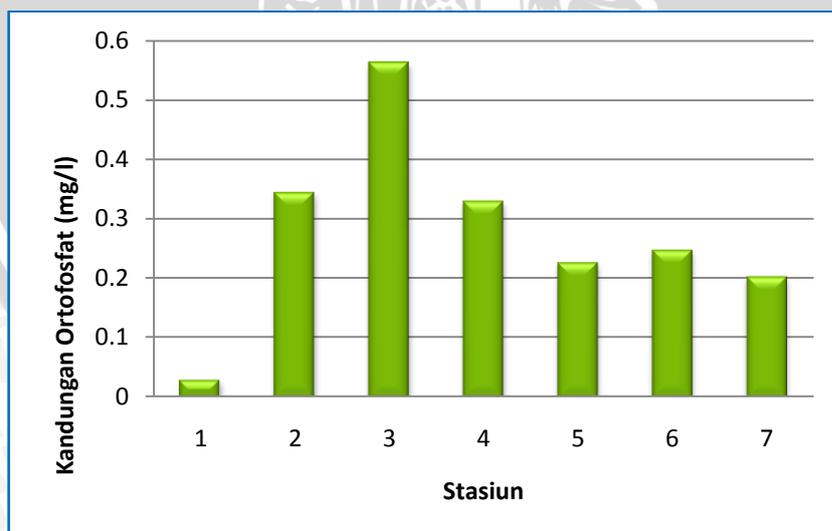
Gambar 14. Grafik Nitrogen Total Sedimen pada Setiap Stasiun

Kisaran nitrogen sedimen di perairan Krabyakan pada stasiun 1, 2, 4, dan 6 (0,05 %) tergolong sangat rendah, pada stasiun 3 dan 7 (0,20 %) tergolong rendah, dan stasiun 5 (0,24 %) tergolong tinggi. Menurut Landon (1986) dalam Syekhfani (1997) kisaran nilai harkat nitrogen tanah tergolong sangat rendah jika kandungan nitrogennya < 0,1 %, rendah jika 0,1 – 0,2 %, sedang 0,2 – 0,5 %,

tinggi 0,5 – 1,0 %, dan sangat tinggi bila kandungan nitrogennya > 1,0 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa kondisi perairan Krabyakan berdasarkan kandungan nitrogen total sedimennya tergolong sangat rendah hingga sedang.

4.3.9 Ortofosfat Air

Kandungan ortofosfat air di perairan Krabyakan berkisar antara 0,027 – 0,562 mg/l (lihat Tabel 1). Menurut Arfiati (2001) salah satu sumber ortofosfat di perairan adalah hasil mineralisasi bahan organik yang berasal dari tubuh biota nabati atau hewani yang telah mati. Kandungan ortofosfat terendah terdapat pada stasiun 1 yaitu 0,027 mg/l (lihat Gambar 15) karena air pada stasiun tersebut berasal dari Mata Air Krabyakan 1 yang belum banyak terkontaminasi oleh limbah sehingga kandungan ortofosfatnya sedikit. Kandungan ortofosfat tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 0,562 mg/l karena perairan tersebut mempunyai kepadatan makrofita yang sangat tinggi yang mana bila makrofita tersebut mati dapat dimineralisasi oleh bakteri dan menghasilkan ortofosfat sehingga kandungan ortofosfat pada stasiun tersebut tinggi.

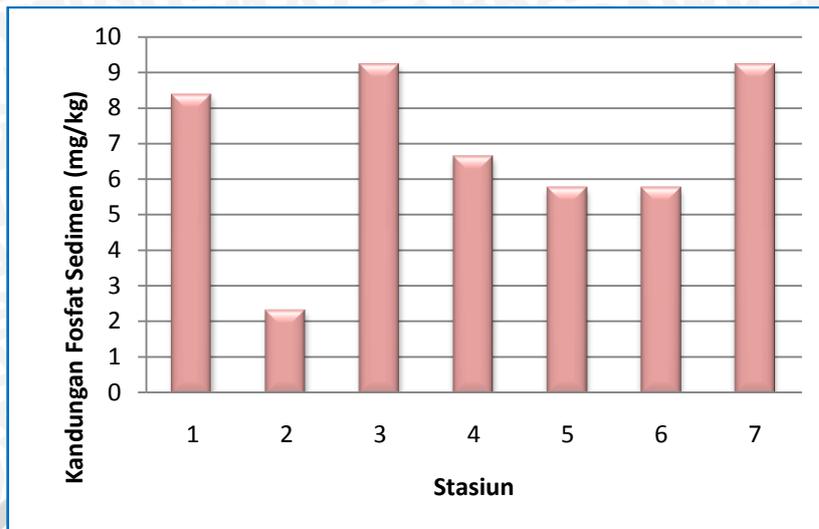


Gambar 15. Grafik Ortofosfat Air pada Setiap Stasiun

Menurut Effendi (2003) berdasarkan kadar ortofosfat, perairan diklasifikasikan menjadi perairan oligotrofik yang memiliki kadar ortofosfat 0,003 – 0,01 mg/l, perairan mesotrofik yang memiliki kadar ortofosfat 0,011 – 0,03 mg/l, dan perairan eutrofik memiliki kadar ortofosfat 0,031 – 0,1 mg/l. Sehingga dapat dikatakan bahwa berdasarkan kandungan ortofosfat air, perairan Krabyakan pada stasiun 1 tergolong mesotrofik karena mempunyai kandungan ortofosfat 0,027 mg/l dan stasiun 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 tergolong eutrofikasi karena mempunyai kandungan ortofosfat antara 0,201 – 0,562 mg/l.

4.3.10 Fosfat Sedimen

Kandungan fosfat sedimen di perairan Krabyakan berkisar antara 2,30 mg/kg – 9,19 mg/kg (lihat Tabel 1). Nilai terendah terdapat pada stasiun 2 yaitu 2,30 mg/kg (lihat Gambar 16) karena perairan stasiun 2 mempunyai pH yang netral sehingga fosfat dapat dimanfaatkan secara optimal oleh makrofita air untuk proses fotosintesis. Kandungan fosfat tertinggi ada pada stasiun 3 dan 7 yaitu 9,19 mg/kg. Hal ini terjadi karena kedua stasiun tersebut mempunyai substrat yang banyak mengandung lumpur dengan pH yang relatif asam sehingga fosfat banyak dalam keadaan terikat dan tidak dapat dimanfaatkan oleh makrofita yang banyak terdapat di permukaan. Menurut Subarijanti (2000b) bila tanah dasar perairan berupa lumpur atau berupa tanah liat yang ditunjang oleh suasana asam, maka PO_4 akan berada di dasar atau di dalam tanah, sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman yang ada pada lapisan epilimnion.



Gambar 16. Grafik Fosfat Sedimen pada Setiap Stasiun

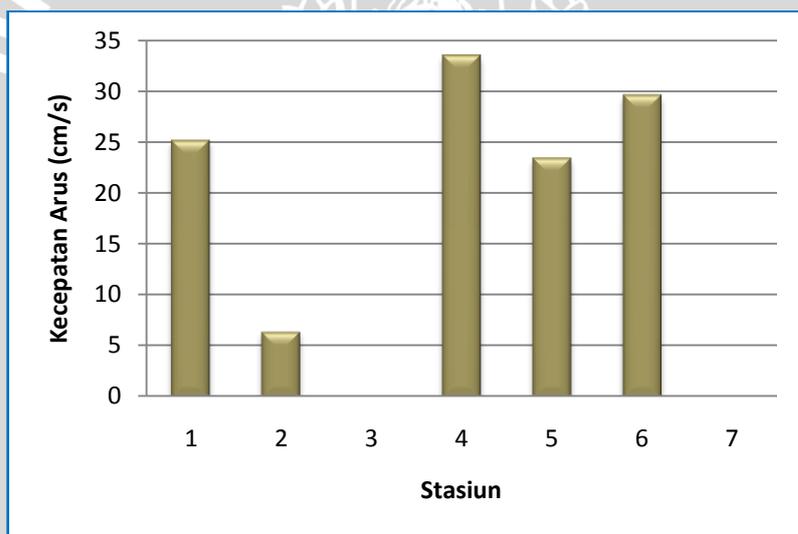
4.3.11 Kecepatan Arus

Berdasarkan hasil pengukuran, kecepatan arus perairan Krabyakan berkisar antara 0 – 33,33 cm/s (lihat Tabel 1). Kecepatan arus terendah terdapat pada stasiun 3 dan 7 yaitu 0 cm/s (lihat Gambar 17) karena kedua stasiun tersebut dibatasi oleh pematang yang tidak memungkinkan air mengalir masuk atau keluar. Nilai kecepatan arus tertinggi terdapat pada stasiun 4 yaitu 33,33 cm/s karena stasiun tersebut mempunyai dasar perairan yang kasar sehingga air akan mengalir dengan cepat.

Menurut Welch (1980) kecepatan arus diklasifikasikan menjadi 5 kelompok, yaitu: (a) Kecepatan arus > 100 cm/s merupakan arus yang sangat cepat, (b) Kecepatan arus 50 – 100 cm/s merupakan arus yang cepat, (c) Kecepatan arus 25 – 50 cm/s merupakan arus yang sedang, (d) Kecepatan arus 10 – 25 cm/s merupakan arus yang lambat, dan (e) Kecepatan arus < 10 cm/s merupakan arus yang sangat lambat. Sehingga dapat dikatakan bahwa stasiun 3 dan 7 merupakan perairan menggenang karena mempunyai kecepatan arus 0 cm/s, stasiun 2 merupakan perairan yang relatif menggenang dengan kecepatan arus yang sangat lambat yaitu 6,25 cm/s, stasiun 5 dikatakan perairan

mengalir dengan arus lambat karena mempunyai kecepatan arus 23,26 cm/s, dan stasiun 1, 4, dan 6 tergolong perairan mengalir dengan kecepatan arus sedang yaitu berkisar antara 25,00 – 33,33 cm/s.

Menurut Effendi (2003) perairan menggenang dicirikan oleh arus yang sangat lambat yang bergerak ke berbagai arah atau tidak ada arus sama sekali. Sedangkan perairan mengalir dicirikan oleh arus searah dan relatif kencang, dengan kecepatan yang berkisar antara 0,1 – 1,0 m/s. Sehingga dapat dikatakan bahwa berdasarkan kecepatan arus, stasiun 2, 3, dan 7 tergolong perairan yang menggenang dengan arus nol hingga sangat lambat dan stasiun 1, 4, 5, dan 6 tergolong perairan yang mengalir dengan kecepatan arus lambat hingga sedang.



Gambar 18. Grafik Kecepatan Arus pada Setiap Stasiun

4.3.12 Substrat

Tipe substrat perairan Krabyakan pada stasiun 1, 2, 4, dan 6 berupa pasir, pada stasiun 5 dan 7 berupa lempung berpasir, sedangkan pada stasiun 3 berupa lempung liat berpasir (lihat Tabel 1). Perbedaan jenis substrat ini dipengaruhi oleh kecepatan arus air yang ada pada stasiun-stasiun tersebut. Stasiun 1, 4, dan 6 mempunyai substrat pasir karena merupakan perairan mengalir dengan kecepatan arus sedang (25,00 – 33,33 cm/s), stasiun 2

mempunyai substrat pasir meskipun merupakan perairan yang menggenang dengan kecepatan arus yang sangat lambat (6,25 cm/s) karena sering dialiri air oleh pemiliknya sehingga lumpur tercuci oleh aliran tersebut. Stasiun 5 mempunyai substrat lempung berpasir meskipun merupakan perairan mengalir dengan kecepatan arus yang lambat (23,26 cm/s) karena mendapat masukan lumpur dari lahan budidaya kangkung air dan selada air yang terbawa oleh aliran air. Stasiun 3 dan 7 mempunyai substrat yang banyak mengandung lempung karena kedua stasiun tersebut merupakan perairan menggenang sehingga lumpur cenderung mengendap di dasar perairan.

Menurut Barus (2002) substrat yang berbeda di dasar perairan mempunyai hubungan yang sangat erat dengan kecepatan arus. Zona air mengalir merupakan daerah dimana kecepatan arus cukup tinggi untuk menyebabkan dasar sungai bersih dari endapan dan materi lain yang lepas, sehingga dasarnya padat. Sedangkan zona air tenang merupakan daerah dimana kecepatan arus sudah berkurang maka lumpur dan materi lepas cenderung mengendap di dasar, sehingga dasarnya lunak (Odum, 1993).

4.4 Makrofita Air di Perairan Krabyakan

Makrofita yang ditemukan selama penelitian di perairan Krabyakan terdiri dari 3 Divisi yaitu Bryophyta, Pteridophyta, dan Spermatophyta, 15 famili, 17 genus, dan 18 spesies yaitu *Ipomoea aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Isachne globosa*, *Myriophyllum oligantum*, *Megalodonta beckii*, *Montia fontana*, *Bacopa monnieri*, *Salvinia natans*, *Salvinia molesta*, *Pistia stratiotes*, *Ludwigia stolonifera*, *Diplacrum longifolium*, *Murdannia blumei*, *Colocasia esculenta*, *Vesicularia inundata*, *Cyperus ferrugineus*, *Monochoria vaginalis*, dan *Marsilea crenata* (lihat Tabel 2). Gambar dan klasifikasi masing-masing spesies dapat dilihat pada Lampiran 3.

Hasil penelitian mengenai komunitas makrofit air yang hidup di perairan

Krabyakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Makrofit Air di Perairan Krabyakan

No	Famili	Spesies	Nama Lokal	Stasiun						
				1	2	3	4	5	6	7
1	Convolvulaceae	<i>Ipomoea aquatica</i>	Kangkung air	+	+	+	+	+	+	+
2	Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	Selada air	+	+	-	+	+	+	-
3	Poaceae	<i>Isachne globosa</i>	Lemuran	+	+	+	+	+	+	+
4	Haloragaceae	<i>Myriophyllum oliganthum</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
5	Asteraceae	<i>Megalodonta beckii</i>	Jombret	+	-	-	+	-	+	-
6	Portulacaceae	<i>Montia fontana</i>	Krangkong an	+	+	+	+	+	+	+
7	Scrophulariaceae	<i>Bacopa monnieri</i>	-	+	+	+	+	-	-	-
8	Salviniaceae	<i>Salvinia natans</i>	Kiambang	-	+	+	-	-	-	+
9	Salviniaceae	<i>Salvinia molesta</i>	Kiambang	-	-	+	-	-	-	+
10	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Kayu apu	-	+	-	-	-	-	-
11	Onagraceae	<i>Ludwigia stolonifera</i>	Krokot	-	-	+	-	-	-	+
12	Cyperaceae	<i>Diplacrum longifolium</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
13	Commelinaceae	<i>Murdannia blumei</i>	Jeworan	-	-	-	+	-	+	-
14	Araceae	<i>Colocasia esculenta</i>	Tales-alesan	-	-	-	-	-	+	-
15	Hypnaceae	<i>Vesicularia inundata</i>	Lumut	-	-	-	-	-	+	-
16	Cyperaceae	<i>Cyperus ferrugineus</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
17	Pontederiaceae	<i>Monochoria vaginalis</i>	Eceng padi	-	-	-	-	-	-	+
18	Marsileaceae	<i>Marsilea crenata</i>	Semanggi air	-	-	-	-	-	-	+

Keterangan : (+) Ditemukan, (-) Tidak Ditemukan

Tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) ditemukan pada semua stasiun karena perairan Krabyakan mempunyai kedalaman yang relatif dangkal (3,6 – 10,2 cm) serta aliran airnya lambat (0 – 33,33 cm/s) sehingga mendukung

untuk pertumbuhan kangkung air tersebut. Hal ini juga karena faktor suhu yang mendukung bagi pertumbuhan makrofitanya tersebut, yaitu suhu air berkisar antara 25 – 17 °C dan suhu sedimen berkisar antara 25 - 26 °C. Menurut Cook *et al.*, (1974) tanaman ini banyak ditemukan di rawa atau daerah lembab dan sedikit berair, di kolam atau parit. Tanaman ini sering membentuk massa yang padat dan mungkin ditemukan tumbuh liar pada ladang padi. Ia tumbuh sebagai sayur dan juga digunakan sebagai makanan babi dan obat tradisional. Aprianawati (2005) menyebutkan bahwa *Ipomoea aquatica* ditemukan pada perairan yang mempunyai arus relatif lambat sehingga mendukung habitat tanaman tersebut. Menurut Austin (2007) *Ipomoea aquatica* dapat tumbuh dengan baik pada suhu di atas 25 °C.

Makrofitanya air jenis *Nasturtium officinale* atau *Rorippa nasturtium-aquaticum* ditemukan hampir pada semua stasiun karena perairan Krabyakan merupakan perairan dangkal (3,6 – 10,2 cm). Hal ini juga disebabkan karena substrat pada perairan Krabyakan mengandung pasir yang sangat disukai oleh tanaman yang dikenal sebagai selada air ini. Menurut Cook *et al.*, (1974) tanaman ini merupakan tanaman “emergent” yang tumbuh di perairan dangkal, tenang atau mengalir, biasanya di perairan yang subur. Tanaman sayur ini tidak terdapat pada stasiun 3 dan 7 karena kedua stasiun tersebut mengandung banyak liat dan mempunyai nilai pH yang relatif asam sehingga fosfat sedimen ada dalam jumlah yang tinggi tetapi terikat sehingga tidak dapat mendukung kehidupan tanaman tersebut. Selada air ini dimanfaatkan masyarakat sekitar sebagai sayur dan juga ada yang sengaja dibudidayakan untuk menambah penghasilan masyarakat.

Isachne globosa ditemukan pada semua stasiun di perairan Krabyakan karena perairan Krabyakan merupakan daerah tropis yang kedalaman airnya dangkal (3,6 – 10,2 cm). Sehingga mendukung untuk pertumbuhan tanaman ini.

Menurut Cook *et al.*, (1974) spesies ini tumbuh di daerah berair, tempat berawa-rawa, kadang-kadang sebagai gulma di ladang padi, pada daerah yang beriklim tropis. Kebanyakan dari mereka hidup di Asia yang beriklim tropis.

Myriophyllum oligantum dengan nama lain *Haloragis oligantha* hanya ditemukan pada stasiun 1 karena perairan tersebut merupakan perairan dangkal (10,2 cm) yang airnya selalu mengalir dengan arus 29,41 cm/s. Tanaman ini hidup submergen atau emergen pada perairan dangkal. Tanaman air ini hidup pada habitat berair atau lahan basah. *Myriophyllum* mempunyai nilai ekonomis tinggi dalam purifikasi air, sebagai makanan babi, bebek dan ikan, serta digunakan sebagai obat untuk mengurangi panas (zipcodezoo.com, 2011).

Megalodonta beckii banyak ditemukan pada kolam, danau dan air mengalir. Tanaman ini sangat sensitif terhadap polusi air sehingga jarang ditemukan (Cook *et al.*, 1974). Makrofita jenis ini ditemukan pada stasiun 1, 4, dan 6 karena merupakan perairan yang mengalir dengan kecepatan arus antara 25,00 – 33,33 cm/s serta kondisi airnya yang relatif masih bersih karena airnya berasal dari Mata Air Krabyakan 1 secara langsung.

Montia fontana ditemukan pada semua stasiun karena makrofita tersebut tergolong jenis yang dapat hidup pada berbagai kondisi lingkungan. Menurut Cook *et al.*, (1974) *Montia fontana* ditemukan pada lahan basah dan juga bertoleransi pada daerah dengan air yang melimpah. *M. fontana* merupakan kosmopolitan dan ditemukan pada tanah/lumpur basah, atau rawa, secara taksonomi lengkap dan tidak diketahui kepentingannya ekonominya.

Menurut Cook *et al.*, (1974) *Bacopa monnieri* hidup pada suhu yang hangat. Banyak spesies ditemukan pada lahan basah dan pada daerah yang tergenang dan mungkin ditemukan mengakar pada dasar dengan daun di atas permukaan perairan. *B. monnieri* merupakan tanaman tropis yang secara berkala ditemukan sebagai tanaman pengganggu pada ladang padi dan saluran irigasi.

Makrofita jenis ini ditemukan pada stasiun 1, 2, 3, dan 4 pada bagian perairan yang agak pinggir yang tidak selalu tergenang oleh air. Selain itu, makrofita ini dapat tumbuh di keempat stasiun tersebut karena perairan tersebut mempunyai suhu 25 – 27 °C yang optimal untuk pertumbuhannya.

Salvinia natans dan *Salvinia molesta* ditemukan melimpah pada stasiun 2, 3, dan 7 karena ketiga perairan tersebut merupakan tipe perairan yang menggenang dengan arus 0 – 6,25 cm/s. Selain itu juga karena ketiga stasiun tersebut kaya akan unsur hara (nitrat air 0,937 – 3,541 mg/l dan ortofosfat air 0,201 – 0,562 mg/l) serta kondisi pH air (6 – 7) yang optimum bagi pertumbuhannya. Menurut eppo.org (2009) *Salvinia* lebih memilih perairan yang diam atau mengalir sangat lambat seperti danau, aliran air, lahan basah, saluran air, kolam, dan kanal. Tanaman ini menyukai area tropis, sub-tropis atau bersuhu hangat dengan suhu air berkisar dari 20 °C hingga 30 °C dan dapat bertoleransi pada kisaran pH yang luas dengan kisaran optimum antara pH 6 dan pH 7,5. Tanaman ini mampu bertoleransi pada salinitas dan tumbuh melimpah bila dirangsang dengan peningkatan tingkat nutrisi. Pada perairan yang kaya nutrisi, ia mungkin mencapai kepadatan 30.000 tanaman kecil per m² dan dapat mengandakan jumlah biomassa dalam dua hari pada kondisi optimal.

Pistia stratiotes atau kayu apu hanya ditemukan pada stasiun 2 karena perairan tersebut berbatasan langsung dengan sawah padi organik sehingga mengandung nutrisi yang cukup tinggi yaitu nitrat air (2,085 mg/l), ortofosfat air (0,343 mg/l), dan fosfat (2,30 mg/kg). Tanaman ini biasanya hidup mengapung, namun pada perairan dangkal ia dapat bertahan hidup menempel pada substrat dan membentuk hamparan seperti tikar. Selain itu juga karena stasiun 2 merupakan perairan menggenang dengan kecepatan arus 6,25 cm/s yang sesuai untuk habitatnya. Menurut Sainty dan Jacobs (1987) tanaman ini biasanya mengapung bebas di permukaan perairan, tetapi ia juga sering mengakar pada

lumpur. Ia hidup pada kondisi tropis dimana tingkat nutrien tinggi pada perairan menggenang atau perairan mengalir yang lambat. Tanaman tersebut sering membentuk hamparan tikar pada perairan dan sensitif terhadap suhu dingin.

Ludwigia stolonifera ditemukan pada stasiun 3 dan 7 karena kedua stasiun tersebut merupakan perairan menggenang dengan arus 0 cm/s. Menurut Sainty dan Jacobs (1987) tanaman ini hidup pada perairan yang menggenang dan bergerak sangat lambat. Menurut Cook *et al.*, (1974) tanaman akuatik ini tumbuh pada lahan basah atau tempat yang berair dan mungkin juga pada air yang agak melimpah. Bunga tanaman ini berwarna putih atau kuning.

Diplacrum longifolium hanya ditemukan pada stasiun 4 karena merupakan perairan yang selalu mengalir dengan arus 33,33 cm/s. Menurut Cook *et al.*, (1974) *Diplacrum* merupakan tanaman tropis yang sering tumbuh dan ditemukan pada aliran air dan lahan basah.

Murdannia blumei ditemukan pada kolam, aliran air, dan saluran irigasi. Tanaman ini sering disebut sebagai tanaman pengganggu (Cook *et al.*, 1974). Jenis makrofita ini hanya ditemukan pada stasiun 4 dan 6 yang mempunyai tipe mengalir dengan arus 29,41 – 33,33 cm/s.

Colocasia esculenta bertoleransi pada naungan dan seringkali tumbuh sebagai tanaman sela dengan tumbuhan pohon (proseanet.org, 2011). Makrofita jenis ini hanya ditemukan pada stasiun 6 karena mempunyai naungan yang cukup lebat (90 %).

Vesicularia inundata dikenal sebagai tanaman akuatik yang submergen pada daerah yang mempunyai suhu hangat dan secara berkala dipanen sebagai tanaman penghias akuarium (Cook *et al.*, 1974). Makrofita ini ditemukan menempel pada bebatuan dan kayu yang terendam air pada stasiun 6.

Cyperus ferrugineus ditemukan pada daerah yang dialiri air secara teratur dan lahan basah. Kadang-kadang tanaman ini juga tumbuh liar pada lahan irigasi

(Cook *et al.*, 1974). Makrofita jenis ini hanya ditemukan pada stasiun 6 karena perairan tersebut selalu dialiri air secara teratur dari Mata Air Krabyakan 1 dengan kecepatan arus 29,41 cm/s, sehingga sangat sesuai untuk habitatnya.

Menurut Sainty dan Jacobs (1987) *Monochoria vaginalis* umumnya mengakar pada lumpur dan tumbuh dengan baik pada perairan menggenang atau berarus lambat yang kaya nutrisi. Ia hidup di daerah tropis dan subtropis pada perairan dangkal. Tanaman ini merupakan gulma pada ladang padi. Jenis makrofita ini hanya ditemukan pada perairan stasiun 7 karena stasiun tersebut merupakan perairan tempat budidaya tanaman kangkung air yang berbatasan langsung dengan persawahan padi, sehingga perairan tersebut banyak mendapat pasokan nutrisi (N dan P) dari persawahan yang ada di atasnya. Apalagi kedalaman perairan stasiun 7 sangat dangkal (3,6 cm) dengan kandungan fosfat sedimen yang tinggi (9,19 mg/kg), sehingga sangat sesuai bagi pertumbuhan makrofita tersebut.

Marsilea crenata hanya ditemukan pada stasiun 7 karena stasiun tersebut berbatasan langsung dengan persawahan padi yang sesuai untuk kehidupan tanaman tersebut. Makrofita ini disebut juga *Marsilea minuta*. Menurut Cook *et al.*, (1974) tanaman ini merupakan tanaman akuatik dan semi akuatik yang ditemukan pada kolam, saluran air, genangan air dan sawah. Biasanya ia membutuhkan periode emergen sebelum sporocarp berkembang. Ia sering dihargai sebagai tanaman pengganggu ladang padi dan saluran irigasi.

Jumlah taksa makrofita terendah terdapat pada stasiun 5, yaitu 4 spesies yang terdiri dari *Ipomoea aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Isachne globosa*, dan *Montia fontana* karena mempunyai substrat yang mengandung lumpur sehingga hanya jenis makrofita yang toleran saja yang dapat tumbuh. Menurut Odum (1993) lumpur halus biasanya merupakan tipe dasar yang mendukung jumlah jenis dan individu yang paling sedikit dari tanaman. Jumlah taksa makrofita

tertinggi ada pada stasiun 6 yaitu 9 spesies yang terdiri dari *Ipomoea aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Isachne globosa*, *Megalodonta beckii*, *Montia fontana*, *Murdannia blumei*, *Colocasia esculenta*, *Vesicularia inundata*, dan *Cyperus ferrugineus*. Hal ini terjadi karena air pada stasiun tersebut langsung berasal dari Mata Air Krabyakan 1 yang relatif masih alami, serta karena perairan tersebut mengandung unsur hara yang cukup bagi pertumbuhan makrofita air.

Jenis makrofita air yang terdapat pada semua stasiun di perairan Krabyakan antara lain *Ipomoea aquatica*, *Isachne globosa*, dan *Montia fontana*, karena ketiga jenis makrofita tersebut mempunyai toleransi yang luas terhadap kondisi lingkungannya. Sedangkan jenis makrofita yang hanya ditemukan pada satu stasiun antara lain *Myriophyllum oliganthum* (stasiun 1), *Pistia stratiotes* (stasiun 2), *Diplacrum longifolium* (stasiun 4), *Colocasia esculenta*, *Vesicularia inundata*, dan *Cyperus ferrugineus* (stasiun 6), serta *Monochoria vaginalis*, dan *Marsiela crenata* (stasiun 7). Hal ini terjadi karena 8 jenis makrofita tersebut mempunyai toleransi sempit terhadap lingkungan hidupnya.

4.5 Kepadatan dan Komposisi Makrofita Air di Perairan Krabyakan

Kisaran nilai kepadatan spesies makrofita air di perairan Krabyakan jenis *Ipomoea aquatica* berkisar antara 4 – 66 ind/m², *Nasturtium officinale* 8 – 98 ind/m², *Isachne globosa* 5 – 40 ind/m², *Myriophyllum oligantum* 3 ind/m², *Megalodonta beckii* 3 – 4 ind/m², *Montia fontana* 1 – 27 ind/m², *Bacopa monnieri* 1 – 31 ind/m², *Salvinia natans* 29 – 53 ind/m², *Salvinia molesta* 11 – 447 ind/m², *Pistia stratiotes* 24 ind/m², *Ludwigia stolonifera* 1 – 8 ind/m², *Diplacrum longifolium* 13 ind/m², *Murdannia blumei* 4 ind/m², *Colocasia esculenta* 1 ind/m², *Vesicularia inundata* 40 ind/m², *Cyperus ferrugineus* 6 ind/m², *Monochoria vaginalis* 3 ind/m², dan *Marsilea crenata* 6 ind/m².

Data kepadatan (K) dan kepadatan relatif (KR) makrofita air di perairan Krabyakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air Di Perairan Krabyakan

No	Spesies	Stasiun													
		1		2		3		4		5		6		7	
		K (ind/m ²)	KR (%)												
1	<i>Ipomoea aquatica</i>	8	10,11	6	5,14	7	1,18	14	9,48	4	5,33	6	4,71	66	45,29
2	<i>Nasturtium officinale</i>	41	57,02	8	7,25	-	-	98	65,69	30	36,47	38	30,52	-	-
3	<i>Isachne globosa</i>	8	11,24	12	10,88	5	0,83	17	11,61	40	49,18	19	15,10	5	3,22
4	<i>Myriophyllum oliganthum</i>	3	3,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	<i>Megalodonta beckii</i>	3	4,50	-	-	-	-	4	1,47	-	-	4	3,57	-	-
6	<i>Montia fontana</i>	7	9,83	1	0,60	27	4,84	3	1,34	7	9,02	5	4,22	2	1,61
7	<i>Bacopa monnieri</i>	3	3,65	31	27,79	25	4,43	1	0,53	-	-	-	-	-	-
8	<i>Salvinia natans</i>	-	-	29	26,59	53	9,44	-	-	-	-	-	-	45	30,80
9	<i>Salvinia molesta</i>	-	-	-	-	447	79,16	-	-	-	-	-	-	11	7,36
10	<i>Pistia stratiotes</i>	-	-	24	21,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(Dilanjutkan)

(Lanjutan Tabel 3)

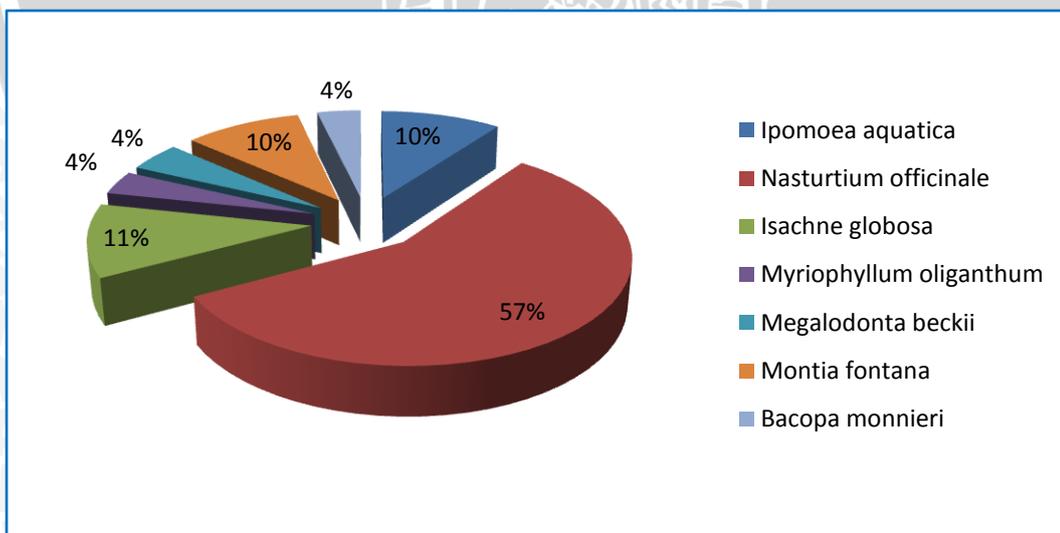
No	Spesies	Stasiun													
		1		2		3		4		5		6		7	
		K (ind/m ²)	KR (%)												
11	<i>Ludwigia stolonifera</i>	-	-	-	-	1	0,12	-	-	-	-	-	-	8	5,75
12	<i>Diplacrum longifolium</i>	-	-	-	-	-	-	13	8,41	-	-	-	-	-	-
13	<i>Murdannia blumei</i>	-	-	-	-	-	-	4	1,47	-	-	4	3,57	-	-
14	<i>Colocasia esculenta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,65	-	-
15	<i>Vesicularia inundata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	32,79	-	-
16	<i>Cyperus ferrugineus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4,87	-	-
17	<i>Monochoria vaginalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1,83
18	<i>Marsilea crenata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4,14
Jumlah			100		100		100		100		100		100		100

Keterangan : (-) Tidak Ditemukan

4.5.1 Stasiun 1

Nilai kepadatan spesies makrofit air pada stasiun 1 berkisar antara 3 ind/m² sampai 41 ind/m² dan kepadatan relatif berkisar antara 3,65 % hingga 57,02 % (lihat Lampiran 4). Nilai kepadatan terendah (3 ind/m²) dan nilai kepadatan relatif terendah (3,65 %) diwakili oleh spesies *Myriophyllum oliganthum* dan *Bacopa monnieri*, sedangkan kepadatan tertinggi (41 ind/m²) dan kepadatan relatif tertinggi (57,02 %) diwakili oleh spesies *Nasturtium officinale*. Hal ini terjadi karena stasiun 1 kaya akan nutrisi N (4,689 mg/l) dan P (8,33 mg/kg), sehingga *Myriophyllum oliganthum* dan *Bacopa monnieri* ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit karena kedua jenis makrofit ini sangat sensitif terhadap pencemaran, sedangkan *Nasturtium officinale* dapat tumbuh dengan subur karena perairan yang kaya nutrisi sangat sesuai untuk kehidupannya.

Komposisi makrofit air yang menyusun perairan stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 18.

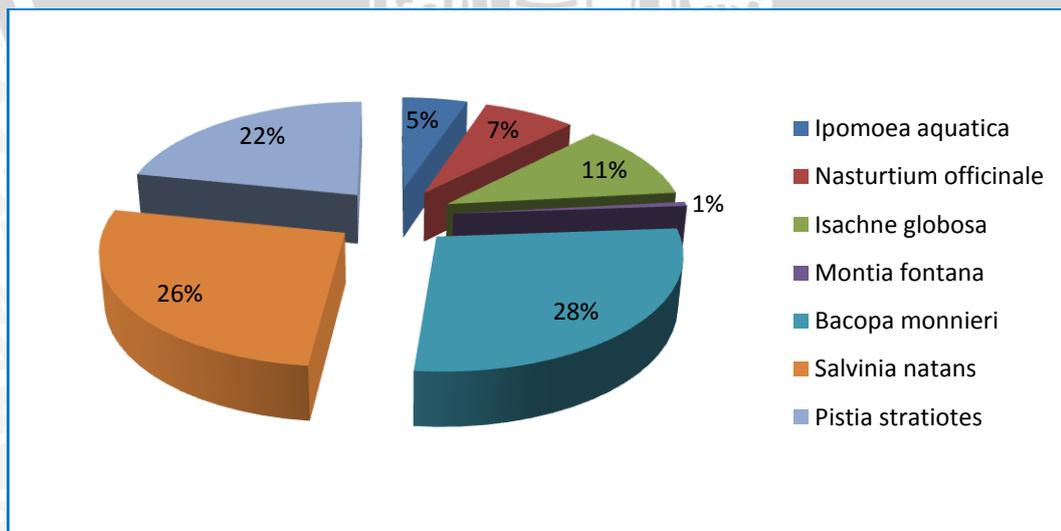


Gambar 18. Komposisi Makrofit Air pada Stasiun 1

4.5.2 Stasiun 2

Kisaran nilai kepadatan makrofita air pada stasiun 2 di perairan Krabyakan antara 1 ind/m² sampai 31 ind/m² (lihat Lampiran 5), sedangkan kisaran kepadatan relatif antara 0,60 % hingga 27,79 %. Kisaran kepadatan terendah (1 ind/m²) dan kepadatan relatif terendah (0,60 %) diwakili oleh jenis *Montia fontana* karena jenis makrofita ini lebih menyukai substrat yang banyak mengandung lumpur dan pada stasiun ini kandungan lumpurnya sedikit sehingga *M. fontana* hanya ditemukan dalam jumlah yang sedikit. Cook *et al.*, (1974) *Montia fontana* merupakan tanaman kosmopolitan dan ditemukan pada tanah/lumpur basah, atau rawa. Kisaran kepadatan tertinggi (31 ind/m²) dan kepadatan relatif tertinggi (27,79 %) diwakili oleh makrofita air jenis *Bacopa monnieri* karena kondisi perairan stasiun 2 tergolong menggenang dengan suhu yang relatif hangat yang sangat disukai oleh jenis *B. monnieri* sehingga makrofita ini ditemukan dalam jumlah yang banyak.

Komposisi makrofita air yang ada pada stasiun 2 perairan Krabyakan dapat dilihat pada Gambar 19.

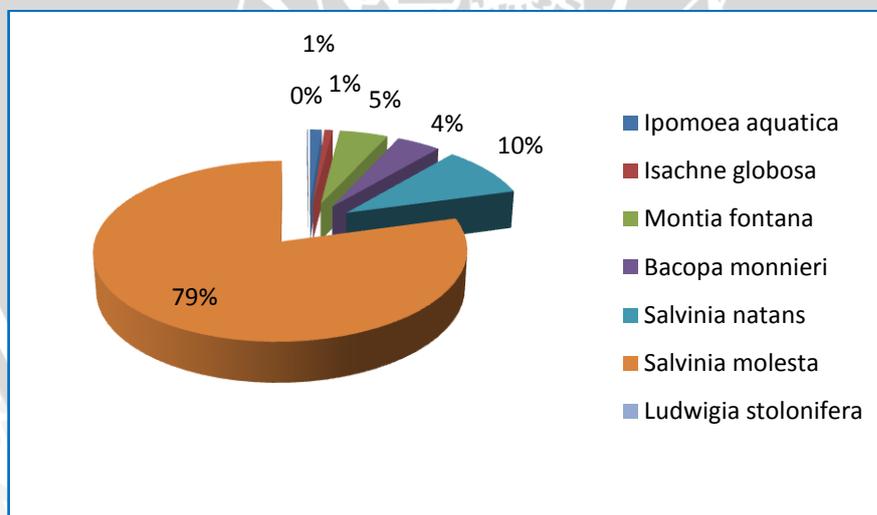


Gambar 19. Komposisi Makrofita Air pada Stasiun 2

4.5.3 Stasiun 3

Kepadatan makrofita air di perairan Krabyakan pada stasiun 3 berkisar antara 1 ind/m² sampai 447 ind/m² dan kepadatan relatif berkisar antara 0,12 % sampai 79,16 % (lihat Lampiran 6). Nilai kisaran kepadatan terendah (1 ind/m²) dan nilai kepadatan relatif terendah (0,12 %) diwakili oleh spesies *Ludwigia stolonifera*, sedangkan kisaran kepadatan tertinggi (447 ind/m²) dan kepadatan relatif tertinggi 79,16 % diwakili oleh makrofita air jenis *Salvinia molesta*. Hal ini terjadi karena stasiun 3 banyak mengandung nitrat (3,541 mg/l) dan ortofosfat (0,562 mg/l) yang mendukung pertumbuhan *S. molesta* sehingga makrofita ini ditemukan dalam jumlah yang melimpah, sedangkan *L. stolonifera* ditemukan dalam jumlah yang sedikit karena kalah bersaing dengan *S. molesta* yang dapat berkembang dengan cepat.

Komposisi makrofita air pada stasiun 3 perairan Krabyakan dapat dilihat pada Gambar 20.



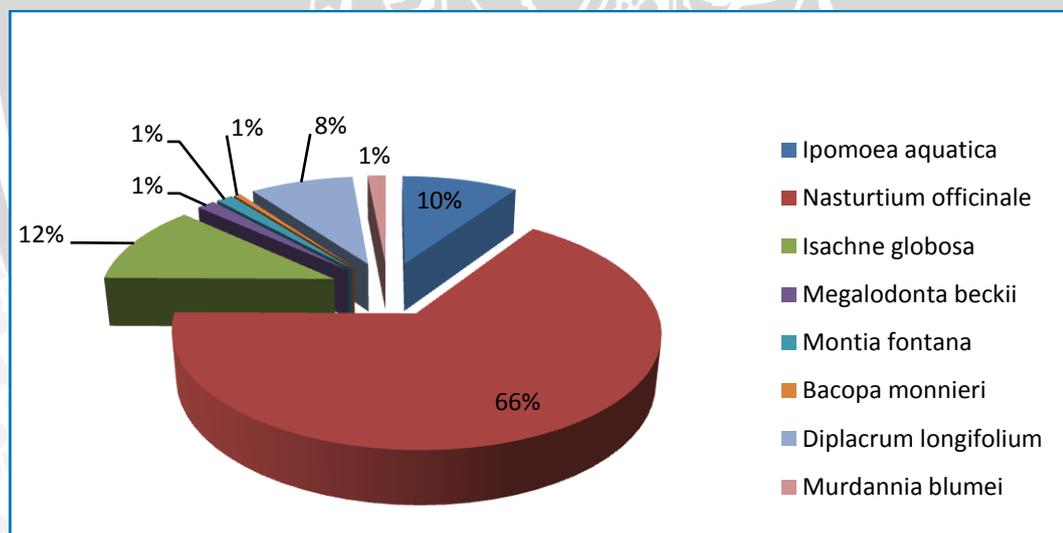
Gambar 20. Komposisi Makrofita Air pada Stasiun 3

4.5.4 Stasiun 4

Nilai kepadatan makrofita air di perairan Krabyakan pada stasiun 4 berkisar antara 1 ind/m² sampai 98 ind/m² sedangkan nilai kepadatan relatif

berkisar antara 0,53 % sampai 65,69 % (lihat Lampiran 7). Nilai kepadatan terendah (1 ind/m²) dan kepadatan relatif terendah (0,53 %) diwakili oleh makrofita air jenis *Bacopa monnieri* karena stasiun 4 merupakan perairan mengalir sedangkan jenis makrofita ini lebih menyukai kondisi perairan yang menggenang, sehingga ia ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit (1 ind/m²). Menurut Cook *et al.*, (1974) *B. monnieri* banyak ditemukan pada lahan basah dan pada daerah yang tergenang. Tanaman ini ditemukan mengakar pada dasar dengan daun di atas permukaan perairan. Nilai kepadatan tertinggi (98 ind/m²) dan kepadatan relatif tertinggi (65,69 %) diwakili oleh spesies *Nasturtium officinale* karena perairan ini mengandung nitrat yang tinggi (4,511 mg/l), ortofosfat (0,328 mg/l), fosfat sedimen (8,33 mg/kg) dan substrat yang banyak mengandung pasir (97 %).

Komposisi spesies makrofita air pada stasiun 4 dapat dilihat pada Gambar 21.



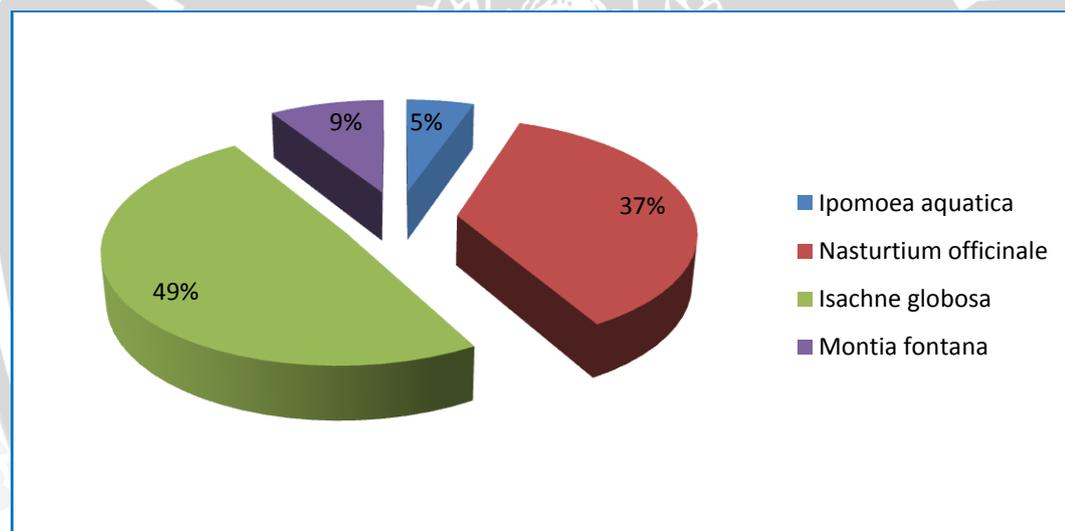
Gambar 21. Komposisi Makrofita Air pada Stasiun 4

4.5.5 Stasiun 5

Kisaran kepadatan makrofita air pada stasiun 5 perairan Krabyakan adalah 4 ind/m² hingga 40 ind/m² sedangkan kisaran kepadatan relatif antara 5,33 % hingga 49,18 % (lihat Lampiran 8). Nilai kisaran kepadatan terendah

(4 ind/m²) dan kepadatan relatif terendah (5,33 %) diwakili oleh spesies *Ipomoea aquatica* karena stasiun 5 mempunyai pH sedimen yang rendah yaitu 5,6 sehingga makrofita ini tidak dapat memanfaatkan nutrisi secara optimal. Nilai kepadatan tertinggi (40 ind/m²) dan kepadatan relatif tertinggi (49,18 %) diwakili oleh makrofita air jenis *Isachne globosa* karena suhu pada perairan stasiun 5 tergolong hangat (27 °C) yang merupakan salah satu ciri perairan tropis. Menurut Cook *et al.*, (1974) *Isachne globosa* banyak ditemukan di daerah yang beriklim tropis.

Komposisi makrofita air di perairan Krabyakan pada stasiun 5 dapat dilihat pada Gambar 22.



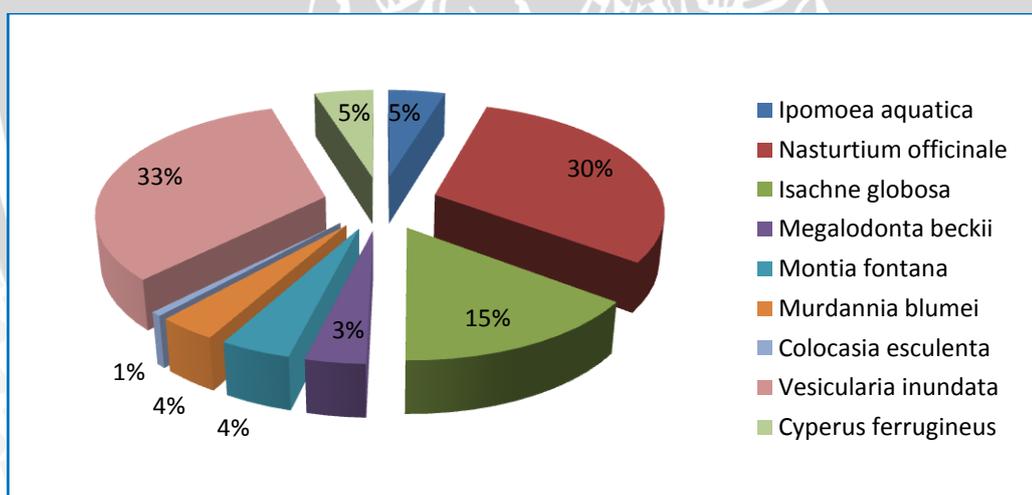
Gambar 22. Komposisi Makrofita Air pada Stasiun 5

4.5.6 Stasiun 6

Nilai kepadatan makrofita air pada stasiun 6 perairan Krabyakan berkisar antara 1 ind/m² sampai 40 ind/m² dan nilai kepadatan relatif berkisar antara 0,65 % hingga 32,79 % (lihat Lampiran 9). Nilai kepadatan terendah (1 ind/m²) dan nilai kepadatan terendah (0,65 %) diwakili oleh jenis *Colocasia esculenta*, sedangkan nilai kepadatan makrofita tertinggi (40 ind/m²) dan kepadatan relatif

tertinggi (32,79 %) diwakili oleh spesies *Vesicularia inundata*. Hal ini terjadi karena kandungan nitrogen sedimen (0,05 %) pada stasiun 6 tergolong rendah sehingga kurang sesuai untuk pertumbuhan *C. esculenta* yang membutuhkan tingkat kesuburan tanah yang tinggi sehingga jumlahnya sedikit (1 ind/m²). Menurut proseanet.org (2011) *Colocasia esculenta* bertoleransi pada semua jenis tanah tetapi untuk tumbuh dengan baik membutuhkan tingkat kesuburan tanah yang tinggi. *Vesicularia inundata* ditemukan dalam jumlah banyak (40 ind/m²) karena ukurannya yang kecil dan kedalaman air stasiun 6 mencapai 10,2 cm sehingga tanaman tersebut dapat hidup submergen. Menurut Cook *et al.* (1974) tanaman ini dikenal sebagai tanaman akuatik yang submergen pada daerah yang mempunyai suhu hangat.

Komposisi makrofita air pada stasiun 6 perairan Krabyakan disajikan pada Gambar 23.



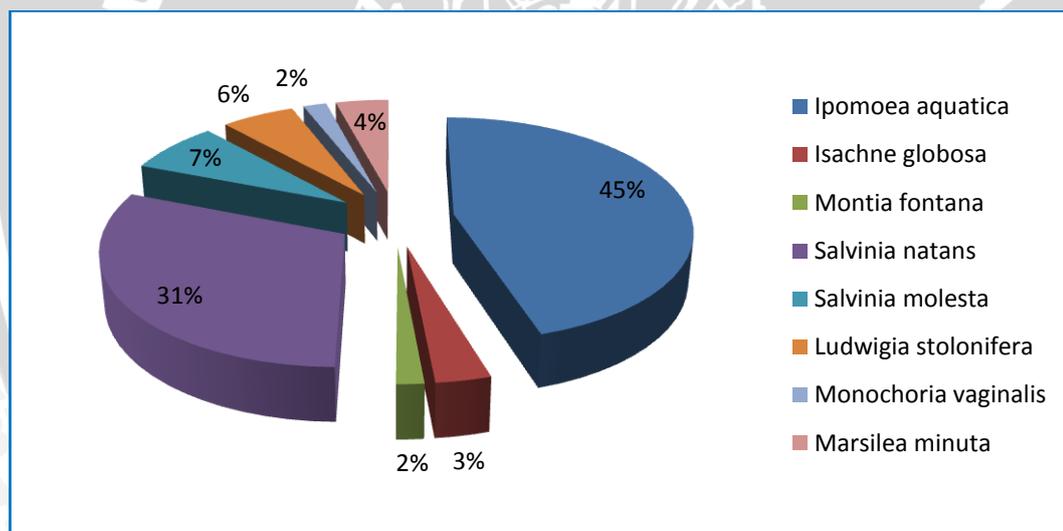
Gambar 23. Komposisi Makrofita Air pada Stasiun 6

4.5.7 Stasiun 7

Kisaran kepadatan makrofita air pada stasiun 7 perairan Krabyakan antara 2 ind/m² sampai 66 ind/m² sedangkan nilai kepadatan relatif berkisar antara 1,61 % sampai 45,29 % (lihat Lampiran 10). Nilai kepadatan makrofita air terendah (2 ind/m²) dan kepadatan relatif terendah (1,61 %) diwakili oleh

makrofita air jenis *Montia fontana*, sedangkan nilai kepadatan tertinggi (66 ind/m²) dan kepadatan relatif tertinggi (45,29 %) diwakili oleh jenis *Ipomoea aquatica*. Hal ini terjadi karena stasiun 7 merupakan perairan yang digunakan untuk budidaya kangkung air (*I. aquatica*) dan tanaman ini sengaja ditanam oleh petani sehingga ditemukan dalam jumlah yang banyak (66 ind/m²), sedangkan *M. fontana* jumlahnya sedikit (2 ind/m²) karena kalah berkompetisi dengan *I. aquatica* yang mempunyai daya adaptasi tinggi terhadap lingkungannya. Menurut Sunarmi dan Purwohadijanto (1990) tanaman yang mempunyai daya adaptasi yang kuat terhadap lingkungannya biasanya mempunyai daya kompetisi yang kuat terhadap cahaya, nutrisi dan ruang serta cepat berkembang biak.

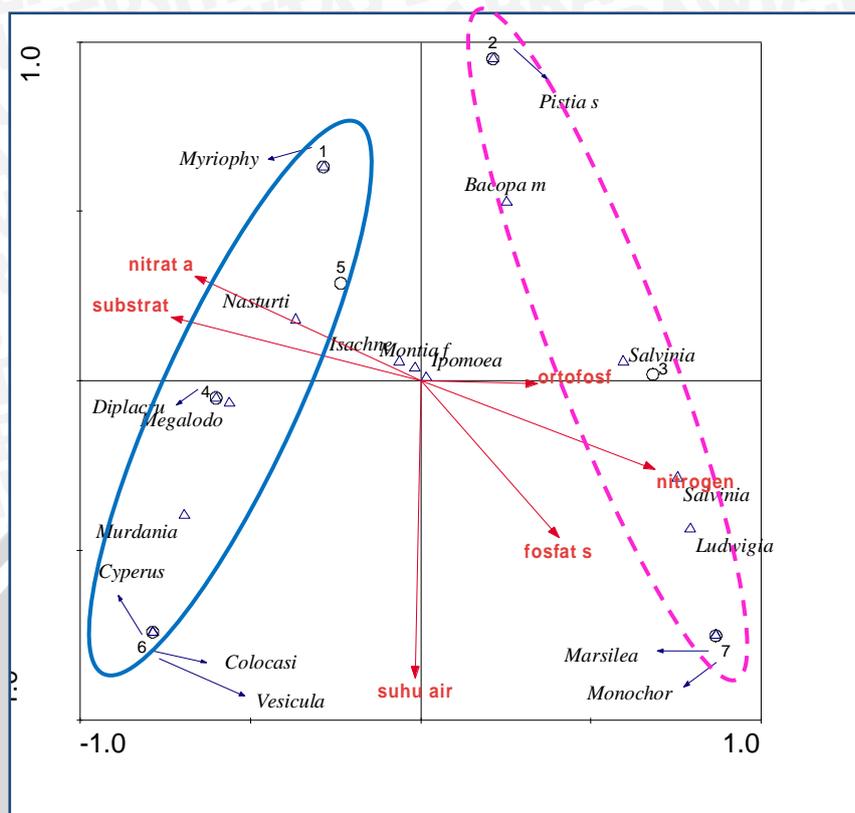
Komposisi makrofita air pada stasiun 7 di perairan Krabyakan dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Komposisi Makrofita Air pada Stasiun 7

4.6 Zonasi Habitat Perairan Krabyakan

Berdasarkan hasil analisis data ordinasasi menggunakan program CANOCO for Windows 4.5 dengan sistem operasi 'Windows XP', dari 7 stasiun perairan Krabyakan dibagi menjadi dua zonasi habitat yaitu zonasi A dan zonasi B (Gambar 25).



Gambar 25. Ordinasi Hubungan Makrofita dengan Faktor Lingkungan

Keterangan : 1 – 7 = Stasiun
 — = Ordinat A (Zonasi A)
 - - - = Ordinat A (Zonasi B)

Diagram zonasi (Gambar 25) menunjukkan komunitas makrofita air dihubungkan dengan stasiun dan data faktor lingkungan yang meliputi substrat, suhu air, nitrat air, ortofosfat, nitrogen total sedimen, dan fosfat sedimen. Pemasukan parameter substrat ke dalam program CANOCO dengan menggunakan skor, yaitu: skor 1 untuk substrat lempung liat berpasir, skor 2 untuk substrat lempung berpasir dan skor 3 untuk substrat pasir. Dalam analisis CANOCO ini, jumlah faktor lingkungan yang digunakan hanya 6 dari 11 faktor yang diukur karena syarat menggunakan program CANOCO ini jumlah stasiun harus lebih banyak dari pada faktor lingkungan yang diukur. Penelitian ini terdiri dari 7 stasiun pengamatan berdasarkan tata guna lahan yang ada di lokasi penelitian, sehingga jumlah faktor lingkungan yang digunakan adalah 6 dan dipilih faktor yang paling berpengaruh terhadap kehidupan makrofita air. Menurut

Sudaryanti* (2011, komunikasi pribadi) persyaratan teknik dalam penggunaan software CANOCO yaitu jumlah stasiun pengamatan harus lebih banyak dari pada jumlah faktor lingkungan yang diukur.

Diagram ordinasi menunjukkan zonasi habitat stasiun 1, 4, 5 dan 6 pada ordinat A (zonasi A) dan stasiun 2, 3 dan 7 pada ordinat B (zonasi B). Zonasi A merupakan titik pengambilan sampel yang berlokasi di perairan sekitar pertanian pandan, pisang dan tales; perairan sekitar tempat pemujaan; perairan di sekitar lahan terbuka dan perairan di dekat Mata Air Krabyakan 1, dimana zonasi tersebut merupakan perairan yang mengalir dengan kecepatan arus antara 23,26 – 33,33 cm/s. Zonasi B adalah titik pengambilan sampel yang berlokasi di perairan sekitar daerah pertanian padi, perairan sekitar pertanian pandan dan pisang serta perairan tempat budidaya kangkung air, yang mana zonasi tersebut merupakan perairan menggenang dengan kecepatan arus 0 – 6,25 cm/s.

Diagram ordinasi menunjukkan bahwa stasiun-stasiun yang ada pada zonasi A (stasiun 1, 4, 5 dan 6) maupun zonasi B (stasiun 2, 3 dan 7) berhubungan dengan suhu air yang tinggi (25 – 27 °C) karena pengukurannya dilakukan pada siang hari dimana intensitas cahaya matahari tinggi dan memiliki kedalaman perairan yang dangkal. Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan suhu perairan juga tinggi. Kedalaman perairan yang dangkal juga menyebabkan suhu yang tinggi karena cahaya matahari dapat mencapai semua badan air. Menurut Effendi (2003) suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Serapan energi radiasi matahari ke perairan akan menyebabkan suhu meningkat. Suhu harian maksimum tercapai setelah intensitas cahaya maksimum tercapai. (Lakitan, 1994 *dalam* Prasetyo, 2011). Oleh karena itu zonasi A dan B mempunyai suhu air yang tinggi.

*Dosen Manajemen Sumber Daya Perairan, FPIK, UB

Zonasi A (Gambar 25) berhubungan dengan substrat dasar perairan yang didominasi oleh pasir karena merupakan perairan yang mengalir dengan arus yang lambat hingga sedang (23,26 – 33,33 cm/s). Sudaryanti dan Marsoedi (1995) menyebutkan bahwa substrat batu umumnya ditemukan di daerah berarus deras, sebaliknya substrat lumpur ditemukan di daerah yang berarus lambat sedangkan substrat pasir umumnya ditemukan di daerah peralihan antara arus deras dan arus lambat. Oleh karena itu zonasi A mempunyai substrat yang didominasi oleh pasir karena mempunyai kecepatan arus relatif sedang.

Zonasi A berhubungan dengan nitrat air yang tinggi (3,363 – 4,689 mg/l) dan berhubungan dengan kandungan nitrogen total sedimen yang rendah (0,05 %) karena makrofita air yang tumbuh pada stasiun-stasiun zonasi A didominasi oleh makrofita yang mempunyai habitat mengakar di dasar sehingga makrofita tersebut lebih banyak memanfaatkan nitrogen sedimen dalam proses fotosintesisnya dari pada nitrat air. Menurut Subarijanti (2000a) tumbuhan yang berakar di dasar mengambil zat-zat hara dari dasar perairan. Zonasi A juga berhubungan dengan ortofosfat yang rendah (0,027 mg/l) sekaligus kandungan fosfat sedimen yang rendah (5,74 mg/kg). Rendahnya kandungan unsur hara tanah baik nitrogen total sedimen maupun fosfat sedimen pada zonasi A disebabkan karena substratnya didominasi oleh pasir yang mempunyai sifat porus sehingga tidak dapat menjerat unsur hara. Menurut Subarijanti (2000b) tanah porus selain tidak mampu menahan air juga miskin akan unsur hara. Sedangkan kandungan ortofosfat air juga rendah karena dipengaruhi oleh kandungan fosfat tanah yang juga rendah. Subarijanti (2000b) menyebutkan bahwa dari beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa tingginya kesuburan tanah diikuti tingginya kesuburan air dan sebaliknya. Menurut Syekhfani (1997) kisaran normal unsur hara N dalam tanah adalah 0,2 – 0,5 % dan unsur hara P antara 0,05 – 0,25 %.

Zonasi A (Tabel 4) terdiri dari makrofit jenis *Nasturtium officinale*, *Myriophyllum oligantum*, *Megalodonta beckii*, *Diplacrum longifolium*, *Murdannia blumei*, *Colocasia esculenta*, *Vesicularia inundata*, dan *Cyperus ferrugineus*. Faktor yang mendukung keberadaan *Nasturtium officinale* pada zonasi ini karena daerah ini mempunyai tipe substrat berpasir dengan kandungan nutrisi yang tinggi. Menurut Aprianawati (2006) *Nasturtium officinale* ditemukan pada substrat berpasir dan lempung berpasir. Menurut Cook *et al.*, (1974) tanaman ini merupakan tanaman “emergent” yang tumbuh di perairan dangkal, tenang atau mengalir, biasanya di perairan yang kaya nutrisi. Selada air umumnya tumbuh subur di sepanjang aliran plato vulkanik New Zealand, Islandia Utara. Kemampuannya untuk tumbuh dengan baik pada area ini kemungkinan karena pengaruh tingkat kandungan nitrat dan fosfat yang tinggi pada aliran tersebut, sebagai tanaman yang tumbuh dengan cepat dan mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi (Crisp, 1970 dalam Williams *et al.*, 1983). Menurut Casey (1977) dalam Williams *et al.*, (1983) mencatat data analitik spesies ini yang menunjukkan bahwa *N. officinale* mempunyai kandungan nitrogen yang tinggi (mencapai 7,1 %) dibandingkan dengan tanaman akuatik lain yang umumnya 2 – 3 %.

Jenis *Colocasia esculenta* ada pada zonasi A karena mempunyai suhu yang tinggi (25 – 27 °C) dan mempunyai unsur hara yang subur (nitrat air 3,363 – 4,689 mg/l) serta nilai pH sedimen berkisar 5,6 - 7. Menurut proseanet.org (2011) Suhu 25 – 30 °C mendukung pertumbuhan *Colocasia esculenta*. Jenis ini bertoleransi pada pH tanah 4,2 – 7,5 dan naungan. Tanaman ini bertoleransi pada semua jenis tanah tetapi untuk tumbuh dengan baik membutuhkan tingkat kesuburan tanah yang tinggi. Menurut Bindu *et al.*, (2008) *Colocasia esculenta* merupakan makrofit semi akuatik yang diinvestigasi mempunyai efisiensi penyerapan nutrisi yang tinggi. Berdasarkan hasil studi, sistem aliran yang

ditanami *C.esculenta* dapat menurunkan kandungan nitrat dan fosfat pada air limbah.

Vesicularia inundata hidup dalam zonasi A karena mempunyai kedalaman air 10,2 cm sehingga makrofitanya jenis tersebut bisa hidup submergen dengan suhu yang relatif hangat (25 – 27 °C). Tanaman ini dikenal sebagai tanaman akuatik yang submergen pada daerah yang mempunyai suhu hangat (Cook *et al.*, 1974). *Diplacrum longifolium* termasuk dalam makrofitanya air yang menyusun zonasi A karena perairan pada zonasi A selalu mengalir, sehingga sesuai untuk kehidupan tanaman tersebut. Menurut Cook *et al.*, (1974) *Diplacrum* merupakan tanaman tropis yang sering tumbuh dan ditemukan pada aliran air dan lahan basah. *Murdannia blumei* juga ditemukan dalam zonasi ini karena mempunyai tipe mengalir. *Murdannia blumei* ditemukan pada aliran air, dan saluran irigasi. Tanaman ini sering disebut sebagai tanaman pengganggu (Cook *et al.*, 1974). *Cyperus ferrugineus* ditemukan pada zonasi A karena zonasi ini mendapat masukan air secara terus-menerus dan bertipe mengalir. Menurut Cook *et al.*, (1974) *Cyperus ferrugineus* ditemukan pada daerah yang dialiri air secara teratur. *Myriophyllum* terdapat dalam zonasi ini karena kedalaman perairan zonasi A relatif lebih dalam dibandingkan zonasi B sehingga sangat sesuai bagi *Myriophyllum* yang hidup submergen atau emergen. Menurut zipcodezoo.com (2011) *Myriophyllum* hidup pada perairan secara submergen di perairan dalam atau emergen di perairan yang dangkal.

Tipe zonasi A yang mengalir sangat sesuai untuk kehidupan *Megalodonta beckii*, serta kondisinya masih belum banyak terpolusi. Menurut Cook *et al.*, (1974) *Megalodonta beckii* banyak ditemukan pada air mengalir dengan aliran yang lambat. Tanaman ini sangat sensitif terhadap polusi air sehingga jarang ditemukan.

Zonasi B (Gambar 25) berhubungan dengan substrat yang didominasi oleh substrat lempung karena merupakan perairan yang menggenang dengan kecepatan arus 0 – 6,25 cm/s. Menurut Sudaryanti dan Marsoedi (1995) substrat batu umumnya ditemukan di daerah berarus deras, sebaliknya substrat lumpur ditemukan di daerah yang berarus lambat. Sehingga zonasi B mempunyai substrat yang berlempung karena mempunyai arus yang sangat lambat atau menggenang.

Zonasi B berhubungan dengan nitrat air yang rendah (0,937 – 3,541 mg/l) dan berhubungan dengan nitrogen total sedimen yang tinggi (0,20 %) karena makrofita air yang tumbuh banyak yang mempunyai sifat mengapung di permukaan sehingga lebih banyak memanfaatkan nitrat air dari pada nitrogen sedimen. Menurut Trisna (2011) tanaman yang hidup mengapung cenderung memanfaatkan nitrat yang terlarut di perairan untuk proses fotosintesisnya. Zonasi B berhubungan dengan fosfat sedimen yang tinggi (2,30 – 9,19 mg/kg) karena mempunyai substrat yang mengandung lempung (berlumpur) dengan kondisi pH yang relatif asam, sehingga fosfat banyak yang terperangkap dalam sedimen. Menurut Subarijanti (2000b) apabila tanah dasar berupa lumpur atau tanah liat dengan suasana asam, PO_4 banyak yang terikat dalam tanah. Zonasi B juga berhubungan dengan ortofosfat yang tinggi (0,201 – 0,562 mg/l) karena banyak mendapat masukan ortofosfat dari sisa-sisa pupuk pertanian padi organik dan kegiatan MCK yang ada di sekitarnya. Menurut Subarijanti (2000b) penambahan unsur fosfor di perairan umum, berasal dari limbah rumah tangga dan sisa-sisa pupuk dari persawahan di sekitarnya yang masuk melalui aliran air.

Zonasi B terdiri dari makrofita jenis *Bacopa monnieri*, *Salvinia natans*, *Salvinia molesta*, *Pistia stratiotes*, *Ludwigia stolonifera*, *Monochoria vaginalis*, dan *Marsilea crenata*. *Ludwigia stolonifera* termasuk dalam zonasi B karena zonasi tersebut merupakan perairan menggenang. Menurut Sainy dan Jacobs

(1987) *Ludwigia stolonifera* hidup pada perairan yang menggenang dan bergerak sangat lambat. *Marsilea crenata* terdapat pada zonasi ini karena merupakan perairan yang dangkal dan menggenang (kecepatan arus 0 – 6,25 cm/s). Cook *et al.*, (1974) tanaman ini merupakan tanaman akuatik dan semi akuatik yang ditemukan pada kolam, genangan air, dan sawah. Biasanya ia membutuhkan periode emergen sebelum sporocarp berkembang. Ia sering dihargai sebagai tanaman pengganggu ladang padi dan saluran irigasi.

Salvinia molesta dan *Salvinia natans* ada pada zonasi B karena zonasi ini merupakan perairan menggenang dengan suhu yang optimum (25 – 27 °C). selain itu juga karena perairan tersebut mempunyai pH air 6 – 7 yang optimum bagi pertumbuhannya. Zonasi ini juga mempunyai nutrisi yang tinggi yaitu ortofosfat air yang berkisar antara 0,201 – 0,562 mg/l. Menurut eppo.org (2009) *Salvinia* lebih memilih perairan yang diam atau mengalir sangat lambat seperti danau, aliran air, lahan basah, saluran air, kolam, dan kanal. Tanaman ini menyukai area tropis, sub-tropis atau bersuhu hangat dengan suhu air berkisar dari 20 °C hingga 30 °C dan dapat bertoleransi pada kisaran pH yang luas dengan kisaran optimum antara pH 6 dan pH 7,5. Tanaman ini mampu bertoleransi pada salinitas dan tumbuh melimpah bila dirangsang dengan peningkatan tingkat nutrisi. Menurut Silalahi (2010) kiambang (*Salvinia molesta*) ditemukan di Danau Toba dengan kandungan nitrat yang tinggi yaitu 0,37 mg/l pada stasiun 1 (pelabuhan di Kecamatan Tobasa). Kiambang memiliki dua tipe daun yang berbeda. Daun yang tumbuh dipermukaan berbentuk kuping agak melingkar, berklorofil, sehingga berwarna hijau dan permukaannya ditutupi rambut berwarna putih agak transparan. Rambut ini mencegah daun menjadi basah dan membantu kiambang mengapung. Daun tipe kedua tumbuh di dalam air membentuk sayap mirip akar, tidak berklorofil dan berfungsi menangkap hara dari dalam air seperti akar (Nisma dan Arman, 2008).

Keberadaan *Monochoria vaginalis* pada zonasi ini disebabkan oleh substrat dasar perairan yang berlempung atau berlumpur dan kaya nutrisi (nitrogen total sedimen 0,20 % dan fosfat sedimen 9,19 mg/kg). Selain itu juga karena suhunya yang relatif tinggi dan kedalaman perairan yang dangkal. Menurut Sainty dan Jacobs (1987) *Monochoria vaginalis* umumnya mengakar pada lumpur dan tumbuh dengan baik pada perairan menggenang atau berarus lambat yang kaya nutrisi. Ia hidup di daerah tropis dan subtropis pada perairan dangkal. Faktor yang mempengaruhi keberadaan *Bacopa monnieri* pada zonasi B adalah suhu yang hangat atau tinggi serta kondisi perairannya yang menggenang. Menurut Cook *et al.*, (1974) *Bacopa monnieri* hidup pada suhu yang hangat. Banyak spesies ditemukan pada lahan basah dan pada daerah yang tergenang secara musiman dan mungkin ditemukan mengakar pada dasar dengan daun di atas permukaan perairan untuk beberapa bulan setiap tahun.

Pistia stratiotes mampu bertahan hidup pada zonasi ini karena substrat lumpur pada perairan tersebut mengandung banyak nutrisi (ortofosfat, nitrogen total sedimen, dan fosfat sedimen). Selain itu suhu yang tinggi sangat mendukung untuk pertumbuhannya. Menurut Sainty dan Jacobs (1987) *Pistia stratiotes* biasanya mengapung bebas di permukaan perairan, tetapi ia juga sering mengakar pada lumpur. Ia hidup pada kondisi tropis dimana tingkat nutrisi tinggi pada perairan menggenang atau perairan mengalir yang lambat. Tanaman tersebut sering membentuk hamparan tikar pada perairan dan sensitif terhadap suhu dingin. *Pistia stratiotes* dapat ditumbuhkan pada pH mendekati 4 pada tingkat nitrogen 1,5 dan 2,5 ppm N. *Pistia stratiotes* yang dihasilkan dalam jumlah yang lebih besar pada tingkat optimum namun mempunyai ukuran yang lebih kecil (Chadwick dan Obeid, 1966).

Spesies yang ada pada bagian tengah diagram ordinasinya merupakan campuran dari ciri organisme untuk perairan mengalir dan perairan menggenang.

Makrofita air jenis *Ipomoea aquatica*, *Isachne globosa*, dan *Montia fontana* tidak tergolong dalam organisme zonasi A maupun zonasi B karena berada di tengah dalam diagram ordinasi. Menurut Sudaryanti (1995) spesies yang terletak di tengah diagram ordinasi merupakan percampuran antara tipe organisme untuk kedua zonasi perairan. Sehingga spesies makrofita yang ada di tengah mempunyai toleransi terhadap perairan mengalir dan perairan menggenang dengan substrat pasir hingga berlempung. Menurut Pear (2010) *Ipomoea aquatica* merupakan tanaman air yang merambat dan menyebar di seluruh perairan kolam, saluran irigasi dan drainase. Ia dapat bertingkah laku sebagai tanaman akuatik, semi akuatik maupun terestrial dengan mengurangi daun dan batangnya pada musim kering. Tanaman ini dapat hidup merambat di tanah maupun mengapung di permukaan air. Ia dapat ditemukan di daerah yang banyak air dan di rawa-rawa, atau dimana pun jika ada tanah yang berair. *Montia fontana* ditemukan pada lahan basah dan juga bertoleransi pada daerah dengan air yang melimpah. *M. fontana* merupakan tanaman yang kosmopolitan dan ditemukan pada tanah/lumpur basah, rawa hingga pada kolam. *Isachne globosa* tumbuh di daerah berair, tempat berawa-rawa, kadang-kadang sebagai gulma di ladang padi, pada daerah yang beriklim tropis. Sehingga dapat dikatakan bahwa ketiga jenis makrofita tersebut tidak termasuk zonasi A maupun B karena dapat hidup pada semua tipe habitat.

Berdasarkan jenis makrofita air yang ditemukan, zonasi A tergolong perairan yang mengalami eutrofikasi. Makrofita air yang tumbuh di perairan zonasi A diantaranya adalah *Nasturtium officinale*, *Colocasia esculenta*, dan *Murdania blumei* yang biasanya dapat hidup pada perairan yang kaya nutrisi. Selain itu, pada zonasi A juga ditemukan *Megalodonta beckii* dan *Diplacrum longifolium* dalam jumlah yang sangat sedikit karena jenis tersebut sensitif terhadap polusi perairan. Sehingga zonasi A dapat dikatakan sebagai perairan

yang mengalami eutrofikasi pada tingkat eutrofik. Perairan zonasi B juga tergolong perairan yang eutrofikasi pada tingkat eutrofik karena ditemukan makrofita jenis *Salvinia natans*, *Salvinia molesta*, *Pistia stratiotes*, *Ludwigia stolonifera*, *Monochoria vaginalis*, dan *Marsilea crenata*, yang merupakan spesies-spesies makrofita air yang dapat tumbuh pada perairan dengan kandungan nutrisi yang tinggi. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Paramadipita (2011, dalam proses penyelesaian) yang menyatakan bahwa makrozoobentos yang ditemukan pada stasiun 4 (daerah pertanian pandan, selada, mandi dan cuci) ditemukan 18 taksa diantaranya Gammaridae, Hydrobiidae dan pada stasiun 5 (daerah kolam pemandian umum, pertanian padi) ditemukan 17 taksa diantaranya Hydropsychidae, Simuliidae. Menurut Sudaryanti (2003) Hydropsychidae dan Simuliidae mencerminkan kondisi perairan yang mengalami pencemaran organik. Gammaridae merupakan indikator perairan tercemar sedang (Untung *et al.*, 1996).

Kondisi perairan pada zonasi B lebih tercemar dari pada zonasi A. Hal ini dapat diketahui dari adanya jenis *Salvinia* yang merupakan indikator perairan tercemar karena dapat tumbuh melimpah pada perairan dengan kandungan nutrisi yang tinggi. Tanaman ini mampu bertahan pada perairan dengan kandungan nitrat tinggi karena mempunyai dua tipe daun, yang di permukaan untuk membantu mengapung dan daun dalam air yang membantu penyerapan unsur hara. Menurut eppo.org (2009) *Salvinia* dapat tumbuh melimpah bila dirangsang dengan peningkatan tingkat nutrisi. *Kiambang* memiliki dua tipe daun yang berbeda. Daun yang tumbuh dipermukaan berbentuk kuping agak melingkar, berklorofil, sehingga berwarna hijau dan permukaannya ditutupi rambut berwarna putih agak transparan. Rambut ini mencegah daun menjadi basah dan membantu *kiambang* mengapung. Daun tipe kedua tumbuh di dalam air membentuk sayap mirip akar, tidak berklorofil dan berfungsi menangkap hara dari dalam air seperti akar (Nisma dan Arman, 2008).

Tabel 4. Zonasi Habitat Perairan Krabyakan Berdasarkan Diagram Ordinasii (Gambar 25)

Zonasi	ST	Makrofita Air	Jumlah Spesies	Suhu Air (°C)	Nitrat Air (mg/l)	Ortofosfat Air (mg/l)	Substrat	Nitrogen Total Sedimen (%)	Fosfat Sedimen (mg/kg)	Karakter Habitat	Status Perairan
A	1, 4, 5 dan 6	<i>Nasturtium officinale</i> , <i>Myriophyllum oligantum</i> , <i>Megalodonta beckii</i> , <i>Diplacrum longifolium</i> , <i>Murdannia blumei</i> , <i>Colocasia esculenta</i> , <i>Vesicularia inundata</i> , dan <i>Cyperus ferrugineus</i>	8	25, 26, 27	4,689; 4,511; 4,250; 3,363	0,027; 0,328; 0,225; 0,246	1: P 2: LP	0,05; 0,24	8,33; 6,61; 7,74	Mengalir	Eutrofik
B	2, 3 dan 7	<i>Bacopa monnieri</i> , <i>Salvinia natans</i> , <i>Salvinia molesta</i> , <i>Pistia stratiotes</i> , <i>Ludwigia stolonifera</i> , <i>Monochoria vaginalis</i> , dan <i>Marsilea crenata</i>	7	25, 26, 27	2,085; 3,541; 0,937	0,343; 0,562; 0,201	2: LP 3: LLP	0,05; 0,20	9,19; 5,74	Menggenang	Eutrofik

Keterangan : P = Pasir
LP = Lempung berpasir
LLP = Lempung liat berpasir

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- Makrofit air di perairan Krabyakan terdiri dari 3 Divisi yaitu Bryophyta, Pteridophyta, dan Spermatophyta, 15 famili, 17 genus, dan 18 spesies. Jumlah taksa terendah terdapat pada stasiun 5 yaitu perairan di sekitar daerah lahan terbuka, yang hanya terdiri dari 4 spesies, sedangkan jumlah taksa tertinggi terdapat pada stasiun 6 yaitu perairan dekat Mata Air Krabyakan 1, yang terdiri dari 9 spesies.
- Kepadatan spesies makrofit air jenis *Ipomoea aquatica* berkisar antara 4 – 66 ind/m², *Nasturtium officinale* 8 – 98 ind/m², *Isachne globosa* 5 – 40 ind/m², *Myriophyllum oligantum* 3 ind/m², *Megalodonta beckii* 3 – 4 ind/m², *Montia fontana* 1 – 27 ind/m², *Bacopa monnieri* 1 – 31 ind/m², *Salvinia natans* 29 – 53 ind/m², *Salvinia molesta* 11 – 447 ind/m², *Pistia stratiotes* 24 ind/m², *Ludwigia stolonifera* 1 – 8 ind/m², *Diplacrum longifolium* 13 ind/m², *Murdannia blumei* 4 ind/m², *Colocasia esculenta* 1 ind/m², *Vesicularia inundata* 40 ind/m², *Cyperus ferrugineus* 6 ind/m², *Monochoria vaginalis* 3 ind/m², dan *Marsilea crenata* 6 ind/m². Kepadatan relatif makrofit air di perairan Krabyakan berkisar antara 0,12 % hingga 79,16 %. Nilai kepadatan relatif terendah (0,12 %) diwakili oleh jenis *Ludwigia stolonifera* dari stasiun 3 dan nilai kepadatan relatif tertinggi (79,16 %) diwakili oleh spesies *Salvinia molesta* dari stasiun 3.
- Faktor ekologis di perairan Krabyakan terdiri dari kedalaman berkisar antara 3,6 – 10,2 cm; suhu air berkisar antara 25 – 27 °C; nilai pH air berkisar antara 6 – 7; kandungan nitrat air berkisar antara 0,937 – 4,689 mg/l; dan kandungan ortofosfat air berkisar antara 0,027 – 0,562 mg/l. Suhu sedimen berkisar antara 25 – 26 °C; nilai pH sedimen berkisar antara 5,6 – 7; kandungan nitrogen total sedimen berkisar antara 0,05 –

0,24 %; dan kandungan fosfat sedimen berkisar antara 2,30 – 9,19 mg/kg serta kecepatan arus berkisar antara 0 – 33,33 cm/s. Substrat dasar perairan pada stasiun 1, 2, 4, dan 6 berupa pasir; stasiun 3 dan 7 berupa lempung berpasir; dan stasiun 5 berupa lempung liat berpasir.

- Hasil ordinasi menggunakan program CANOCO for Windows 4.5 membagi perairan Krabyakan menjadi 2 zonasi habitat berdasarkan jenis makrofita air yang tumbuh, yaitu zonasi A yang terdiri dari stasiun 1, 4, 5 dan 6 yang merupakan perairan mengalir dan dihuni oleh makrofita air yang mempunyai karakter habitat mengakar di dasar dan daunnya di atas permukaan air seperti *Nasturtium officinale*, *Colocasia esculenta*, *Diplacrum longifolium*, *Murdania blumei*, *Cyperus ferrugineus* yang berstatus eutrofik. Zonasi B yang terdiri dari stasiun 2, 3, dan 7 yang merupakan perairan menggenang dan dihuni oleh makrofita air yang mempunyai karakter habitat mengapung seperti *Salvinia molesta*, *Salvinia natans* dan *Pistia stratiotes* yang juga berstatus eutrofik.

5.2 Saran

- Pada zonasi A (perairan yang sering dimanfaatkan untuk MCK), perlu dilakukan sosialisasi mengenai dampak pembuangan limbah rumah tangga dan MCK.
- Pada zonasi B (perairan dekat pertanian padi), hendaknya pertanian padi menggunakan pupuk murni organik.
- Pembuatan perencanaan pengelolaan perairan Krabyakan secara terpadu.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R. 2010. Pengelompokan Stasiun Pengamatan Di Sungai Gebyak Desa Tawang Sari Kecamatan Pujon Kabupaten Malang Berdasarkan Makrozoobentos. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi. Tidak diterbitkan.
- Andayani, S. 2005. Manajemen Kualitas Air untuk Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Anonymous. 2006. *Bacopa monnieri* (Monnier's Bacopa). http://zipcodezoo.com/Plants/B/Bacopa_monnieri. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 09.37 WIB.
- _____. 2008. Informasi Spesies selada Air. <http://www.plantamor.com/index.php>. Diakses pada tanggal 20 Oktober 2010 pukul 20.58 WIB.
- _____. 2009. Classification of Species: *Diplacrum longifolium* - GBIF Portal. <http://ara.inbio.ac.cr/SSTN-IABIN/species/browse/taxon>. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 09.50 WIB.
- _____. 2009. *Myriophyllum oliganthum*. http://zipcodezoo.com/Plants/M/Myriophyllum_oliganthum. Diakses pada tanggal 11 Juni 2011 pukul 18.44 WIB.
- _____. 2010. *Cyperus ferrugineus*. [http://www.google.co.id/imgres.cyperus-ferrugineus](http://www.google.co.id/imgres/cyperus-ferrugineus). Diakses pada tanggal 18 Agustus 2010 pukul 15.31 WIB.
- _____. 2010. *Cyperus ferrugineus*. http://zipcodezoo.com/Plants/C/Cyperus_ferrugineus/. Diakses pada tanggal 18 Agustus 2010 pukul 15.53 WIB.
- _____. 2010. *Ipomoea aquatica*. http://en.wikipedia.org/wiki/Ipomoea_aquatica. Diakses pada tanggal 18 Agustus 2010 pukul 12.33 WIB.
- _____. 2010. *Ipomoea aquatica*. <http://www.plantamor.com/index.php.plant>. Diakses pada tanggal 18 Agustus 2010 pukul 12.43 WIB.
- _____. 2010. *Nasturtium officinale*. <http://www.google.co.id/images.nasturtium-officinale>. Diakses pada tanggal 18 Agustus 2010 pukul 15.24 WIB.
- _____. 2011. *Bacopa monnieri* dwarf. http://www.extraplant.com/media/catalog/product/cache/7/small_image. Diakses pada tanggal 21 Juni 2011 pukul 15.32 WIB.
- _____. 2011. *Colocasia esculenta*. <http://www.google.co.id/imgres.colocasia-esculenta>. Diakses pada tanggal 11 Juni 2011 pukul 19.37 WIB.

_____. 2011. Eceng Padi (*Monochoria vaginalis*). <http://www.plantamor.com/index.php?plant>. Diakses pada tanggal 11 Juni 2011 pukul 19.50 WIB.

_____. 2011. Flora of Zimbabwe: Species information: *Ludwigia stolonifera*. <http://www.zimbabweflora.co.zw/speciesdata/species.php>. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 09.45 WIB.

_____. 2011. *Haloragis oligantha*. <http://www.plantillustrations.org/illustration>. Diakses pada tanggal 11 Juni 2011 pukul 18.55 WIB.

_____. 2011. *Isachne globosa*. http://www.species.wikimedia.org/wiki/Isachne_globosa. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 08.51 WIB.

_____. 2011. Klasifikasi Tumbuhan, Klasifikasi *Megalodonta beckii*. <http://www.sith.itb.ac.id/herbarium/index.php>. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 09.18 WIB.

_____. 2011. Klasifikasi Tumbuhan, Klasifikasi *Salvinia molesta*. <http://www.sith.itb.ac.id/herbarium/index.php>. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 09.39 WIB.

_____. 2011. Klasifikasi Tumbuhan, Klasifikasi *Salvinia natans*. <http://www.sith.itb.ac.id/herbarium/index.php>. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 09.42 WIB.

_____. 2011. Kiapu (*Pistia stratiotes*). <http://www.plantamor.com/index.php>. Diakses pada tanggal 11 Januari 2011 pukul 19.56 WIB.

_____. 2011. *Ludwigia stolonifera*. http://zipcodezoo.com/Plants/L/Ludwigia_stolonifera. Diakses pada tanggal 11 Juni 2011 pukul 20.03 WIB.

_____. 2011. *Marsilea crenata*. <http://www.google.co.id/imgres.marsilea-crenata>. Diakses pada tanggal 11 Juni 2011 pukul 20.18 WIB.

_____. 2011. *Megalodonta beckii*. <http://www.google.co.id/imgres.megalodonta-beckii>. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 09.05 WIB.

_____. 2011. *Monochoria vaginalis*. <http://www.google.co.id/imgres.monochoria-vaginalis>. Diakses pada tanggal 11 Juni 2011 pukul 19.47 WIB.

_____. 2011. *Montia fontana*. http://fr.wikipedia.org/wiki/Montia_fontana. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 09.23 WIB.

_____. 2011. *Montia fontana* image. http://calphotos.berkeley.edu/cgi/img_query. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 09.25 WIB.

_____. 2011. *Murdannia blumei*. http://zipcodezoo.com/Plants/M/Murdannia_blumei. Diakses pada tanggal 11 Juni 2011 pukul 19.24 WIB.

- _____. 2011. *Murdannia blumei*. [http:// www. google.co.id/imgres.murdannia-blumei](http://www.google.co.id/imgres.murdannia-blumei). Diakses pada tanggal 11 Juni 2011 pukul 19.21 WIB.
- _____. 2011. mutiara's Site - Paku. <http://za0l.multiply.com/journal/item/171/Paku>. Diakses pada tanggal 11 Juni 2010 pukul 20.11 WIB
- _____. 2011. Neotropical Herbarium Specimens *Diplacrum longifolium*. [http:// fm1. fieldmuseum.org](http://fm1.fieldmuseum.org). Diakses pada tanggal 11 Juni 2011 pukul 19.17 WIB.
- _____. 2011. *Pistia stratiotes*. [http://www.plantamor.com/ image. php](http://www.plantamor.com/image.php). Diakses pada tanggal 11 Januari 2011 pukul 20.02 WIB.
- _____. 2011. Prohati - Keanekaragaman Hayati Tumbuhan Indonesia [http:// www.proseanet.org / prohati2 / browser.php](http://www.proseanet.org/prohati2/browser.php). diakses pada tanggal 11 Juni 2011 pukul 19.35 WIB.
- _____. 2011. *Salvinia molesta*. [http://www.google. co.id/imgres.salvinia-molesta](http://www.google.co.id/imgres.salvinia-molesta). Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 09.36 WIB.
- _____. 2011. *Salvinia natans*. [http://www.google. co.id/imgres.salvinia-natans](http://www.google.co.id/imgres.salvinia-natans). Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 09.35 WIB.
- _____. 2011. *Vesicularia*. http://www.hkflora.com/v2/bryophytes/photosmal_l_mosses/vesicularia_montagnei.jpg. Diakses pada tanggal 8 Juli 2011 pukul 06.26 WIB.
- _____. 2011. *Vesicularia inundata*. [http:// www.gwannon.com/species/Vesicularia-inundata](http://www.gwannon.com/species/Vesicularia-inundata). Diakses pada tanggal 11 Juni 2011 pukul 19.40 WIB.
- Aprianawati. 2005. Studi Kepadatan dan Komposisi Macrophyta Di Sungai Wendit Desa Mangliawan Kecamatan Pakis Kabupaten Malang. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Praktik Kerja Lapang. Tidak diterbitkan.
- _____. 2006. Studi Ekologis Makrofita di Daerah Budidaya Makrofita di Desa Temas, Klurahan temas, Kodya Batu, Jawa Timur. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi. Tidak diterbitkan.
- Arfiati, D. 2001. Limnologi Sub Bahasan Kimia Air. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Austin, D.F. 2007. Water spinach (*Ipomoea aquatica*, Convolvulaceae) A Food Gone Wild. *Ethnobotany Research and Application* 5: 123 – 146 (2007). www.ethnobotanyjournal.org/vol5/i1547-3465-05-123.pdf.
- Badan Perencanaan Kabupaten Malang. 2007. Revisi Rencana Tata Ruang, Evaluasi Rancana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Malang. Pemerintah Kabupaten Malang.

Balai Penelitian Tanah. 2005. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk Edisi Pertama. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.

Barus, T. A. 2002. Pengantar Limnologi. Linilus. Amerika Serikat.

Bijaksana, R., R. Jaffry dan C.R. Lina. 2011. Pengaruh Faktor Fisika dalam Budidaya Ikan. <http://citra1401.blogspot.com/2011/04/pengaruh-faktor-fisika-dalam-budida=ya.html>. Diakses pada Tanggal 29 Mei 2011 Pukul 08.19 WIB.

Bindu, T; V.P. Sylas; M. Mahesh; P.S. Rakesh; and E.V. Ramasamy. 2008. Pollutant Removal from Domestic Wastewater with Taro (*Colocasia Esculenta*) Planted in a Subsurface Flow System. Abstract. Ecological Engineering, Volume 33, Issue 1.

Chadwick, M.J. and M. Obeid. 1966. A Comparative Studi of the Growth of *Euchornia Crassipes* Solms. and *Pistia stratiotes* L. in Water Culture. Abstract. Jurnal of Ecology:British Ecological of Society

Cook, C.D.K., J.G.E. Bernando, R. Martin, S. Jacob and S. Marta. 1974. Water Plants of The World. IBM Press. England.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.

Eppo.org. 2009. *Salvinia molesta* (Salviniaceae), Giant Salvinia. http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/invasive_plants/Salvinia_molesta.htm. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 09.40 WIB.

Handoko, N. M. 2011. Upaya Konservasi Mata Air Towo dan Mata Air Krabyakan Oleh 'Stakeholders' Di Desa Sumbergepoh Kecamatan Lawang Kabupaten Lawang. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi. Tidak Diterbitkan.

Harjowigeno, S. 1995. Ilmu Tanah Edisi Revisi. Akademika Pressindo. Jakarta.

Hariyadi, S., Suryadiputra dan W. Bambang. 1992. Limnologi Metoda Kualitas Air. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.

Id. answers.yahoo.com 2011. Ciri khusus antara tumbuhan yang hidup di air dengan tumbuhan hidup di tempat kering. <http://id.answers.yahoo.com>. Diakses pada tanggal 17 Februari 2011 pukul 20.02 WIB.

Irma. 2010. Perkembangan dan Pertumbuhan Makhluk Hidup. <http://blog.unnes.ac.id/irma271a/2010/11/27/perkembangan-dan-pertumbuhan-makhluk-hidup-materi-ipa-kelas-6-sd/html>. Diakses pada tanggal 17 Februari 2011 pukul 20.18 WIB.

Kangkan, A.L. 2006. Studi Penentuan Lokasi Untuk Pengembangan Budidaya Laut Berdasarkan Parameter Fisika, Kimia Dan Biologi Di Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur. Tesis. Program Pascasarjana Universitas

Diponegoro. Semarang. http://eprints.undip.ac.id/15145/1/A_Leonidas_Kangkan.pdf. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 Pukul 08.15 WIB.

Kelompok Pengajar Klimatologi. 2007. *Praktikum Klimatologi*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.

Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.

Malang post.com. 2011. LMDH Kerjasamakan Mata Air Krabyakan. www.malang_post.com. Diakses pada tanggal 20 April 2011 pada pukul 11.41 WIB.

Mardalis. 2008. *Metode Penelitian Suatu Pendekatan Proposal Cetakan Pertama*. Bumi Aksara. Jakarta.

Mulyanto. 2008. *Metode Sampling*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.

Munawaroh, S. 2010. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan. <http://sitimunawarohcr7.wordpress.com/ipa-1/faktor-faktor-yang-mempengaruhi-pertumbuhan-dan-perkembangan/html>. Diakses pada tanggal 17 Februari 2011 pukul 20.16 WIB.

Musa, M. dan Yanuhar, U. 2006. *Diktat Limnologi*. Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya. Malang.

Nisma, F. dan Arman, B. 2008. Seleksi Beberapa Tumbuhan Air sebagai Penyerap Logam Berat Cd, Pb dan Cu di Kolam Buatan FMIPA UHAMKA. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. Jakarta.

Nofdianto. 2002. *Ekotipologi dan Fungsional Tumbuhan Air di Perairan Semayang, Kalimantan Timur*. 1457 pdf.

Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi Edisi Tiga*. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.

Paramadipta, H. 2011. *Pengelompokan Anak Sungai Welang di Desa Sumberngepoh Kecamatan Lawang Kabupaten Malang*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang. Skripsi dalam proses penyelesaian.

Pemerintah Kabupaten Malang (Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral bekerja sama dengan Konsultan Teknik PT. Terasis Erojaya). 2000. *Laporan Studi Kelayakan Pemanfaatan Mata Air Krabyakan, Kabupaten Malang*.

Pier. 2010. *Ipomoea aquatica*. <http://www.hear.org/pier/species/ipomoea-aquatica.htm>. Diakses pada tanggal 22 Juni pukul 16.11 WIB.

Prasetyo, A.P. 2011. *Unsur Cuaca yang Mempengaruhi Ketahanan Benang dan Jaring*. <https://andhikaprima.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 08.09 WIB.

Purwohadiyanto, S. Prapti, dan A. Sri. 2006. Pemupupukan dan Kesuburan Perikanan Budidaya. Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya. Malang.

Rosmaniar. 2008. Kepadatan dan Distribusi Kepiting Bakau (*Scylla spp.*) serta Hubungannya dengan Faktor Fisika Kimia di Perairan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatra Utara. Medan.

Sainty, G. R. and S.W.L. Jacobs. 1987. Water Plants in Australia. CSIRO Australia. Sydney.

Sarief, E. 1986. Ilmu Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung.

Silalahi, J. 2010. Analisis Kualitas Air dan Hubungannya dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik di Perairan Danau Toba. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Universitas Sumatra Utara. Medan.

Soegianto, A. 1994. Ekologi Kuantitatif Metode Analisis Populasi Komunitas. Usaha Nasional. Surabaya.

Species.wikimedia.org/wiki/Isachne_globosa. 2011. Isachne globosa - Wikispecies. http://species.wikimedia.org/wiki/Isachne_globosa. Diakses pada tanggal 29 Mei 2011 pukul 08.55 WIB.

Standar Nasional Indonesia. 1990. Kumpulan SNI Bidang Pekerjaan Umum Mengenai Kualitas Air Edisi Akhir 1990. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.

_____. 1991. Direktorat Pengembangan Laboratorium Rujukan dan Pengolahan Data Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL).

Subarijanti, H. U. 2000a. Ekologi Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.

_____. 2000b. Pemupukan dan Kesuburan Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.

Sudaryanti, S. 1989. Pengkajian Keterbatasan Unsur Hara Bagi Perkembangan Fitoplankton. Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

_____. 1991. Dampak Mekanisme Alat Limnotek 3.1 Terhadap Sebaran Oksigen Terlarut (Studi Restorasi Di Perairan Situ Bojongsari, Bogor). Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

_____. 1995a. Eutrofikasi dan Metode Rehabilitasinya. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.

_____. 1995b. Classification and Ordination of Makroinvertebrate Communities in The Brantas River, East Java Related to Environmental Variables. Department of Water Quality Management and Aquatic Ecology. Agricultural University Wageningen, the Netherlands.

_____. 1997a. Mengapa Diperlukan Pemantauan Secara Biologis. *dalam* S., Sudaryanti (penyunting). *Prosiding Pelatihan Strategi Pemantauan Kualitas Air Secara Biologi*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. hal. 6 – 9.

_____. 1997b. Analisis Data. *dalam* S., Sudaryanti (penyunting). *Prosiding Pelatihan Strategi Pemantauan Kualitas Air Secara Biologi*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. hal. 2 – 4.

_____. 2002a. Dampak Pembangunan terhadap Ekosistem Perairan. Disampaikan pada Kursus AMDAL yang diselenggarakan oleh Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Brawijaya Malang pada tanggal 29 April – 8 Mei 2002. *dalam* S., Sudaryanti dan Wijarni (editor). 2006. *Biomonitoring*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. hal 20 - 26.

_____. 2002b. Keanekaragaman Hayati Perairan untuk Pemantauan Kesehatan Daerah Aliran Sungai. Disampaikan pada Pelatihan Pembangunan dan Konservasi Lahan yang diselenggarakan oleh Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Brawijaya dengan Australia BEJIS Project pada tanggal 28 Januari – 1 Februari 2002. *dalam* S., Sudaryanti dan Wijarni (editor). 2006. *Biomonitoring*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. hal 1 – 7.

_____. 2003. Pemanfaatan Serangga untuk Pengendalian Hama Ramah Lingkungan dan Deteksi Pencemaran Air. Kerja sama dengan Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. Malang.

Sudaryanti, S. dan Marsoedi. 1995. Pendekatan Biologis untuk Menduga Kualitas Air Sungai Brantas Jawa Timur. *Buletin Perikanan* Vol. 6 Desember 1995.

Sugito, Y. 1999. *Ekologi Tanaman*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.

Sunarmi, P dan Purwohadijanto. 1990. *Tanaman Air*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.

Suryabrata, S. 1988. *Metode Penelitian Cetakan Ke empat*. CV Rajawali. Jakarta.

Sutini, L. dan Y. Risjani. 1988. Penentuan Tingkat Pencemaran Suatu Perairan dengan Metoda Biotic Indec. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.

Sutrisno, C. T. dan E. Suciastuti. 2004. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta. Jakarta.

Syekhfani. 1997. *Hara Air Tanah Tanaman*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.

Takemura. 2010. *Soil pH and Humidity Tester*. Takemura Electric Works, Ltd. Tokyo. Tidak diterbitkan.

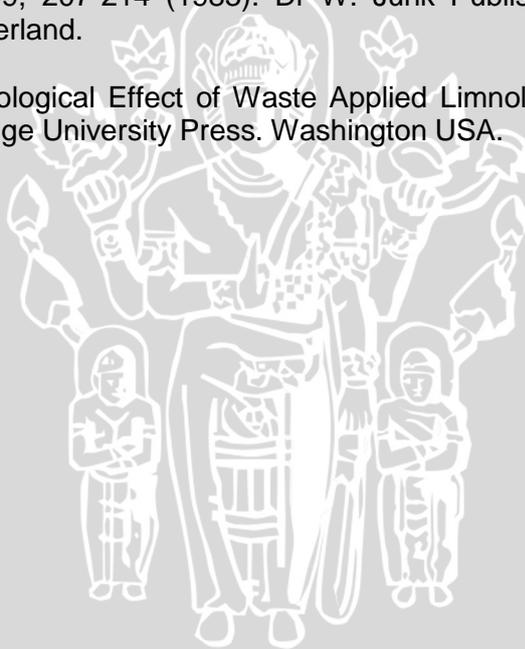
Tim Asisten Limnologi. 2008. Petunjuk Praktikum Limnologi (MSPL). Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.

Trisna, E.A. 2011. Komposisi Makrofit Di Kolam Sumberawan Desa Toyomarto Kecamatan Singosari Kabupaten Malang. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang. Praktik Kerja Lapangan. Tidak diterbitkan.

Untung, K., S. Noegrahati, S.D. Tanjung, B.V.R. Seel, B. Widyantoro, S.S. Brahmana, S. Sudaryanti, T. Sudibyaningsih, dan Y. Trihadiningrum. 1996. Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Tawar. Hasil Perumusan Kelompok I Rapat Kerja Temu Pakar Bioindikator LAKFIP-UGM, Yogyakarta, 1-2 Maret 1996. Diusulkan kepada Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup sebagai bahan revisi PP No. 20 tahun 1990.

Williams, C.H.; S. Pickmere and J. Davies. 1983. Decay Rates and Nitrogen Dynamics of Decomposing Watercress (*Nasturtium officinale* R.Br.). Freshwater section. Ecology Division. Taupo, New Zealand. *In* *Hidrobiologia* 99, 207-214 (1983). Dr. W. Junk Publisher. The Hague Printed in Netherland.

Welch, E.B. 1980. Ecological Effect of Waste Applied Limnology and Pollutant Effect. Cambridge University Press. Washington USA.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat

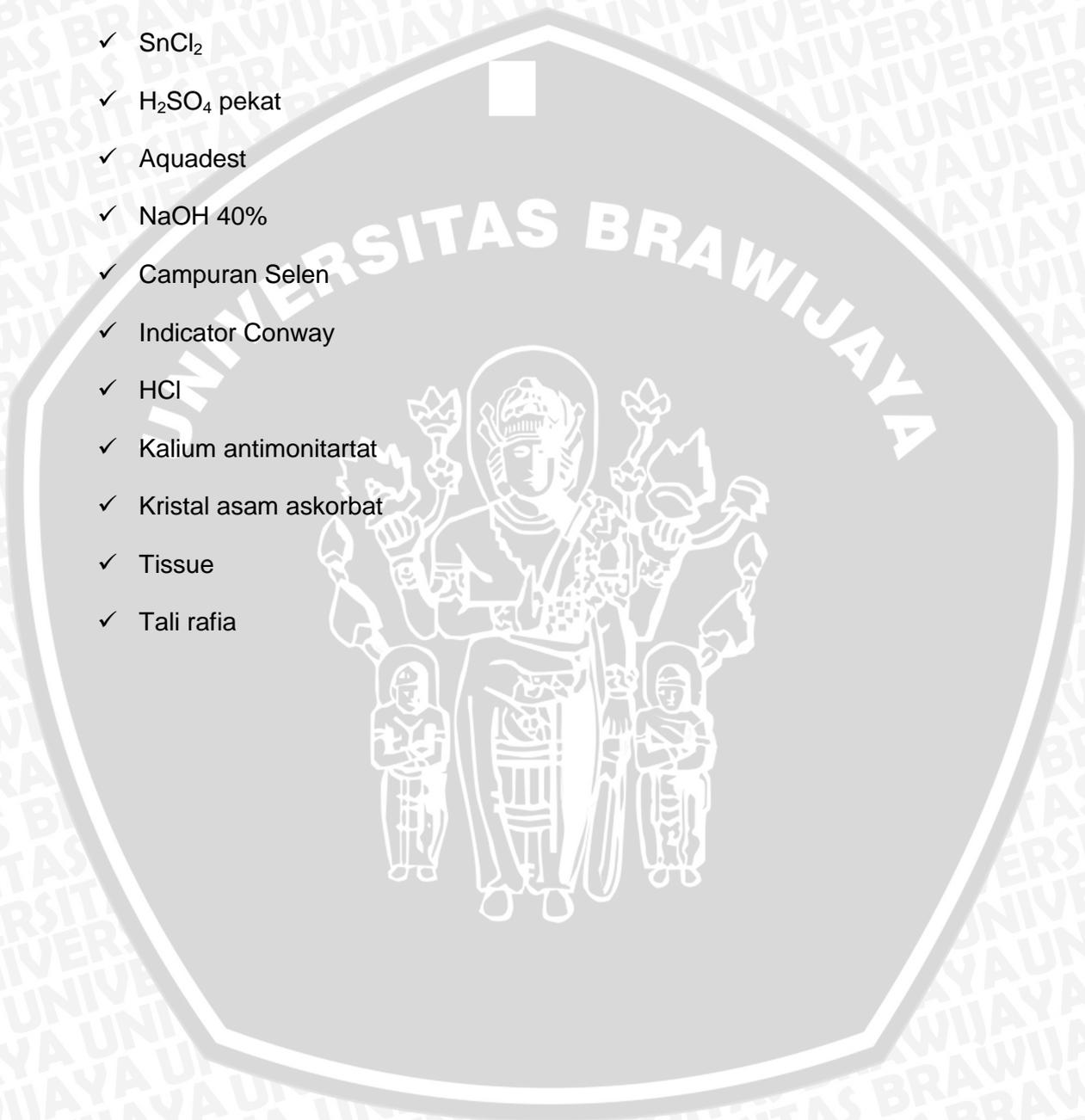
- ✓ Plot 1 m²
- ✓ Botol air mineral 600 ml
- ✓ *Coolbox*
- ✓ Thermometer
- ✓ Kotak standard pH
- ✓ *Secchi disc*
- ✓ Pipet tetes
- ✓ Statip
- ✓ Gelas ukur
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Beaker glass
- ✓ *Hot plate*
- ✓ Labu kjeldahl
- ✓ Labu ukur
- ✓ Sekop
- ✓ Tabung *digestion*
- ✓ Botol air mineral

Bahan

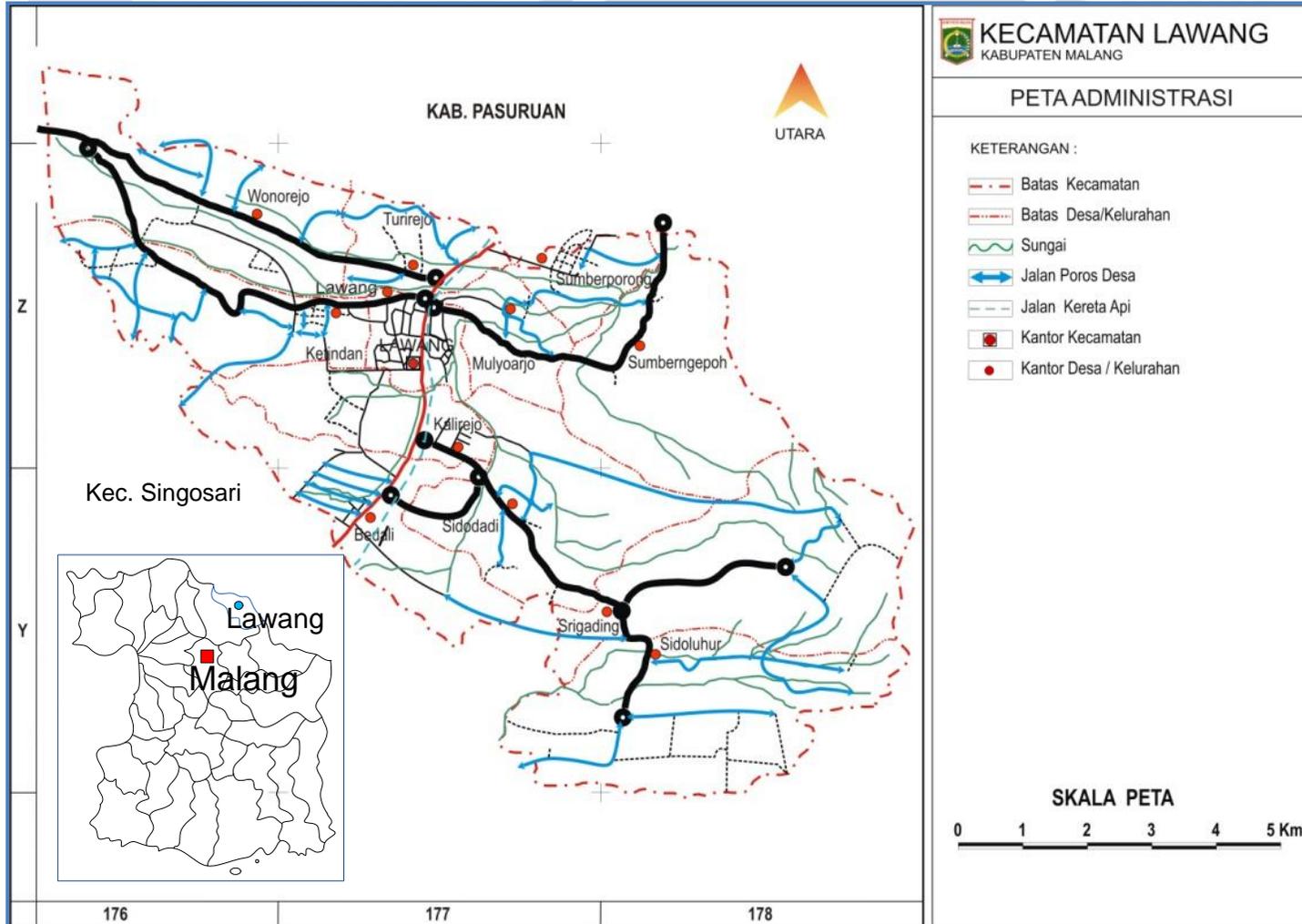
- ✓ pH paper
- ✓ KCl
- ✓ PP



- ✓ Na_2CO_3
- ✓ Asam fenol disulfonik
- ✓ NH_4OH
- ✓ Ammonium molybdat
- ✓ SnCl_2
- ✓ H_2SO_4 pekat
- ✓ Aquadest
- ✓ NaOH 40%
- ✓ Campuran Selen
- ✓ Indicator Conway
- ✓ HCl
- ✓ Kalium antimonitartat
- ✓ Kristal asam askorbat
- ✓ Tissue
- ✓ Tali rafia



Lampiran 2. Peta Lokasi Penelitian



Sumber: Badan Perencanaan Kabupaten Malang (2007)

Lampiran 3. Makrofitas Air di Perairan Krabyakan

(4 hal)









Lampiran 4. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air pada Stasiun 1

No	Spesies	Stasiun 1							
		1.1 (ind)	1.2 (ind)	1.3 (ind)	1.4 (ind)	1.5 (ind)	Σ (ind)	K (ind/m ²)	KR (%)
1	<i>Ipomoea aquatica</i>	32	1	3	-	-	36	8	10,11
2	<i>Nasturtium officinale</i>	98	26	10	23	46	203	41	57,02
3	<i>Isachne globosa</i>	-	9	12	12	7	40	8	11,24
4	<i>Myriophyllum oliganthum</i>	1	-	11	-	1	13	3	3,65
5	<i>Megalodonta beckii</i>	-	-	8	-	8	16	3	4,50
6	<i>Montia fontana</i>	-	-	-	3	32	35	7	9,83
7	<i>Bacopa monnieri</i>	-	-	-	2	11	13	3	3,65
8	<i>Salvinia natans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
9	<i>Salvinia molesta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
10	<i>Pistia stratiotes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
11	<i>Ludwigia stolonifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
12	<i>Diplacrum longifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
13	<i>Murdannia blumei</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
14	<i>Colocasia esculenta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
15	<i>Vesicularia inundata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
16	<i>Cyperus ferrugineus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
17	<i>Monochoria vaginalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
18	<i>Marsilea crenata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah							356		100

Keterangan: (-) Tidak ditemukan

Lampiran 5. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air pada Stasiun 2

No	Spesies	Stasiun 2					
		2.1 (ind)	2.2 (ind)	2.3 (ind)	Σ (ind)	K (ind/m ²)	KR (%)
1	<i>Ipomoea aquatica</i>	2	15	-	17	6	5,14
2	<i>Nasturtium officinale</i>	16	8	-	24	8	7,25
3	<i>Isachne globosa</i>	16	4	16	36	12	10,88
4	<i>Myriophyllum oliganthum</i>	-	-	-	-	-	-
5	<i>Megalodonta beckii</i>	-	-	-	-	-	-
6	<i>Montia fontana</i>	-	2	-	2	1	0,60
7	<i>Bacopa monnieri</i>	36	-	56	92	31	27,79
8	<i>Salvinia natans</i>	-	88	-	88	29	26,59
9	<i>Salvinia molesta</i>	-	-	-	-	-	-
10	<i>Pistia stratiotes</i>	-	-	72	72	24	21,75
11	<i>Ludwigia stolonifera</i>	-	-	-	-	-	-
12	<i>Diplacrum longifolium</i>	-	-	-	-	-	-
13	<i>Murdannia blumei</i>	-	-	-	-	-	-
14	<i>Colocasia esculenta</i>	-	-	-	-	-	-
15	<i>Vesicularia inundata</i>	-	-	-	-	-	-
16	<i>Cyperus ferrugineus</i>	-	-	-	-	-	-
17	<i>Monochoria vaginalis</i>	-	-	-	-	-	-
18	<i>Marsilea crenata</i>	-	-	-	-	-	-
Jumlah					331		100

Keterangan : (-) Tidak Ditemukan

Lampiran 6. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air pada Stasiun 3

No	Spesies	Stasiun 3					
		3.1 (ind)	3.2 (ind)	3.3 (ind)	∑ (ind)	K (ind/m ²)	KR (%)
1	<i>Ipomoea aquatica</i>	1	11	8	20	7	1,18
2	<i>Nasturtium officinale</i>	-	-	-	-	-	-
3	<i>Isachne globosa</i>	-	9	5	14	5	0,83
4	<i>Myriophyllum oliganthum</i>	-	-	-	-	-	-
5	<i>Megalodonta beckii</i>	-	-	-	-	-	-
6	<i>Montia fontana</i>	49	4	29	82	27	4,84
7	<i>Bacopa monnieri</i>	-	67	8	75	25	4,43
8	<i>Salvinia natans</i>	67	-	93	160	53	9,44
9	<i>Salvinia molesta</i>	856	476	9	1341	447	79,16
10	<i>Pistia stratiotes</i>	-	-	-	-	-	-
11	<i>Ludwigia stolonifera</i>	-	2	-	2	1	0,12
12	<i>Diplacrum longifolium</i>	-	-	-	-	-	-
13	<i>Murdannia blumei</i>	-	-	-	-	-	-
14	<i>Colocasia esculenta</i>	-	-	-	-	-	-
15	<i>Vesicularia inundata</i>	-	-	-	-	-	-
16	<i>Cyperus ferrugineus</i>	-	-	-	-	-	-
17	<i>Monochoria vaginalis</i>	-	-	-	-	-	-
18	<i>Marsilea crenata</i>	-	-	-	-	-	-
	Jumlah				1694		100

Keterangan : (-) Tidak Ditemukan

Lampiran 7. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air pada Stasiun 4

No	Spesies	Stasiun 4							
		4.1 (ind)	4.2 (ind)	4.3 (ind)	4.4 (ind)	4.5 (ind)	Σ (ind)	K (ind/m ²)	KR (%)
1	<i>Ipomoea aquatica</i>	12	21	-	4	34	71	14	9,48
2	<i>Nasturtium officinale</i>	57	78	-	81	276	492	98	65,69
3	<i>Isachne globosa</i>	26	16	35	8	2	87	17	11,61
4	<i>Myriophyllum oliganthum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
5	<i>Megalodonta beckii</i>	-	2	7	2	-	11	4	1,47
6	<i>Montia fontana</i>	7	-	-	3	-	10	3	1,34
7	<i>Bacopa monnieri</i>	-	-	-	4	-	4	1	0,53
8	<i>Salvinia natans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
9	<i>Salvinia molesta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
10	<i>Pistia stratiotes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
11	<i>Ludwigia stolonifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
12	<i>Diplacrum longifolium</i>	-	-	63	-	-	63	13	8,41
13	<i>Murdannia blumei</i>	-	-	11	-	-	11	4	1,47
14	<i>Colocasia esculenta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
15	<i>Vesicularia inundata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
16	<i>Cyperus ferrugineus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
17	<i>Monochoria vaginalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
18	<i>Marsilea crenata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah							749		100

Keterangan : (-) Tidak Ditemukan

Lampiran 8. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air pada Stasiun 5

No	Spesies	Stasiun 5					
		5.1 (ind)	5.2 (ind)	5.3 (ind)	∑ (ind)	K (ind/m ²)	KR (%)
1	<i>Ipomoea aquatica</i>	6	-	7	13	4	5,33
2	<i>Nasturtium officinale</i>	25	18	46	89	30	36,47
3	<i>Isachne globosa</i>	62	31	27	120	40	49,18
4	<i>Myriophyllum oliganthum</i>	-	-	-	-	-	-
5	<i>Megalodonta beckii</i>	-	-	-	-	-	-
6	<i>Montia fontana</i>	-	3	19	22	7	9,02
7	<i>Bacopa monnieri</i>	-	-	-	-	-	-
8	<i>Salvinia natans</i>	-	-	-	-	-	-
9	<i>Salvinia molesta</i>	-	-	-	-	-	-
10	<i>Pistia stratiotes</i>	-	-	-	-	-	-
11	<i>Ludwigia stolonifera</i>	-	-	-	-	-	-
12	<i>Diplacrum longifolium</i>	-	-	-	-	-	-
13	<i>Murdannia blumei</i>	-	-	-	-	-	-
14	<i>Colocasia esculenta</i>	-	-	-	-	-	-
15	<i>Vesicularia inundata</i>	-	-	-	-	-	-
16	<i>Cyperus ferrugineus</i>	-	-	-	-	-	-
17	<i>Monochoria vaginalis</i>	-	-	-	-	-	-
18	<i>Marsilea crenata</i>	-	-	-	-	-	-
Jumlah					244		100

Keterangan : (-) Tidak Ditemukan

Lampiran 9. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofita Air pada Stasiun 6

No	Spesies	Stasiun 6							
		6.1 (ind)	6.2 (ind)	6.3 (ind)	6.4 (ind)	6.5 (ind)	Σ (ind)	K (ind/m ²)	KR (%)
1	<i>Ipomoea aquatica</i>	-	7	-	22	-	29	6	4,71
2	<i>Nasturtium officinale</i>	-	12	48	96	32	188	38	30,52
3	<i>Isachne globosa</i>	21	42	2	19	9	93	19	15,10
4	<i>Myriophyllum oliganthum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
5	<i>Megalodonta beckii</i>	14	7	-	-	1	22	4	3,57
6	<i>Montia fontana</i>	3	-	-	23	-	26	5	4,22
7	<i>Bacopa monnieri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
8	<i>Salvinia natans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
9	<i>Salvinia molesta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
10	<i>Pistia stratiotes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
11	<i>Ludwigia stolonifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
12	<i>Diplacrum longifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
13	<i>Murdannia blumei</i>	-	-	9	13	-	22	4	3,57
14	<i>Colocasia esculenta</i>	-	2	2	-	-	4	1	0,65
15	<i>Vesicularia inundata</i>	-	146	56	-	-	202	40	32,79
16	<i>Cyperus ferrugineus</i>	-	-	12	-	18	30	6	4,87
17	<i>Monochoria vaginalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
18	<i>Marsilea crenata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah							616		100

Keterangan : (-) Tidak Ditemukan

Lampiran 10. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrofit Air pada Stasiun 7

No	Spesies	Stasiun 7					
		7.1 (ind)	7.2 (ind)	7.3 (ind)	∑ (ind)	K (ind/m ²)	KR (%)
1	<i>Ipomoea aquatica</i>	67	72	58	197	66	45,29
2	<i>Nasturtium officinale</i>	-	-	-	-	-	-
3	<i>Isachne globosa</i>	-	14	-	14	5	3,22
4	<i>Myriophyllum oliganthum</i>	-	-	-	-	-	-
5	<i>Megalodonta beckii</i>	-	-	-	-	-	-
6	<i>Montia fontana</i>	-	7	-	7	2	1,61
7	<i>Bacopa monnieri</i>	-	-	-	-	-	-
8	<i>Salvinia natans</i>	46	62	26	134	45	30,80
9	<i>Salvinia molesta</i>	32	-	-	32	11	7,36
10	<i>Pistia stratiotes</i>	-	-	-	-	-	-
11	<i>Ludwigia stolonifera</i>	-	13	12	25	8	5,75
12	<i>Diplacrum longifolium</i>	-	-	-	-	-	-
13	<i>Murdannia blumei</i>	-	-	-	-	-	-
14	<i>Colocasia esculenta</i>	-	-	-	-	-	-
15	<i>Vesicularia inundata</i>	-	-	-	-	-	-
16	<i>Cyperus ferrugineus</i>	-	-	-	-	-	-
17	<i>Monochoria vaginalis</i>	-	8	-	8	3	1,83
18	<i>Marsilea crenata</i>	-	18	-	18	6	4,14
	Jumlah				435		100

Keterangan : (-) Tidak Ditemukan

Lingkungan	Sifat Fisika dan Kimia	Stasiun							
		1	2	3	4	5	6	7	
Perairan	Kedalaman (cm)	5,5	5,3	6,9	9,6	7,2	10,2	3,6	
	Kecerahan (cm)	■	■	■	■	■	■	■	
	Suhu Air (°C)	25	25	26	26	27	27	27	
	pH	7	7	6	7	6	7	6	
	CO ₂ (mg/l)	■	■	■	■	■	■	■	
	Nitrat (mg/l)	Hasil pengukuran	4,689	2,085	3,541	4,511	4,250	3,363	0,937
		Acuan	oligotrofik 0 – 1 mg/liter, mesotrofik 1 – 5 mg/liter, eutrofik 5 – 50 mg/liter (Volenweider, 1969 dalam Effendi, 2003).						
		Kondisi perairan Krabyakan	MT	MT	MT	MT	MT	MT	OT
	Ortofosfat (mg/l)	Hasil pengukuran	0,027	0,343	0,562	0,328	0,225	0,246	0,201
		Acuan	<0,01 mg/l kurang subur (oligotrofik), 0,01 – 0,05 mg/l agak subur (mesotrofik), > 0,1 mg/l subur (eutrofik) (Arfiati, 2001)						
Kondisi perairan Krabyakan		MT	ET	ET	ET	ET	ET	ET	
Sedimen	Nitrogen total (%)	0,05	0,05	0,20	0,05	0,024	0,05	0,20	
	Fosfat (mg/kg)	8,33	2,30	9,19	6,61	5,74	5,74	9,19	
	pH	7	7	6,2	7	5,6	7	6,2	
	Suhu	25	25	25	25	26	26	26	
Nir Air	Kecepatan Arus (cm/s)	25,00	6,25	0	33,33	23,26	29,41	0	
	Substrat	Pasir (%)	95	94	71	97	74	96	60
		Debu (%)	5	5	7	2	11	3	24
		Liat (%)	0	1	22	1	15	1	17
		Tekstur	P	P	LLP	P	LP	P	LP

Keterangan : ■) = Tidak dilakukan pengukuran

OT = Oligotrofik

P = Pasir

MT = Mesotrofik

LP = Lempung berpasir

ET = Eutrofik

LLP = Lempung liat berpasir